

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Агроэкологический факультет

Кафедра агрохимии

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УДОБРЕНИЙ, КАЧЕСТВА РАСТЕНИЕВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ И ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ

Сборник статей
по материалам Международной научно-практической
конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии
Белорусской государственной орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственной академии
и 115-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки БССР,
доктора сельскохозяйственных наук,
профессора Р. Т. Вильдфлуша

Горки, 30 ноября 2021 г.

Горки
БГСХА
2022

УДК 631.8:631.45(06)

ББК 40.4я43

П90

Редакционная коллегия:

В. Б. Воробьёв (гл. редактор), К. А. Гурбан (отв. секретарь),
И. Р. Вильдфлуш, Д. Г. Кротов, О. И. Мишура, Ю. В. Коготько,
М. Л. Радкевич

Рецензенты:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Г. В. Седукова;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Е. Ф. Валеяша

**Пути повышения эффективности удобрений, качества
растениеводческой продукции и плодородия почвы : сборник
статей по материалам Международной научно-практической
конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии Бе-
лорусской государственной орденов Октябрьской Революции и
Трудового Красного Знамени сельскохозяйственной академии
и 115-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки
БССР, доктора сельскохозяйственных наук, профессора
Р. Т. Вильдфлуша / Белорусская государственная сельскохозяй-
ственная академия; редкол.: В. Б. Воробьёв (гл. ред.) [и др.]. –
Горки, 2022. – 267 с.
ISBN 978-985-882-239-2.**

В сборнике материалов конференции приведены доклады участников меж-
дународной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафе-
дры агрохимии Белорусской государственной орденов Октябрьской Революции и
Трудового Красного Знамени сельскохозяйственной академии и 115-летию со
дня рождения заслуженного деятеля науки БССР, доктора сельскохозяйствен-
ных наук, профессора Р. Т.

КАФЕДРЕ АГРОХИМИИ УО БГСХА – 100 ЛЕТ

В. Б. Воробьёв, И. Р. Вильдфлуш, О. И. Мишура, М. Л. Радкевич,
Ю. В. Коготько, Э. М. Батыршаев, Н. В. Барбасов, К. А. Гурбан,
С. В. Волкова, А. Ф. Картавенко

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Кафедра агрохимии была создана в 1921 г. в Горецком сельскохозяйственном институте (с 1925 г. – Белорусская сельскохозяйственная академия).

Первым заведующим кафедрой стал известный ученый, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, впоследствии академик АН БССР и ВАСХНИЛ О. К. Кедров-Зихман (1885–1964). Он заведовал кафедрой до 1931 г. Под его руководством защищено 40 кандидатских и 6 докторских диссертаций. Исследования, проведенные в эти годы, позволили сформулировать ряд важнейших положений известкования. Они получили мировую известность и до сих пор являются теоретической основой химической мелиорации почв. Важное место среди этих исследований занимало изучение роли магния в известковых удобрениях, выполненное О. К. Кедровым-Зихманом и его учениками Р. Т. Вильдфлушем, И. Х. Ризовым в Белорусской сельскохозяйственной академии совместно с В. И. Шемпелем и З. П. Гончаровой в Институте агропочвоведения и удобрений Белорусской академии наук. Ими доказано, что высокое содержание магния в известковых удобрениях является полезным для ряда сельскохозяйственных культур.

В 1931–1933 гг. кафедрой агрохимии заведовал профессор Ф. И. Метельский, в 1933–1941 гг. – профессор П. А. Курчатов. В эти годы изучались приемы повышения эффективности удобрений под картофель и зерновые культуры, возможности применения сапропелей.

В послевоенный период (1945–1972) кафедрой заведовал заслуженный деятель науки БССР, доктор сельскохозяйственных наук, профессор Р. Т. Вильдфлуш (1906–1972).

Роберт Тенисович Вильдфлуш внес большой вклад в создание и развитие факультета агрохимии и почвоведения БСХА (в настоящее время – агроэкологический факультет), будучи в 1934–1941 гг. его деканом.

С 1 января 1945 г. по 1 апреля 1948 г. был проректором БСХА по учебной работе. В эти послевоенные годы он принимал активное участие в восстановлении академии, оборудовании учебных и научно-исследовательских лабораторий, подборе и расстановке кадров. В 1967–1971 гг. избирался депутатом Верховного Совета БССР.

Р. Т. Вильдфлуш является создателем научной школы в области питания растений и изучения рациональных способов внесения минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры. Под его руководством защищено 13 кандидатских диссертаций и 1 докторская.

Благодаря Р. Т. Вильдфлушу до 1960 г. главное внимание было уделено исследованию влияния условий питания на обмен веществ в растениях и качество урожая сельскохозяйственных культур. В докторской диссертации Р. Т. Вильдфлуша «Биохимические основы питания растений и применение удобрений» была обоснована необходимость и особенность применения удобрений под отдельные сельскохозяйственные культуры, возделываемые в Белоруссии. В известной мере она послужила предпосылкой для развития дальнейших исследований при разработке различных вариантов системы удобрения в севооборотах, основы которых были заложены в трудах Д. Н. Прянишникова.

В эти же годы было детально изучено действие рядкового удобрения на урожай различных сельскохозяйственных культур, в результате производству были даны соответствующие рекомендации (Р. Т. Вильдфлуш, А. А. Каликинский, А. М. Брагин). Рекомендации были весьма своевременными, так как промышленность начала поставлять сельскому хозяйству комбинированные сеялки.

Проведение дальнейших исследований обусловило необходимость закладки длительных полевых опытов в различных севооборотах. Исследования развернулись под совместным руководством Р. Т. Вильдфлуша и ректора БСХА В. И. Шемпель с учетом результатов опытов, заложенных на экспериментальной базе Института социалистического сельского хозяйства АН БССР «Устье».

Особое место в истории развития кафедры агрохимии занимает Виктор Иванович Шемпель (1908–1975) – заслуженный деятель науки БССР, академик АН БССР. В 1949–1952 гг. В. И. Шемпель был ректором Белорусской сельскохозяйственной академии. Несмотря на большую научно-организационную работу в должности ректора, В. И. Шемпель совместно с Р. Т. Вильдфлушем проводил эффективные исследования по системе и технике внесения удобрений в травяно-польных севооборотах. В 1950 г. В. И. Шемпель избран академиком

АН БССР. Его работа в должности ректора академии продолжалась до 1952 г., когда Виктор Иванович был назначен директором Института социалистического сельского хозяйства АН БССР.

Своими научными трудами он внес значительный вклад в развитие агрохимической науки, особенно по вопросам разработки эффективных систем применения удобрений на дерново-подзолистых почвах, калийного питания растений, известкования почв. Под его руководством защищено 9 кандидатских диссертаций.

Начало изучению систем удобрения положил длительный опыт на опытном поле «Иваново», на котором кафедра в 1949 г. ввела пятипольный севооборот с включением льна-долгунца и клевера. По инициативе Р. Т. Вильдфлуша в 1950 г. А. М. Брагиным был заложен длительный опыт по схеме Д. Н. Прянишникова.

Должность доцента в 1957–1962 гг. А. М. Брагин совмещал с должностью проректора по научной работе. В этот период он принял активное участие в открытии второго опытного поля БСХА «Тушково», на котором первыми были заложены его длительные опыты в двух севооборотах. Под руководством Анатолия Михайловича Брагина выполнено 6 кандидатских диссертаций.

В результате впервые для дерново-подзолистых легкосуглинистых почв Беларуси были определены нормативы затрат удобрений для урожайности зерновых на уровне 40–50 ц/га и соответствующих урожаев других сельскохозяйственных культур при бездефицитном балансе гумуса и повышении степени окультуренности почвы на основе изменений агрохимических и агрофизических свойств почвы. Эти нормативы были использованы при разработке республиканских рекомендаций, которые применяются и в настоящее время.

Дальнейшим стимулом для проведения научных исследований явилось членство кафедры агрохимии (с 1960 г.) в Географической сети опытов с удобрениями ВИУА, по заданию которой на опытном поле «Тушково» проводилось ежегодно по 5–6 опытов с разными культурами и сортами.

С 1962 г. впервые в Беларуси под руководством Р. Т. Вильдфлуша развернулись фундаментальные исследования по разработке физиологических основ и практических аспектов локального и периодического способов внесения основного минерального удобрения под различные сельскохозяйственные культуры. Исследовалась эффективность локального внесения удобрений на картофеле (Б. А. Калько), кукурузе (В. Т. Косарева), озимой ржи и ячмене (Е. Г. Солдатенков), люпине

(Э. М. Томсон), льне-долгунце (М. С. Коробова), сахарной и кормовой свекле (Е. Г. Сиротин), овсе (А. Н. Минич). Результаты исследований показали, что при локальном способе внесения удобрений по сравнению с разбросным дозы минеральных удобрений можно снизить на 25–30 % и увеличить урожайность зерновых на 2,5–4,0 ц/га, картофеля – на 30–50, зеленой массы кукурузы – на 40–45, кормовой свеклы – на 25–30, сахарной – на 30–50 ц/га. Было установлено, что при ленточном способе внесения удобрения не перемешиваются с почвой и создаются очаги повышенной концентрации элементов питания. При локальном способе коэффициенты использования азота по сравнению с разбросным способом возрастают на 15 %, фосфора – 5–10 и калия – 10–12 %.

В послевоенные годы исследования по применению удобрений были обобщены и подготовлены ряд справочников. Так, Р. Т. Вильдфлушем, А. М. Брагиным, А. А. Каликинским в 1953 г. был издан «Даведнік па ўгнаеннях для калгасаў БССР», а в 1955 г. – «Краткий справочник по удобрениям для БССР» (2-е изд. – 1955 г., 3-е изд. – 1960 г.). В 1960 г. Р. Т. Вильдфлушем, А. М. Брагиным, А. И. Горбылевой и Г. Я. Коробовой издан «Справочник по минеральным удобрениям». Р. Т. Вильдфлушем и А. И. Горбылевой издан «Краткий справочник по известкованию кислых почв» (1-е изд. – 1964 г., 2-е изд. – 1972 г.). В 1969 г. преподавателями кафедры агрохимии БСХА и сотрудниками Института земледелия и кормов был подготовлен «Справочник по удобрениям», вышедший под редакцией академика В. И. Шемпеля и заслуженного деятеля науки БССР, профессора Р. Т. Вильдфлуша.

По инициативе Р. Т. Вильдфлуша в 1964 г. в БСХА открыли проблемную лабораторию с отделом питания растений при кафедре агрохимии. Отдел питания возглавил Р. Т. Вильдфлуш, в дальнейшем руководителями были А. А. Каликинский, А. И. Горбылева, В. А. Ионас. В 1958 г. при кафедре была создана радиоизотопная лаборатория, которой на общественных началах до 1964 г. руководила А. И. Горбылева.

В проблемной лаборатории, которая работала с 1964 по 1991 г., в отделе питания растений работали старшими научными сотрудниками В. М. Куруленко, В. М. Комовская, И. М. Кириенко, Г. И. Мангутова, С. Н. Титова, З. Д. Анфимова, В. А. Петровская, А. Власова, Н. М. Горелько, С. Ф. Шекунова, В. М. Курилюк, С. В. Каминская, Л. С. Двойнишникова, М. Н. Тверезовская, А. Ф. Косьяненко,

Н. Кривицкая, В. Н. Помазкова, Н. Сидоренко, Т. П. Ковалькова, В. А. Рудая, И. Климовцова, В. М. Кувшинов, П. А. Новиков, И. Разуванов, А. В. Белоусов, В. Марыскина, Н. Маркова, Л. И. Жуйко, Т. Кадаманова, Н. А. Бубенцова, Т. Н. Редкозубова; старшими лаборантами Н. К. Голуб, Н. М. Красненкова, В. Т. Ляшкевич, Л. И. Напреенко, Т. А. Старикова, Т. Минина. Активное участие в исследованиях проблемной лаборатории принимали профессора А. И. Горбылева, И. Р. Вильдфлуш, Т. Ф. Персикова, С. П. Кукреш.

С 1955 по 1980 г. на кафедре работала Анна Ивановна Горбылева, доктор сельскохозяйственных наук, профессор. Диссертацию на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук она защитила в 1979 г. С 1981 г. перешла на кафедру почвоведения, где работала профессором, заведующим кафедрой.

Результаты краткосрочных опытов обусловили закладку в 1967 г. двух длительных опытов, на которые, как и на ранее заложенные А. М. Брагиным опыты, были получены паспорта методической комиссии Министерства сельского хозяйства СССР. В этих опытах под руководством А. И. Горбылевой в течение 25 лет изучалась сравнительная эффективность ленточного внесения NPK-удобрений под все культуры двух пятипольных севооборотов и периодического (запасного) внесения РК-удобрений с ежегодным разбросным внесением для условий Беларуси. Под ее научным руководством защищено 17 кандидатских диссертаций.

В 1973–1991 гг. кафедрой заведовал заслуженный работник высшей школы БССР, доктор сельскохозяйственных наук, профессор А. А. Каликинский. С 1955 по 1962 г. работал деканом агрономического факультета, с 1962 по 1965 г. – проректором по учебной работе, с 1966 по 1971 г. – деканом факультета агрохимии и почвоведения, с 1973 по 1991 г. – заведующим кафедрой агрохимии, с 1991 по 1993 г. – профессором этой кафедры.

В 1978 г. А. А. Каликинский защитил докторскую диссертацию «Пути повышения эффективности применения минеральных удобрений под зерновые культуры (на примере Белорусской ССР)», а в 1979 г. ему было присвоено звание профессора.

Он является автором и соавтором более 100 научных и методических работ, в том числе справочника по удобрениям, выдержавшего 3 издания, и учебника для сельскохозяйственных вузов «Агрохимия» (3 издания), имеет 3 авторских свидетельства на изобретения. Под его руководством защищено 23 кандидатские диссертации.

Под руководством А. А. Каликинского на опытном поле «Тушково» эффективность локального способа изучалась в двух севооборотах, заложенных на почвах, отличающихся по уровню плодородия. Самая высокая прибавка урожая от локализации удобрений была получена на почвах с низким уровнем плодородия, самая низкая – с высоким. Одновременно продолжались краткосрочные опыты (2–3-летние) по изучению эффективности способов внесения НРК-удобрений под кукурузу (Л. А. Веремейчик), картофель (В. В. Малашенок), различные сорта ячменя (К. А. Найденова), озимую пшеницу (Е. В. Комаров и Т. Е. Комарова), лен-долгунец (С. Ф. Ходянкова), клевер (Т. Ф. Персикова и С. Н. Янчик), яровую пшеницу (С. Ф. Реуцкая), озимую рожь (О. Н. Макасева и О. В. Поддубная), яровой рапс (С. Д. Курганская). Особенности влияния на растения и почву запасного внесения РК-удобрений были обобщены в докторской диссертации А. И. Горбылевой (1979).

Преподаватели кафедры агрохимии БСХА изучали приемы внесения удобрений на сенокосах (Г. Я. Коробова, Е. В. Стрелкова, С. М. Камасин), ТМАУ (В. А. Ионас), осадка сточных вод (Н. П. Решецкий), соломы (В. Б. Барейша), новых форм удобрений в севооборотах (С. Ф. Шекунова, С. П. Кукреш), микроудобрений под бобовые культуры (Р. Р. Вильдфлуш), хелатной формы микроудобрений (И. В. Ковалева).

В 1991–1996 гг. кафедрой заведовал доцент В. А. Ионас. Под руководством доктора сельскохозяйственных наук, профессора Р. Т. Вильдфлуша он выполнил и в 1963 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему «Эффективность торфо-минерально-аммиачных удобрений (ТМАУ) на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах». В 1964 г. ему была присуждена ученая степень кандидата сельскохозяйственных наук, а в 1967 г. – присвоено ученое звание доцента.

Виктор Августович Ионас выполнял большую научно-организационную работу. С 1963 по 1972 г. работал заместителем декана заочного отделения агрономического факультета БСХА, а с 1972 по 1987 г. – деканом факультета агрохимии и почвоведения.

За создание комплекса учебной литературы по агрохимии указом Президента Республики Беларусь ему в соавторстве присуждена Государственная премия Республики Беларусь в области науки и техники. Он – соавтор учебника «Агрохимия» (1995, 2001, 2013) и учебного пособия «Система удобрения сельскохозяйственных культур» (1998).

С 1996 по 2020 г. кафедре возглавлял доктор сельскохозяйственных наук, профессор Игорь Робертович Вильдфлуш. Результаты исследований фосфатного режима дерново-подзолистых почв и приемов эффективного использования минеральных удобрений явились основой докторской диссертации на тему «Формы фосфатов в дерново-подзолистых почвах Республики Беларусь и способы рационального использования минеральных удобрений», которую он защитил в 1995 г.

Им создана научная школа по проблемам оптимизации фосфатного режима дерново-подзолистых почв, исследованию эффективности новых форм удобрений, бактериальных diaзотрофных и фосфатмобилизующих биопрепаратов, регуляторов роста растений, разработке энергосберегающей технологии комплексного применения удобрений и средств защиты растений при возделывании сельскохозяйственных культур. Под его руководством выполнено 13 диссертаций, в том числе 2 докторские.

По результатам исследований опубликовано более 470 научных и научно-методических работ, в том числе 41 книга, 3 учебника «Агрохимия», 23 учебных пособий, 8 монографий, «Справочник агрохимика», 23 рекомендации производству, а также ряд научно-популярных книг («Агрохимия в вопросах и ответах» и др.), 155 научных статей в научных журналах СССР, Беларуси и ряда зарубежных стран, получен патент на изобретение.

В 2000 г. избран академиком Белорусской инженерной академии, а в 2009 г. – академиком Международной академии аграрного образования (Россия).

За цикл учебников и учебных пособий (8 работ) по агрохимическим дисциплинам для студентов вузов и учащихся средних специальных учебных заведений аграрного профиля в соавторстве в 2003 г. удостоен Государственной премии Республики Беларусь. В 2006 г. в соавторстве за цикл научных работ «Пути повышения эффективности минеральных удобрений и качества растениеводческой продукции» присуждена премия Национальной академии наук Беларуси. Награжден медалью Франциска Скорины и медалью «За трудовые заслуги». За значительный вклад в науку и образование имя Вильдфлуша в 2016 г. занесено в книгу Славы Могилевщины.

С 1986 по 2012 г. на кафедре агрохимии работала Т. Ф. Персикова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор. В 2003 г. она защитила докторскую диссертацию «Научные основы эффективного использо-

вания биологического азота в условиях дерново-подзолистых легкосуглинистых почв Беларуси». С 1999 по 2012 г. была деканом агроэкологического факультета. Под ее руководством защищено 7 кандидатских диссертаций.

С 1981 по 2011 г. на кафедре агрохимии работал доктор сельскохозяйственных наук, профессор, лауреат Государственной премии Республики Беларусь в области науки и техники, академик МААО С. П. Кукреш.

Им опубликовано 267 научных работ, из них 46 – за рубежом. Разработаны и изданы в соавторстве с другими учеными 5 монографий, 14 учебников и учебных пособий, 9 научных рекомендаций. Являлся ведущим специалистом в области агрохимии. Основное направление его научных исследований – разработка ресурсосберегающих научно обоснованных технологий возделывания льна-долгунца и льна масличного. Под руководством С. П. Кукреша защищено 3 кандидатские диссертации. Им проведены исследования и разработан комплекс агрохимических приемов, способствующих повышению урожайности и качества льнопродукции, основанных на выявлении наиболее эффективных форм, доз и способов внесения и соотношения минеральных удобрений, медленнодействующих азотных и комплексных удобрений с добавками биологически активных веществ гуминовой природы и микроэлементов для 12 новых районированных сортов льна-долгунца различной степени скороспелости на дерново-подзолистых почвах разного уровня кислотности.

В 2003 г. за цикл работ «Создание комплекса учебной литературы по агрохимии для высших и средних специальных учебных заведений» С. П. Кукрешу в соавторстве присуждена Государственная премия Республики Беларусь в области науки и техники.

С 1 января 2020 г. на должность заведующего кафедрой агрохимии назначен доктор сельскохозяйственных наук, доцент Вадим Борисович Воробьев. С 1987 по 1991 г. он работал ассистентом кафедры почвоведения, затем старшим преподавателем. В 1992 г. был избран на должность доцента кафедры почвоведения. С 1993 по 1998 г. работал заместителем декана агрономического факультета. В сентябре 1998 г. избран на должность заведующего кафедрой почвоведения, на которой проработал до 2011 г. В этот период при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований руководил научно-исследовательскими темами:

- «Изменение группового и химического состава органоминеральных коллоидов и гумусового состояния дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы при ее сельскохозяйственном использовании»;

- «Изменение группового и химического состава органоминеральных коллоидов и гумусового состояния дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы под влиянием водной эрозии».

В рамках государственных программ фундаментальных исследований «Природные ресурсы и ландшафты» (2001–2005 гг.) и «Земледелие и механизация» (2006–2010 гг.) в соответствии с темами научно-исследовательских работ Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь руководил исследованиями по темам:

- «Изучение закономерностей в изменениях качественного состава органоминеральных коллоидов при окультуривании дерново-подзолистых легкосуглинистых почв»;

- «Оценка биологического состояния дерново-подзолистых почв при длительном применении удобрений в целях нормирования антропогенной нагрузки», раздел «Изучить закономерности изменения гумусового состояния дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы при различных системах удобрения на фоне минимальной обработки».

Результаты исследований послужили основой докторской диссертации на тему «Трансформация гумусового состояния дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы под влиянием антропогенной нагрузки», которая после окончания докторантуры в 2019 г. была защищена в г. Минске в РУП «Институт почвоведения и агрохимии». С декабря 2018 г. В. Б. Воробьев работал доцентом кафедры сельскохозяйственной биотехнологии, экологии и радиологии, с 1 октября 2019 г. — профессором этой же кафедры. Им создана научная почвоведческая школа, занимающаяся проблемами оптимизации гумусового состояния дерново-подзолистых почв, а также сравнительной оценкой роли различных гумусовых веществ в формировании почвенного плодородия, выявлением закономерностей изменения качественного состава гумуса, его приходной и расходной статей под влиянием основных агротехнических приемов. Под руководством В. Б. Воробьева защищено 4 диссертационные работы на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук.

Результаты исследований опубликованы в монографиях, научных статьях в журналах и сборниках научных трудов, а также использованы при написании учебных пособий, учебных программ, рекомендаций производству.

Им опубликовано 144 научные и учебно-методические работы, в том числе более 100 научных статей, 2 монографии, 4 учебных пособия с грифом Министерства образования Республики Беларусь.

В настоящее время на кафедре агрохимии преподаются дисциплины: агрохимия, система применения удобрений, методы агрохимических исследований, методы агрохимического обследования почв, экологическая агрохимия и защита растений (для магистрантов). Вышеназванные дисциплины преподаются на агроэкологическом и агрономическом факультетах БГСХА, а также для слушателей курсов системы повышения квалификации и переподготовки кадров для агропромышленного комплекса. Кафедра имеет лаборатории агрохимического анализа растений, агрохимического анализа удобрений, агрохимического анализа почв и химического анализа растений, которые оснащены современным оборудованием и приборами и в которых проводятся лабораторно-практические и практические занятия, компьютерный класс на 12 посадочных мест.

Для проведения научно-исследовательской работы аспирантами, магистрантами, студентами и преподавателями предназначена научно-исследовательская лаборатория питания растений и плодородия почв, входящая в состав учебно-научно-исследовательского института агроэкологии. Кафедра имеет опытное поле в Тушково на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА», где проводят опыты аспиранты, магистранты, студенты и преподаватели.

Открыты филиалы кафедры в РУП «Институт почвоведения и агрохимии» и в РУП «Учхоз БГСХА».

В РУП «Институт почвоведения и агрохимии» проводится учебная и производственная практика студентов агроэкологического факультета, проходят стажировку преподаватели. С институтом налажено тесное научное сотрудничество.

В РУП «Учхоз БГСХА» проводится учебная практика студентов агроэкологического и агрономического факультетов, а также занятия в производственных условиях, проходят производственную проверку результаты научных исследований кафедры и осуществляется их внедрение в производство.

Научно-исследовательская работа на кафедре ведется по направлениям изыскания рациональных способов внесения удобрений, изучению новых форм минеральных, органических удобрений, микроудобрений, бактериальных препаратов, регуляторов роста, позволяющих снизить энергозатраты, связанные с применением удобрений, умень-

шить экологическую нагрузку на окружающую среду и получать экологически чистую растениеводческую продукцию, исследованию эффективности комплексного применения средств химизации при возделывании озимых и яровых зерновых культур, люпина, гороха, кукурузы, картофеля, ярового рапса, горчицы белой, редьки масличной.

На протяжении ряда лет преподаватели кафедры являлись руководителями научно-технических программ или их разделов (по гранту Фонда фундаментальных исследований Республики Беларусь), государственных научно-технических программ «Агропромкомплекс», «Агропромкомплекс – возрождение села», «Земледелие и растениеводство», «Биорациональные пестициды», «Биопродуктивность», «Агропромкомплекс – устойчивое развитие», «Инновационные системы земледелия» и др.

С 2001 г. на кафедре агрохимии было выполнено и защищено 24 кандидатские (К. А. Гурбан, А. С. Мастеров, М. Н. Каль, Д. Н. Прокопенков, О. И. Мишура, А. А. Цыганова, С. М. Мижуй, Э. М. Батыршаев, А. Г. Подоляк, А. В. Какшинцев, А. А. Ходянков, Н. Л. Почтовая, С. Д. Курганская, М. В. Царева, В. П. Дуктов, А. В. Шершнева, Е. А. Плевко, И. В. Полховская, О. В. Мурзова, Е. Л. Ионас, Н. В. Барбасов, Ю. В. Коготько) и 3 докторские диссертации (С. П. Кукреш, Т. Ф. Персикова, В. Б. Воробьёв).

В 2006 г. И. Р. Вильдфлуш в соавторстве с В. В. Лапой и А. Р. Цыгановым за цикл научных работ «Пути повышения эффективности минеральных удобрений и качества растениеводческой продукции» была присуждена премия Национальной академии наук Беларуси.

Длительное время на кафедре работали доценты, кандидаты сельскохозяйственных наук Г. Я. Коробова (1945–1964), Э. М. Томсон (1946–1982), Р. Р. Вильдфлуш (1956–1986), С. М. Камасин (1969–2000), Н. К. Закревская (1974–2005), С. Ф. Кукреш-Ходянкова (1987–2012), С. Ф. Шекунова (1986–2016), ассистент, кандидат сельскохозяйственных наук С. Ф. Реуцкая (1979–2003). Непродолжительное время работали также ассистенты Л. А. Макарова, Т. А. Коляда, Е. В. Стрелкова, А. А. Ходянков.

В разные годы на кафедре работали старшие лаборанты К. С. Клименков, Л. А. Кудрявцева, З. И. Решецкая, В. Н. Лагунова, заведующий учебной лабораторией Н. К. Голуб, лаборанты В. Т. Тетерский, А. Е. Латушкина, З. А. Авдеева, А. М. Капустина,

Е. И. Максимова, Н. М. Таткина, И. В. Михалева, Т. А. Соловьева, Л. В. Жук.

В настоящее время на кафедре трудятся 7 преподавателей (В. Б. Воробьёв, заведующий кафедрой, доктор сельскохозяйственных наук, профессор; И. Р. Вильдфлуш, доктор сельскохозяйственных наук, профессор; Э. М. Батыршаев, доцент, кандидат сельскохозяйственных наук; О. И. Мишура, доцент, кандидат сельскохозяйственных наук; Ю. В. Коготько, старший преподаватель, кандидат сельскохозяйственных наук; М. Л. Радкевич, старший преподаватель; Н. В. Барбасов, старший преподаватель, кандидат сельскохозяйственных наук) и 3 сотрудника обслуживающего персонала (К. А. Гурбан, заведующий лабораторией, кандидат сельскохозяйственных наук; С. В. Волкова, заведующий лабораторией; А. Ф. Картавенко, лаборант 1-й категории), занимаются научными исследованиями 4 аспиранта.

УДК 631.82:633.11:633.358:631.559

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ В 3-КОМПОНЕНТНЫХ СМЕШАННЫХ ПОСЕВАХ

М. А. Алёшин, канд. с.-х. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический
университет имени академика Д. Н. Прянишникова»,
Пермь, Российская Федерация

Аннотация. Представлены результаты полевого 2-факторного опыта по установлению влияния азотного удобрения на урожайность и доленое соотношение компонентов в смешанных агроценозах гороха, пшеницы и овса. Максимальная урожайность зерна в опыте (5,13 т/га) получена при возделывании смешанных посевов: горох 20 % + пшеница 60 % + овес 20 %, при внесении азотного удобрения в дозе 30 кг д. в/га.

Ключевые слова: азотное удобрение, зерновые культуры, смешанный агроценоз.

Освоение технологии возделывания смешанных посевов злаковых и бобовых культур в сельском хозяйстве является одним из эффективных путей управления количеством и качеством растительной продукции, а также процессами оптимизации функционирования агрофитоценозов.

В условиях Российской Федерации широко распространены и достаточно изучены 2-компонентные смешанные посевы бобовых культур с пшеницей, овсом, ячменем, которые используются на кормовые цели [1, 2]. Однако малораспространенными остаются сложные совместные посевы злаковых и бобовых культур, которые можно использовать для получения высокобелковых объемистых кормов и зернофуражной массы. Ключевым фактором повышения продуктивности данных посевов, несмотря на включение бобового компонента, является грамотное использование азотных удобрений.

Цель исследования – изучение эффективности использования азотного удобрения в 3-компонентных смешанных посевах посевного гороха, яровой пшеницы и овса.

Для достижения поставленной цели в 2020 г. на участке землепользования ООО «Калинина» Карагайского района Пермского края нами был заложен краткосрочный 2-факторный полевой опыт. Исследования проводились по схеме, предусматривающей наличие следующих факторов: фактор А – соотношение злаковых компонентов в составе смеси (пшеница, % + овес, %) при фиксированном долевом участии (20 %) посевного гороха: $A_0 - 60 \% + 20 \%$; $A_1 - 40 \% + 40 \%$; $A_2 - 20 \% + 60 \%$; фактор В – дозы азотного удобрения, кг д. в/га: $B_0 - N_0$; $B_1 - N_{30}$; $B_2 - N_{45}$.

Общая площадь делянок составила 144 м², учетная – 12,6 м². В качестве объектов исследования были выбраны посевной горох сорта Красноуфимский 11, яровая пшеница сорта Иргина, яровой овес сорта Памяти Балавина.

В качестве азотного удобрения использовали аммиачную селитру (34,4 % д. в.), которую вносили вручную под предпосевную культивацию. Посев и последующий уход за растениями в опыте соответствовали региональной системе земледелия. По достижении восковой спелости пшеницы произвели уборку урожая на зерносенаж.

Почва опытного участка характеризуется низким содержанием гумуса (1,68 %), убывающим вниз по профилю. Пахотный горизонт имеет слабокислую реакцию среды (pH_{KCl} 5,3), повышенное содержание (по Кирсанову) подвижного фосфора и калия.

Любой тип и характер взаимоотношения компонентов в составе смешанных агроценозов выражен посредством изменения интенсивности их развития, модификации биометрических параметров, величины и качества урожая (табл. 1).

На основании данных, представленных в таблице, можно отметить следующее. Урожайность зерносенажной массы в смешанных посевах

возрастала с увеличением доли яровой пшеницы (20 % → 40 % → 60 %) и уменьшением доли ярового овса (60 % → 40 % → 20 %) от 2,80 до 3,63 и 4,17 т/га соответственно. На основании главных эффектов по фактору В наблюдалось достоверное увеличение урожайности на 0,97 т/га при внесении азотного удобрения в дозе 30 кг д. в/га. Последующее увеличение дозы удобрения (N_{45}) приводило к снижению урожайности вследствие угнетения бобового компонента в посеве.

Таблица 1. Влияние азотного удобрения на урожайность зерносенажа смешанных 3-компонентных посевов, т/га

Соотношение злаковых компонентов (А)	Дозы азота (В)			Среднее по фактору А, НСР ₀₅ гл. эфф. = 0,90
	N_0	N_{30}	N_{45}	
Горох 20 % + пшеница 60 % + овес 20 %	3,20	5,13	4,18	4,17
Горох 20 % + пшеница 40 % + овес 40 %	3,04	4,09	3,77	3,63
Горох 20 % + пшеница 20 % + овес 60 %	1,64	3,58	3,17	2,80
Среднее по фактору В, НСР ₀₅ гл. эфф. = 0,90	B_0	B_1	B_2	
	2,63	4,27	3,71	
НСР ₀₅ для частных различий по факторам А и В				1,36

На основании частных различий по фактору А следует отметить, что при отсутствии азотного удобрения наблюдалось достоверное увеличение урожайности смешанных посевов на 1,56 т/га при преваляировании в смеси пшеницы (пшеница 60 % + овес 20 %).

Достоверный эффект от внесения азотных удобрений по частным различиям фактора В можно отметить в варианте пшеница 60 % + овес 20 %. При внесении азотного удобрения (N_{30}) урожайность увеличилась на 1,93 т/га.

Учитывая совокупность рассматриваемых факторов, следует отметить, что максимальная урожайность зерна в опыте (5,13 т/га) получена при возделывании смешанных посевов: горох 20 % + пшеница 60 % + овес 20 %, при внесении азотного удобрения в дозе 30 кг д. в/га.

В ходе проведения эксперимента было установлено влияние азотного удобрения на долевое соотношение компонентов смешанных посевов (гороха, пшеницы, овса) в составе полученной зерносенажной массы (табл. 2).

При всех уровнях азотного питания и вариантах посева долевое участие гороха в урожайности посева было менее 20 %. Наибольшее долевое участие гороха в урожайности смешанного агроценоза прослеживалось во всех вариантах при внесении N_{30} . Данное положение подтверждает более высокую конкуренцию со стороны злаковых куль-

тур в составе смешанного посева, которая дополнительно усиливается при внесении в почву азотного удобрения.

Общая потребность зернобобовых культур в азоте не ниже, но значительная ее часть может восполняться за счет протекания симбиотической азотфиксации. В то время как пшеница и овес положительно реагировали на увеличение дозы азотного удобрения, горох был подавлен при выращивании в смеси. Более быстрый начальный рост пшеницы и овса, чем гороха, дал злаковым начальное конкурентное преимущество. Также можно заметить, что при увеличении дозы азота до 45 кг д. в/га наблюдается снижение долевого участия гороха в урожае.

Таблица 2. Влияние азотного удобрения на долевое соотношение компонентов в 3-компонентном смешанном посеве

Соотношение злаковых компонентов (А)	Дозы азота (В)	Доля в урожае, %		
		гороха	пшеницы	овса
Горох 20 % + пшеница 60 % + овес 20 %	0	15	60	25
	30	16	63	21
	45	10	66	24
Горох 20 % + пшеница 40 % + овес 40 %	0	15	30	55
	30	18	43	39
	45	12	48	40
Горох 20 % + пшеница 20 % + овес 60 %	0	12	25	63
	30	19	25	56
	45	9	36	55

В вариантах горох 20 % + пшеница 60 % + овес 20 % доля в урожае яровой пшеницы и ярового овса оказалась выше, чем их количество в составе высеваемой смеси. Это говорит о более высокой конкурентоспособности и выживаемости растений, чем при других вариантах. В вариантах без удобрений с равным соотношением злаковых культур (пшеница 40 % + овес 40 %) доля урожайности овса (55 %) преобладала над долей пшеницы (30 %). Также наблюдается тенденция возрастания долевой части пшеницы с повышением доз азотных удобрений во всех вариантах посева.

На основании представленных результатов можно сделать следующее заключение. Используемое в опыте азотное удобрение повлияло на урожайность зерносенажной массы за счет изменения уровня азотного питания и долевого соотношения культур в составе формируемого агроценоза. При внесении азотного удобрения в дозе 30 кг д. в/га наблюдалось достоверное увеличение урожайности посевов на

1,05–1,94 т/га. Наиболее близкое долевое соотношение высеваемой смеси к рецептурному было получено во всех вариантах у пшеницы и овса при использовании азотного удобрения в дозах 30 и 45 кг д. в/га. При внесении азотного удобрения происходило увеличение конкурентоспособности и доли в составе полученного урожая злаковых культур (яровой пшеницы, ярового овса).

ЛИТЕРАТУРА

1. Безгодова, И. Л. Эффективность выращивания смешанных посевов на основе перспективных сортов зернобобовых культур / И. Л. Безгодова, Н. Ю. Коновалова // Агрозоотехника. – 2019. – № 4. – С. 1–11.
2. Алёшин, М. А. Изменение урожайности и биохимического состава зерна полевых культур в смешанных посевах при использовании минеральных удобрений / М. А. Алёшин, Л. А. Михайлова // Плодородие. – 2020. – № 2 (113). – С. 9–13.

УДК 633.8:631.86.82

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА НАКОПЛЕНИЕ БИОМАССЫ РАСТЕНИЯМИ ВАЛЕРИАНЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ

О. М. Ануфрик, науч. сотрудник

РУП «Гродненский зональный институт растениеводства

НАН Беларуси»,

Гродно, Республика Беларусь

Лекарственные растения, как произрастающие и заготавливаемые в естественной среде, так и возделываемые в условиях сельскохозяйственной культуры, являются источником лекарственного растительного сырья. Одним из таких растений является валериана лекарственная (*Valeriana officinalis* L.).

Введение валерианы лекарственной в культуру привело к необходимости проведения комплекса исследований, направленных на изучение отношения этого растения к условиям произрастания, органическим и минеральным удобрениям. Увеличение объемов производства валерианы лекарственной является важнейшей задачей ее производителей. Это позволяет снизить интенсивность сбора валерианы лекарственной в естественных биоценозах, сохранить биологическое разнообразие флоры Республики Беларусь [1, 2].

Цель исследований – установить особенности динамики формирования надземной и подземной биомассы валерианы лекарственной в зависимости от уровня минерального питания.

Полевой опыт по изучению влияния различных доз органических и минеральных удобрений на урожайность корней и корневищ валерианы лекарственной закладывался на опытном поле УО ГГАУ в 2016–2018 гг. Почва опытного участка – дерново-подзолистая, развивающаяся на песчанистой связной супеси, подстилаемая с глубины 50 см моренным суглинком. Агрохимические показатели пахотного слоя почвы: гумус – 1,6 %, pH в KCl – 6,2; содержание P_2O_5 – 165, K_2O – 150 мг/кг почвы.

Схема опыта предусматривала изучение пяти уровней минерального питания, включающих различные дозы органических и минеральных удобрений (таблица). Повторность опыта трехкратная. Общая площадь делянки составляла 28 м^2 ($2,8 \times 10$), площадь учетной делянки – $11,2 \text{ м}^2$ ($1,4 \times 8$), что соответствовало требованиям методики полевого опыта. Размещение делянок рендомизированное.

Продукционный процесс формирования урожайности культуры осуществляется благодаря функционированию фотосинтезирующей системы агроценоза (посева) в конкретных почвенно-климатических условиях, которые зависят от факторов внешней среды [3, 4].

Динамика накопления органического вещества является важным критерием продукционного процесса сельскохозяйственных культур, в частности и валерианы лекарственной [5].

Применение удобрений активизирует продукционный процесс валерианы лекарственной, изменяет физиологические и биохимические показатели растений в сторону их увеличения, что должно отразиться на образовании биологической массы растений в течение вегетации.

Проведенные исследования показали, что накопление органического вещества в различных частях валерианы лекарственной проходило на протяжении всего периода вегетации, но с разными темпами. В подведении итогов берется среднее значение по вариантам опыта. По результатам исследований в среднем за 2016–2017 гг. за период вегетации валерианы лекарственной по отдельным фазам роста и развития уровень накопления общей биомассы составлял от 4,6 до 113,0 ц/га.

При нормальных условиях увлажнения наибольшее накопление биомассы отмечалось в фазе прикорневой розетки и при уборке культуры (85,6–113,0 ц/га). Более низкий показатель был в фазе 5–6 листь-

ев (4,6 ц/га). Самое большое количество было установлено в варианте с очень высоким уровнем минерального питания (90 т/га навоза + N₁₂₀P₈₀K₁₆₀) – 136,5 ц/га (таблица). В 2018 г. при засушливых условиях общее количество биомассы в течение вегетации составляло 3,7–77,2 ц/га, что на 0,9–35,8 ц/га меньше, чем в среднем за 2016–2017 гг. К моменту уборки лучшим оказался вариант с очень высоким уровнем минерального питания – 86,9 ц/га, что, однако, на 49,6 ц/га меньше, чем при нормальных условиях увлажнения. Накопление биомассы корней и корневищ валерианы лекарственной наиболее активными темпами происходило в середине вегетации. Если в фазе 5–6 листьев на их долю приходилось 34–37 % от биомассы всего растения, то в фазе 10–12 листьев – уже 50–52 %, в прикорневой розетке листьев – 52–55 %. На начальных этапах роста растения валерианы формируют надземную вегетативную массу, обеспечивают интенсивный биосинтез органического вещества, значительная часть которого идет на формирование биомассы корней и корневищ в последующие этапы роста.

**Влияние удобрений на накопление биомассы
растениями валерианы лекарственной, 2016–2018 гг., ц/га**

Уровень минерального питания	Доза удобрений	5–6 настоящих листьев			10–12 настоящих листьев			Полная прикорневая розетка			Уборка		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
2016–2017 гг., среднее													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. Низкий	30 т/га навоза + N ₃₀ P ₂₀ K ₄₀	2,5	1,6	4,1	11,5	13,6	25,1	31,4	32,6	64,0	49,0	34,8	83,8
2. Средний	60 т/га навоза + N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀	2,8	1,5	4,3	12,3	13,9	26,2	35,7	44,8	80,5	52,5	49,1	101,6
3. Повышенный	90 т/га навоза + N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀	2,8	1,6	4,4	12,5	13,8	26,3	36,1	49,1	85,2	57,1	57,0	114,1
4. Высокий	90 т/га навоза + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	3,3	1,7	5,0	13,4	14,5	27,9	43,2	53,0	96,2	64,3	64,6	128,9
5. Очень высокий	90 т/га навоза + N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₆₀	3,7	1,7	5,4	14,2	14,8	29,0	44,6	57,3	101,9	67,9	68,6	136,5
Среднее по вариантам		3,0	1,6	4,6	12,8	14,1	26,9	38,2	47,4	85,6	58,2	54,8	113,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2018 г.													
1. Низкий	30 т/га навоза + N ₃₀ P ₂₀ K ₄₀	2,0	1,3	3,3	8,0	7,5	15,5	22,4	24,6	47	38,6	27,9	66,5
2. Сред- ний	60 т/га навоза + N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀	2,2	1,4	3,6	8,6	8,1	16,7	25,9	28,0	53,9	40,4	33,4	73,8
3. Повы- шенный	90 т/га навоза + N ₆₀ P ₄₀ K ₈₀	2,2	1,3	3,5	8,5	8,1	16,6	28,3	29,7	58	41,5	34,9	76,4
4. Высо- кий	90 т/га навоза + N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	2,5	1,5	4	9,4	9,6	19	30,1	31,5	61,6	45,7	36,8	82,5
5. Очень высокий	90 т/га навоза + N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₆₀	2,8	1,5	4,3	9,8	10,1	19,9	31,5	35,2	66,7	47,8	39,1	86,9
Среднее по вариан- там		2,3	1,4	3,7	8,9	8,7	17,5	27,6	29,8	57,4	42,8	34,4	77,2

Примечание. 1 – биомасса ботвы; 2 – биомасса корней и корневид; 3 – общая биомасса.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что интенсивность образования биологической массы растений валерианы лекарственной обуславливается уровнем минерального питания и метеорологическими условиями вегетационного периода. Наиболее высокие темпы биосинтеза органического вещества отмечаются при благоприятных условиях и в варианте с очень высоким уровнем минерального питания (90 т/га навоза + N₁₂₀P₈₀K₁₆₀).

ЛИТЕРАТУРА

1. Тарасенко, С. А. Физиолого-агрохимические особенности высокоинтенсивного продукционного процесса сельскохозяйственных культур в западном регионе Беларуси: монография / С. А. Тарасенко. – Гродно: ГГАУ, 2013. – 274 с.
2. Агробиологические особенности выращивания валерианы лекарственной в почвенно-климатических условиях Республики Беларусь: монография / Г. М. Милоста [и др.]. – Гродно: ГГАУ, 2015. – 236 с.
3. Тарасенко, С. А. Физиолого-биохимические основы высокой продуктивности лекарственных растений в агроценозах: монография / С. А. Тарасенко, С. В. Брилева, О. А. Белоус. – Гродно: ГГАУ, 2008. – 191 с.
4. Шеин, Е. В. Основные законы продукционного процесса / Е. В. Шеин, В. М. Гончаров // Агрофизика: учеб. пособие. – Ростов-на-Дону, 2006. – С. 3.
5. Брилева, С. В. Валериана лекарственная – ценная культура для фармацевтической промышленности / С. В. Брилева // Современные проблемы использования почв и повышения эффективности удобрений: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Горьки, 2001. – С. 20.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДА ФУЛТАЙМ В ПОСЕВАХ СИЛЬФИИ ПРОНЗЕННОЛИСТНОЙ В ПЕРВЫЙ ГОД ЖИЗНИ

Е. Г. Артемук, канд. биол. наук, доцент

Т. И. Новикова, магистрант

УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»,
Брест, Республика Беларусь

В настоящее время ведется поиск способов защиты новой интродуцированной культуры – сильфии пронзеннолистной – от сорной растительности. Сильфия пронзеннолистная способна дополнить видовой ассортимент кормовых культур, богатых белком и энергией, а также не требующих больших финансовых вложений [1]. Поскольку одним из основных источников консервированных сочных кормов в настоящее время является кукурузный силос, площади кукурузных посевов в Республике Беларусь из года в год сохраняются на уровне 1 млн гектаров, что требует больших материальных затрат. По расчетам специалистов себестоимость кормовой единицы кукурузного силоса в 2,3 раза выше, чем у многолетних трав, что не позволяет снизить себестоимость мяса и молока [3]. Ценность сильфии заключается в возможности ее использования в качестве альтернативы кукурузному корму. Сильфия пронзеннолистная уже внедрена в сельскохозяйственных предприятиях Брестского, Березовского, Малоритского, Каменецкого, Жабинковского, Ивановского и Кобринского районов [2]. Расширение посевов сильфии пронзеннолистной может позволить решить проблему оптимизации кормовой базы и увеличить производство недорогого кормового белка. Однако развитие растений сильфии в первый год жизни проходит очень медленно. В связи с этим основная работа по уходу за посевами сводится к борьбе с сорняками. Способы защиты сильфии пронзеннолистной от сорняков в первый год жизни практически не изучены. На культуре сильфии пронзеннолистной не зарегистрирован ни один гербицид, действующий по вегетирующей культуре. Выявлено (А. Ф. Степанов, М. П. Чупина (2012)) [4], что травостой сильфии из-за низкой полевой всхожести и сильного угнетения его сорняками оказывается весьма изрежен в первый год жизни. Начиная со второго года отпадает необходимость использовать какие-

либо химические средства борьбы с сорняками, так как густые листья сильфии оставляют сорняки без света, просто не давая им развиваться.

Цель исследования – оценка эффективности действия гербицида Фултайм в посевах сильфии пронзеннолистной в первый год жизни.

Полевой опыт был заложен на опытном участке Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси в СПК «Красный партизан» Малоритского района Брестской области. Семена сильфии были посеяны в грунт 20 мая 2021 г. на опытных деланках площадью 25 м²; повторность опыта четырехкратная. Контрольный вариант – без внесения гербицида. Обработка (опрыскивание) гербицидом проведена дважды: после появления семядольных листьев сильфии и после появления флагового листа. Фултайм является гербицидом почвенного действия и ранее не исследовался по вегетирующей культуре. Норма расхода рабочей жидкости – 1 и 1,5 л/га. Учет сорняков проведен количественно-весовым методом через 30 дней после обработки с площади 1 м².

Результаты исследований показали, что наиболее многочисленными среди сорняков оказались амарант запрокинутый и пырей ползучий. Учет сорняков, встречающихся в небольших количествах (бодяк полевой, ежовник обыкновенный) и единично (росичка, щетинник зеленый, одуванчик обыкновенный), не проводился. Данные количественно-весового учета сорных растений после внесения гербицида и процент гибели сорняков по отношению к контрольному варианту приведены в таблице.

Учет сорняков после применения гербицида Фултайм

Вариант опыта	Амарант запрокинутый		Пырей ползучий	
	Количество (шт.)/масса (г)	Гибель по отношению к контролю, %	Количество (шт.)/масса (г)	Гибель по отношению к контролю, %
Контроль	72 / 66	–	44 / 7,4	–
Внесение гербицида в фазе семядольных листьев				
Фултайм, 1 л/га	46 / 35	36 / 47	32 / 4,2	27 / 43
Фултайм, 1,5 л/га	58 / 42	19 / 36	38 / 4,3	14 / 42
Внесение гербицида в фазе флагового листа				
Фултайм, 1 л/га	52 / 40	28 / 39	28 / 3,6	36 / 51
Фултайм, 1,5 л/га	62 / 48	14 / 27	36 / 4,5	18 / 39

Таким образом, гибель сорных растений по отношению к контрольному варианту при применении гербицида Фултайм в дозе 1 л/га составила 27–36 % в количественном выражении и 39–51 % в весовом выражении. При использовании препарата Фултайм в дозе 1,5 л/га погибло 14–19 % сорных растений от их количества и 27–42 % от массы. Наблюдалось более выраженное снижение массы, чем количества сорных растений. Отмечено угнетающее действие препарата в дозе 1,5 л/га на листья сельфий (усыхание, хлороз). Препарат не оказал эффективного подавляющего действия на амарант и пырей при обработке по вегетирующим растениям сельфий. Возможной причиной низкой эффективности гербицида Фултайм явилось несвоевременное его применение, так как препарат является гербицидом почвенного действия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Капустин, Н. И. Совершенствование кормопроизводства Северо-Западной зоны / Н. И. Капустин // Кормопроизводство. – 1999. – № 12. – С. 2–6.
2. Пастухова, М. А. Обоснование приемов возделывания сельфий пронзеннолистной (*Silphium perfoliatum* L.) в условиях Брестской области: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / М. А. Пастухова; БГСХА. – Горки, 2021. – 216 с.
3. Рядчиков, В. Г. Основы питания и кормления сельскохозяйственных животных: учеб.-практ. пособие / В. Г. Рядчиков. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – 328 с.
4. Степанов, А. Ф. Особенности возделывания сельфий пронзеннолистной на корм и семена в Западной Сибири / А. Ф. Степанов, М. П. Чупина // Аграр. вестн. Урала. – 2012. – № 7 (99). – С. 13–17.

УДК 631.45:631.5

ОБЩАЯ ТОКСИЧНОСТЬ ПОЧВЫ ПРИ РАЗЛИЧНОМ ПО ИНТЕНСИВНОСТИ АГРОТЕХНИЧЕСКОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

Т. И. Афанасьева, аспирантка
А. М. Труфанов, канд. с.-х. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Ярославская государственная
сельскохозяйственная академия»,
Ярославль, Российская Федерация

В свете современных сберегающих направлений развития земледелия большое внимание уделяется экологической устойчивости агроландшафтов, которая реализуется режимами органического вещества, реакции среды, структурного состояния и сложения почвы, воздуха,

влаги, тепла, биогенности, биологической активности почвы, фитосанитарного состояния агроценозов, общей токсичности и т. д. [2].

Нарушение этой сбалансированности и повышение токсичности почвы может быть следствием самых различных причин. Основными из них являются: образование вредных продуктов жизнедеятельности, межорганизменные взаимодействия, неблагоприятные физико-химические условия среды, загрязнение в результате хозяйственной деятельности человека, в том числе применения агротехнологий [4].

Например, пестициды могут быть фитотоксичны по отношению к культуре, признаки этого различны и проявляются в снижении всхожести и энергии прорастания семян [3]. Нельзя не учитывать и влияние удобрений на эти процессы: биологическая токсичность может проявляться на интенсивном и высокоинтенсивном минеральном фоне, тогда как совместное применение органических и минеральных удобрений элиминирует негативные процессы [1].

Таким образом, оценка фитотоксичности почвы особенно актуальна в агроценозах, в которых человек регулирует условия произрастания растений.

Цель исследований – установить влияние технологий возделывания культур кормового севооборота на показатель общей фитотоксичности дерново-подзолистой почвы.

Методика исследований. В статье приведены результаты исследований 2020 г., проведенных в многолетнем полевом опыте кафедры «Агрохимия» ФГБОУ ВО «Ярославская ГСХА» и Ярославского НИИЖК – филиала ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве при изучении двух факторов: культур кормового севооборота (многолетние травы 1, 2 и 3-го г. п.; ячмень на зерно; кукуруза на силос) и технологий возделывания (экстенсивная – без удобрений и пестицидов – контроль; интенсивная – органические удобрения с дифференцированным внесением минеральных удобрений в рекомендованных нормах; высокоинтенсивная – органические удобрения с дифференцированным внесением повышенных доз минеральных удобрений, проведение химической защиты растений; органическая – без минеральных удобрений и пестицидов, органические удобрения – сидерат (рапс), ячменная солома, последний укос многолетних трав на сидерат, навоз). Площадь под каждой культурой – 600 м² – делянки первого порядка, на делянках второго порядка площадью 120 м² изучаются технологии возделывания. Опыт заложен методом расщепленных делянок в трехкратной повторности.

Анализ фитотоксичности почвы проводился по методу почвенных пластинок: в качестве тест-объекта использовали семена озимой ржи. В чашку Петри помещали 60 г почвы, увлажняли ее и высевали 25 шт. семян. Всхожесть семян, длину проростков и корней растений учитывали на восьмой день при ежедневном увлажнении почвы. Контролем служили растения, развивающиеся на смоченной водой фильтровальной бумаге.

Результаты исследований и их обсуждение. Токсические свойства дерново-подзолистая среднесуглинистая почва в 2020 г. практически не проявляла по сравнению с абсолютным контролем (фильтровальной бумагой), так как не было отмечено снижения показателей развития тест-объекта более чем на 20–30 %; снижение в пределах 20–25 % наблюдалось по показателю всхожести семян лишь в некоторых вариантах (таблица).

Общая токсичность почвы (в среднем по изучаемым факторам)

Вариант	Показатель развития тест-культуры								
	Всхожесть, %			Длина проростка, см			Длина корней, см		
	Слой почвы, см								
	0–10	10–20	0–20	0–10	10–20	0–20	0–10	10–20	0–20
Фактор А. Культура севооборота									
Ячмень	64,3	70,3	67,3	8,1	9,5	8,8	7,4	7,7	7,5
Кукуруза	66,3	64,0	65,2	8,2	7,8	8,0	7,3	6,9	7,1
Мн. тр. 1-го г. п.	55,2	63,7	59,4	9,5	9,7	9,6	7,6	8,3	8,0
Мн. тр. 2-го г. п.	68,0	57,3	62,7	9,0	9,0	9,0	7,5	7,2	7,4
Мн. тр. 3-го г. п.	70,0	62,3	66,2	8,9	9,2	9,0	7,3	7,3	7,3
НСР ₀₅	F _φ <F ₀₅	F _φ <F ₀₅	F _φ <F ₀₅	F _φ <F ₀₅	F _φ <F ₀₅	F _φ <F ₀₅	F _φ <F ₀₅	F _φ <F ₀₅	F _φ <F ₀₅
Фактор В. Технология возделывания									
Контроль	66,4	61,6	64,0	8,5	9,3	8,9	7,5	7,8	7,7
Интенсивная	59,1	62,4	60,7	8,8	8,6	8,7	7,3	7,3	7,3
Высокоинтенсивная	61,9	62,7	62,3	8,8	8,8	8,8	7,5	7,3	7,4
Органическая	71,7	67,5	69,6	8,7	9,3	9,0	7,4	7,5	7,4
Контроль (филь- тровальная бумага)	84,0			4,4			5,7		
НСР ₀₅	F _φ <F ₀₅	F _φ <F ₀₅	F _φ <F ₀₅	F _φ <F ₀₅	F _φ <F ₀₅	F _φ <F ₀₅	F _φ <F ₀₅	F _φ <F ₀₅	F _φ <F ₀₅

Максимальной всхожести тест-культуры способствовали образцы почвы, взятые в вариантах выращивания ячменя в слое 0–20 см (67,3 %), что было обусловлено слоем 10–20 см (70,3 %), тогда как в слое 0–10 см всхожесть была выше в вариантах выращивания много-

летних трав, особенно 3-го г. п. (70,0 %). Это может быть связано с глубиной проникновения и общим развитием корневой системы культурных растений: более глубокое распространение корней кукурузы и многолетних трав в большей степени подавляло прорастание семян тест-культуры за счет аллелопатического воздействия в более глубоких слоях. Длина проростка, наоборот, увеличивалась в вариантах возделывания многолетних трав, особенно 1-го г. п. (9,6 см в слое 0–20 см), тогда как длина корней, как и в случае со всхожестью, была ниже в вариантах выращивания ячменя (7,5 см в слое 0–20 см). Снижение токсичности почвы под посевами ячменя можно объяснить более коротким периодом вегетации (и, соответственно, временем воздействия на почву) по сравнению с многолетними травами и менее интенсивной технологией возделывания по сравнению с кукурузой.

Среди изучаемых технологий тенденцию повышения показателей развития тест-культуры (снижение токсичности) обеспечивали варианты без применения агрохимикатов. Так, органическая технология способствовала повышению всхожести по сравнению с интенсивными технологиями в среднем на 8,1 % в слое 0–20 см, при данной технологии показатель всхожести достиг своего максимума во всех изучаемых слоях. Длина проростка также возрастала (в среднем на 2,9 % в слое 0–20 см) при использовании органической технологии (с максимумом в слое 10–20 см – 9,3 см). Наибольшей длине корней способствовала контрольная технология (7,7 см в слое 0–20 см, за счет слоя 10–20 см – 7,8 см), однако это связано, в первую очередь, с необходимостью увеличения площади корневой системы для поиска питательных элементов в связи с низким их содержанием без применения каких-либо удобрений при данной технологии.

Закключение. Выращивание многолетних трав обеспечивает улучшение питательного режима и более мощное развитие проростка тест-культуры, однако всхожесть и длина корней имеют динамику увеличения при выращивании ячменя как культуры, оказывающей наименьшее отрицательное воздействие на почву (как со стороны своей корневой системы, так и со стороны технологии ее возделывания). Исключение из технологий возделывания пестицидов и минеральных удобрений способствует повышению показателей развития тест-культуры – снижению токсичности почвы, что особенно проявилось при органической технологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зинченко, М. К. Биологическая токсичность серой лесной почвы в зависимости от систем удобрений / М. К. Зинченко, О. В. Селицкая // *Агрохим. вестн.* – 2011. – № 5. – С. 38–40.
2. Кирюшин, В. И. Цена экологической устойчивости сельскохозяйственного ландшафта / В. И. Кирюшин // *Изв. Оренбур. гос. аграр. ун-та.* – 2004. – № 4. – С. 9–12.
3. Влияние гербицидов избирательного действия на биологическую активность и токсичность почвы в условиях степной зоны Бурятии / Ю. Ю. Содбоева [и др.] // *Вестн. Краснояр. гос. аграр. ун-та.* – 2018. – № 6 (141). – С. 17–20.
4. Направленность биохимических процессов при применении ресурсосберегающих агроприемов / Е. В. Чебыкина [и др.] // *Вестн. АПК Верхневолжья.* – 2015. – № 2 (30). – С. 29–34.

УДК 632.95:635.21

БИОЛОГИЧЕСКАЯ И ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕСТИЦИДОВ И КОМПЛЕКСНЫХ ПРОГРАММ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ

К. Г. Бардовская, магистрант

В. Р. Кажарский, канд. с.-х. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Актуальность. Картофель принадлежит к числу важнейших сельскохозяйственных культур. Производство картофеля в Беларуси в расчете на душу населения за 2020 г. составило 558 кг. Посадки картофеля подвержены болезням, вредителям и засорению, что может вызвать резкое снижение продуктивности. Исходя из этого изучение эффективности современных средств защиты картофеля и программ их комплексного применения представляет собой актуальную задачу.

Цель исследования – оценка биологической и хозяйственной эффективности пестицидов и комплексных программ их применения в посадках картофеля.

Материалы и методика исследований. Исследования проведены на опытном поле БГСХА «Тушково» в 2021 г. в соответствии с общепринятыми методиками в защите растений [1–3].

Почва опытных участков дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке. Агрохимические показатели: содержание гумуса – 1,97 %, подвижных форм фосфора и калия – 197 и 204 мг/кг почвы, рН_{KCl} 5,97.

Предшественник – ячмень. Исследования проведены на сорте Скарб. Агрофон питания: $N_{87}P_{60}K_{120}$. Обработка почвы: вспашка на глубину 20–25 см, нарезка гребней КОН-4,2 (14.05.2021). Посадку проводили сажалкой КСМ-4 с нормой 55 тыс. шт/га (14.05.2021).

Протравливание клубней проводили препаратами Эместо Квантум и Эместо Сильвер перед посадкой – 14.05.2021. Междурядные обработки почвы проведены 27.05.2021 и 01.06.2021. В борьбе с сорной растительностью применяли Зенкор Ультра и Бандур Форте после третьего окучевания до всходов – 02.06.2021. Проводили 4 обработки фунгицидами: фунгицид 1 – Инфинито + Пропульс (05.07.2021, начало бутонизации); фунгицид 2 – Инфинито (16.07.2021); фунгицид 3 – Антракол (30.07.2021); фунгицид 4 – Антракол (09.08.2021).

Метеоусловия вегетационного периода 2021 г. имели важную особенность: высокая температура и дефицит осадков в летние месяцы, что привело к позднему развитию болезней и снижению урожайности.

Результаты исследований и их обсуждение. Засоренность контроля перед уборкой составила 68,8 шт/м² с массой 1327,8 г/м². Биологическая эффективность гербицида Зенкор Ультра составила 92,4 % по численности сорняков и 95,8 % по массе (табл. 1).

Таблица 1. Эффективность гербицидов на посадках картофеля перед уборкой

Вариант	Масса сорных растений, г	Всего, шт/м ²	Ромашка пахучая	Марь белая	Рапс, падалица	Горец, виды	Пикульник обыкновенный	Ярутка полевая	Фиалка полевая	Пастушья сумка	Куриное просо
Засоренность, шт/м²											
1. Контроль	1327,8	68,8	9	11,2	2,3	10,2	7,3	5,2	2,3	4,2	17,1
Биологическая эффективность, %											
2. Зенкор Ультра, 1,2 л/га	95,8	92,4	96,7	83,0	95,7	94,1	100	94,2	100	97,6	88,9
3. Бандур Форте, 3,0 л/га	96,9	92,7	95,6	88,4	91,3	79,4	100	96,2	100	100	95,3

На основании полученных данных можно отметить, что в условиях 2021 г. Бандур Форте по сравнению с препаратом Зенкор Ультра показал несколько меньшую эффективность в отношении ромашки пахучей

чей, падалицы рапса и особенно в отношении видов горца (–14,7 %). По остальным видам сорных растений эффективность данного препарата была выше или на том же уровне.

К началу отмирания ботвы развитие фитофтороза в контроле было на уровне 7,3 % (табл. 2). Начало развития альтернариоза отмечено раньше – к концу цветения растений ($R = 4,3$ % в контроле).

Таблица 2. Эффективность использования средств защиты растений на посадках картофеля против фитофтороза и альтернариоза

Вариант	05.07.2021 (смыкание ботвы)	16.07.2021 (начало цветения)	30.07.2021 (конец цветения)	09.08.2021 (начало отмирания)	24.08.2021 (отмирание ботвы)
Фитофтороз, %					
1. Контроль, без опрыскивания фунгицидами	0	0	0	7,3	52,6
Биологическая эффективность против фитофтороза, %					
2. Инфинито, 1,6 л/га + Пропульс, 0,3 л/га (05.07.2021); Инфинито, 1,6 л/га (16.07.2021); Антракол, 1,75 кг/га (30.07.2021); Антракол, 1,75 кг/га (09.08.2021)	–	–	–	83,6	67,5
Альтернариоз, %					
1. Контроль, без опрыскивания фунгицидами	0	0	4,3	13,1	26,3
Биологическая эффективность против альтернариоза, %					
2. Инфинито, 1,6 л/га + Пропульс, 0,3 л/га (05.07.2021); Инфинито, 1,6 л/га (16.07.2021); Антракол, 1,75 кг/га (30.07.2021); Антракол, 1,75 кг/га (09.08.2021)	–	–	93,0	70,2	51,3

К концу августа (в фазе отмирания ботвы) развитие фитофтороза составило 52,6 %, а альтернариоза – 26,3 %. Биологическая эффективность программы применения фунгицидов против фитофтороза к моменту начала естественного отмирания ботвы составила 83,6 %, а через 2 недели, ко времени отмирания ботвы, этот показатель составил 67,5 %. В отношении альтернариоза эффективность фунгицидов составила 93,0 % в конце июля и 51,3 % при последнем учете в конце августа.

При первом учете в контрольном варианте количество личинок колорадского жука составило 3,2 шт/растение и имело тенденцию

к нарастанию до 10,4 шт/растение (табл. 3). Эффективность Эместо Квантум, 0,35 л/т, составила 98,9–100 %.

Таблица 3. Заселенность посадок картофеля личинками колорадского жука и биологическая эффективность протравителей

Вариант	Заселенность кустов колорадским жуком, шт/растение в динамике				Снижение численности относительно контроля, %			
	10.07.21	15.07.21	20.07.21	25.07.21	1-й	5-й	10-й	15-й
1. Контроль	3,2	9,1	10,4	10,2	–	–	–	–
2. Эместо Квантум, 0,35 л/т	0	0,1	0,1	0	100	98,9	99,0	100

Протравитель Эместо Квантум, 0,35 л/т, показал высокую эффективность против проволочника (87,1 %) и ризоктониоза (91,8 %) (табл. 4).

Таблица 4. Результаты клубневого анализа урожая

Вариант	Проволочник, % поврежденных клубней	Ризоктониоз: R, %	Парша серебристая: R, %	Парша обыкновенная: R, %
1. Контроль, без инсектицидов и фунгицидов	22,5	7,3	10,3	3,1
Биологическая эффективность, %				
2. Эместо Квантум, 0,35 л/т	87,1	91,8	53,4	9,7

Против парши серебристой отмечена удовлетворительная эффективность на уровне 53,4 %, а против парши обыкновенной эффект был незначительным (9,7 %).

Урожайность картофеля в контроле составила 69 ц/га. Использование гербицида Зенкор Ультра обеспечило прибавку 170,5 ц/га, комбинация гербицида с протравителем Эместо Квантум – 287,5 ц/га. Максимальная урожайность была получена в варианте с полной схемой защиты растений – с использованием протравителей Эместо Квантум, гербицида Бандур Форте и комбинации фунгицидов – 423,5 ц/га (табл. 5).

**Таблица 5. Эффективность химических средств защиты растений
в посадках картофеля**

Вариант	Число клубней, шт/куст	Масса клубней, г/куст	Средняя масса клубня, г	Биологическая урожайность, ц/га
1. Контроль, без ХСЗР	3,3	138	41,8	69
2. Зенкор Ультра, 1,2 л/га	6,3	479	76,0	239,5
3. Эместо Квантум, 0,35 л/т; Зенкор Ультра, 1,2 л/га	9,2	713	77,5	356,5
4. Эместо Квантум, 0,35 л/т; Зенкор Ультра, 1,2 л/га; Инфинито, 1,6 л/га + Пропульс, 0,3 л/га; Инфинито, 1,6 л/га; Антракол, 1,75 кг/га; Антракол, 1,75 кг/га	10,1	804	79,6	402
5. Эместо Квантум, 0,35 л/т; Бандур Форте, 3,0 л/га; Инфинито, 1,6 л/га + Пропульс, 0,3 л/га; Инфинито, 1,6 л/га; Антракол, 1,75 кг/га; Антракол, 1,75 кг/га	10,7	847	79,2	423,5
НСР ₀₅	–	–	–	20,1

Выводы. Зенкор Ультра и Бандур Форте снижают засоренность к уборке более чем на 92 %. Программа применения фунгицидов Инфинито, Пропульс и Антракол в условиях текущего сезона обеспечила к началу отмирания ботвы эффективность против фитофтороза и альтернариоза 83,6 и 70,2 % соответственно. Протравитель Эместо Квантум позволяет полностью контролировать заселение посадок картофеля колорадским жуком, эффективно сдерживать повреждение проволочником, ризоктониоз, частично – паршу серебристую. Каждый изучаемый элемент защиты обеспечивает достоверный рост урожайности. Комбинация изучаемых пестицидов позволила получить урожайность на уровне 423,5 ц/га при урожайности в контроле 69 ц/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / сост.: С. В. Сорока, Т. Н. Лапковская; РУП «Ин-т защиты растений». – Несвиж: МОУП «Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного», 2007. – 58 с.
2. Методические указания по проведению регистрационных испытаний фунгицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / под ред. С. Ф. Буги; РУП «Ин-т защиты растений». – Несвиж: МОУП «Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного», 2007. – 512 с.
3. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве / под ред. Л. И. Трепашко; РУП «Ин-т защиты растений». – Несвиж: МОУП «Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного», 2009. – 320 с.

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ПЕРЕХОД РАДИОНУКЛИДОВ В ЗЕРНО ПРОСА НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

Э. М. Батыршаев, канд. с.-х. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Загрязненные радионуклидами сельскохозяйственные земли требуют более пристального внимания агрохимической науки, так как на них, кроме всего прочего, необходимо обеспечивать получение нормативно-чистой продукции [2].

В отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС необходимо разрабатывать научно обоснованные защитные мероприятия, позволяющие получать стабильные урожаи различных сельскохозяйственных культур и оптимизировать затраты на проведение контрмер за счет изучения закономерностей поведения радионуклидов в системе «почва – растение» [1].

Система применения удобрений при возделывании проса на радиоактивно загрязненных землях должна быть ориентирована на получение максимального количества продукции с минимальными затратами и наименьшей концентрацией радионуклидов в товарной части [3].

В задачи научных исследований входило изучение влияния минеральных удобрений на урожайность и накопление ^{137}Cs и ^{90}Sr зерном проса при его возделывании на дерново-подзолистой супесчаной почве в условиях радиоактивного загрязнения.

Научные исследования проводились в 2009–2010 гг. в полевых опытах на территории КСУП «Дубовый Лог» Добрушского района Гомельской области на дерново-подзолистой среднеоккультуренной супесчаной, подстилаемой моренным суглинком с глубины до 1 м почве.

По агрохимическим показателям почвы пахотного горизонта до закладки опытов почва опытного участка характеризовалась слабокислой реакцией почвенной среды (pH_{KCl} 5,67), средним содержанием гумуса (1,9 %), повышенной обеспеченностью подвижными соединениями фосфора (248 мг/кг), низким содержанием подвижного калия (124 мг/кг). Обеспеченность почвы обменным кальцием была средней (985 мг/кг), обменным магнием – повышенной (247 мг/кг).

Плотность загрязнения почвы ^{137}Cs составила 614 кБк/м^2 ($16,6 \text{ Ки/км}^2$) и $^{90}\text{Sr} - 10,8 \text{ кБк/м}^2$ ($0,29 \text{ Ки/км}^2$).

Посев проведен в оптимальные сроки сева для южной части республики сплошным рядовым способом. Норма высева – 4,0 млн. всхожих семян на гектар. В опыте изучался сорт проса Быстрое. Агротехника проса в опыте была общепринятой для условий Гомельской области.

Общая площадь делянки – 30 м^2 , повторность – трехкратная.

В опыте использовались следующие формы минеральных удобрений: карбамид (46 % N), карбамид с гуматсодержащими добавками (46 % N), КАС-30 (30 % N), аммонизированный суперфосфат (8 % N и 30 % P_2O_5) и хлористый калий (60 % K_2O). Внесение минеральных удобрений осуществлялось вручную под предпосевную культивацию.

Основные агрохимические показатели почвы определены по общепринятым методикам: гумус – по Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26212-91); обменная кислотность pH_{KCl} – потенциометрическим методом (ГОСТ 26483-85); подвижные формы фосфора и калия – по Кирсанову (ГОСТ 26207-91); обменные кальций и магний – на атомно-абсорбционном спектрофотометре ААС-30 (ГОСТ 26487-85).

Для определения коэффициентов перехода ^{137}Cs и ^{90}Sr (Кп) для зерна проса в 2009–2010 гг. проведен отбор почвенных и растительных образцов в опытных посевах.

Содержание ^{137}Cs в различных образцах определено на γ -β-спектрометрическом комплексе МКС-АТ-1315 по методике МВИ.МН 1181-2007 с погрешностью не более 20 %. Удельная активность золы растений по ^{90}Sr определена на β-спектрометрическом комплексе «Прогресс БГ» с погрешностью не более 50 %, почвы – радиохимическим методом по методике ЦИНАО с радиометрическим окончанием на β-спектрометрическом комплексе «Прогресс БГ» с погрешностью не более 30 %.

Для количественной оценки поступления радионуклидов из почвы в растения рассчитаны коэффициенты пропорциональности, или перехода (Кп): $\text{Кп} = (\text{Бк/кг}) : (\text{кБк/м}^2)$, с учетом плотности загрязнения каждой делянки.

В результате проведенных научных исследований установлено, что применение минеральных удобрений в дозах $\text{N}_{60-120}\text{P}_{60}\text{K}_{120}$ на дерново-подзолистой среднеокультуренной супесчаной почве повышает урожайность зерна проса по сравнению с контролем на 42–81 % (10,0–19,3 ц/га).

Внесение в предпосевную культивацию N_{90-120} в виде карбамида способствует повышению урожайности зерна по сравнению с N_{60} на фоне $P_{60}K_{120}$ на 5,0–6,4 ц/га.

Использование карбамида медленнодействующего с гуматсодержащими добавками или КАС-30 в дозе N_{90} по сравнению с дозой N_{60} при недостаточном содержании гумуса в почве обеспечивает увеличение урожайности зерна проса на 4,7 и 3,3 ц/га соответственно.

При возделывании проса на дерново-подзолистой среднеокультуренной супесчаной почве применение различных форм азотных удобрений в дозе N_{120} на фоне $P_{60}K_{120}$ по сравнению с N_{90} не способствовало повышению урожайности зерна.

Максимальная урожайность зерна проса (43,2 ц/га) была отмечена в варианте $N_{120}P_{60}K_{120}$, в котором применялся карбамид медленнодействующий с гуматсодержащими добавками, при окупаемости 1 кг НРК 6,4 кг зерна.

В вариантах с применением карбамида медленнодействующего с гуматсодержащими добавками отмечены наибольшая прибавка от применения удобрений – 12,5–19,3 ц/га и окупаемость 1 кг НРК 5,2–6,4 кг зерна.

В варианте без применения удобрений отмечены самые высокие по опыту значения удельной активности ($A_{уд}^{137}Cs = 37,7$ Бк/кг, $A_{уд}^{90}Sr = 10,4$ Бк/кг) зерна проса и Кп ^{137}Cs и ^{90}Sr – 0,06 и 0,97 соответственно.

В среднем за годы исследований применение минеральных удобрений на дерново-подзолистой среднеокультуренной супесчаной почве в дозах $N_{60-120}P_{60}K_{120}$ позволило снизить поступление ^{137}Cs в зерно проса на 17–50 %, ^{90}Sr – на 21–46 %.

Внесение повышенных доз азота (N_{120}) по сравнению с дозой N_{90} независимо от форм применяемых в опыте азотных удобрений способствовало накоплению ^{137}Cs и ^{90}Sr зерном проса.

Вариант $N_{90}P_{60}K_{120}$ с использованием карбамида медленнодействующего с гуматсодержащими добавками отличался минимальными Кп ^{137}Cs и ^{90}Sr для зерна проса – 0,03 и 0,52 соответственно.

Таким образом, при возделывании проса на дерново-подзолистой супесчаной почве применение сбалансированных доз минеральных удобрений позволяет в 1,8 раза повысить урожайность зерна и вдвое снизить накопление ^{137}Cs и ^{90}Sr в основной продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Батыршаев, Э. М. Влияние азотных удобрений на переход ^{137}Cs и ^{90}Sr из дерново-подзолистой супесчаной почвы в зерно проса / Э. М. Батыршаев // Технологические

аспекты возделывания сельскохозяйственных культур: сб. ст. по материалам XVII Международ. науч.-практ. конф., посвящ. 95-летию агроном. ф-та и 180-летию подготовки специалистов аграр. профиля. – Горки: БГСХА, 2021. – С. 34–37.

2. Путятин, Ю. В. Минимизация поступления радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в растениеводческую продукцию / Ю. В. Путятин. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2008. – 268 с.

3. Рекомендации по возделыванию проса на продовольственные цели на дерново-подзолистых супесчаных почвах в условиях радиоактивного загрязнения / И. М. Богдевич [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2011. – 32 с.

УДК 631.895

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ АГРОХИМИКАТОВ МАРКИ «ПРОФАРМ» НА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЕ В УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОПЫТА

И. В. Бедловская, канд. биол. наук, доцент

Н. Н. Дмитренко, канд. с.-х. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет

имени И. Т. Трубилина»,

Краснодар, Российская Федерация

Актуальность. Настоящая статья продолжает серию научных работ, посвященных оптимизации фитосанитарной обстановки в агроценозе озимой пшеницы с помощью различных агротехнологических приемов, рациональному подбору сортов, целесообразному и оперативному применению агрохимикатов [1, 2].

Цель исследований – установить биологическую и хозяйственную эффективность применения различных марок агрохимиката «Профарм», применяющихся для предпосевной обработки семян и при обработках в период вегетации озимой пшеницы сорта Алексеич в условиях Краснодарского края. Установлено, что имеющиеся в составе препаратов фульво-гуминовые компоненты, а также хелатные формы микроэлементов обеспечили прибавку урожая озимой пшеницы в стрессовых условиях вегетационного периода 2020 г.

Исследования проводились в Крыловском районе, ИП КФХ Луценко О. М. В опытах применялись органоминеральные удобрения (агрохимикат) «Профарм» следующих марок: УБП 110 сухой; Люмибио Вальта сухой; Люмидапт Кельта; Энси сухой.

Исследования проводились по общепринятым в фитопатологии (ВИЗР, 1995; ВИЗР, 1997) и растениеводстве (Доспехов, 1985) методам [1, 2].

Первые маршрутные обследования проведены 23 ноября в фазе полных всходов. В результате тщательной инвентаризации растений было установлено, что растения озимой пшеницы ни в одном варианте не достигли фазы полного кущения. Считаем, что причиной этому стала сильная почвенная засуха и высокие температуры воздуха в период прорастания семян – формирования всходов (конец сентября – конец ноября).

В вариантах применения разных модификаций препаратов «Про-фарм» растения ушли в зиму в фазе так называемой микростадии кущения. Уже в этот период визуально проявилось незначительное положительное действие микроэлементов на рост и развитие растений. Применение изучаемых фульво-гуминовых удобрений даже в неблагоприятных условиях для их полной усвояемости оказало положительное влияние на рост и развитие растений по сравнению с контролем (без обработки).

Выявлено положительное влияние ростостимуляторов на формирование корневой системы. Так, в вариантах применения различных ростостимуляторов первичная корневая система была хорошо развита, выявлен рост вторичной.

Обработка семенного материала лигногуматами разных модификаций в баковой смеси с другими действующими веществами значительно увеличила такой показатель роста, как высота растений. Так, в вариантах применения лигногуматов высота растений колебалась от 20,7 до 25,6 см. В контроле средняя высота растений была на уровне 15,6–18,1 см.

Наименьшее количество стеблей растений выявлено в контроле (без обработки), оно составило 1,1 стебля на одно растение. Отсутствие кущения у растений вызвано установившейся засухой и аномально высокими температурами в начальный период онтогенеза озимой пшеницы.

Следующее маршрутное обследование посевов и отбор образцов проводились 29 марта, через две недели после первой листовой подкормки (13 марта). 30 марта была проведена вторая листовая подкормка согласно схеме опыта. Фитосанитарное состояние посевов было удовлетворительным.

В результате маршрутных и лабораторных обследований выявлено, что физиологическое состояние корневой системы из-за почвенной засухи было менее чем удовлетворительным. Первичная корневая система очень тонкая и сухая, легко рвется. Этот факт значительно усложняет поступление питательных элементов в клетку. На отдельных растениях отмечено начало роста вторичной системы. Листья были развернуты, держали тургор, заметно увеличилась ширина и общая площадь листовой поверхности. Визуально в поле и в лабораторных условиях значительного увеличения высоты растений не выявлено. В среднем по всем вариантам опыта этот показатель составил от 2,5 до 3,5 см.

Отмечено некоторое увеличение кустистости растений озимой пшеницы при максимальных показателях в вариантах, в которых применялась листовая подкормка опытными удобрениями различных модификаций. В вариантах внесения УБП 110 сухой с нормой расхода 0,1 кг/га, Люмибио Вальта сухой с нормой расхода 0,1 кг/га, Люмидапт Кельта с нормой расхода 0,5 л/га средние показатели кустистости были на уровне 2,8 стебля на одно растение. Показатели кустистости в контрольных вариантах были наименьшими – 1,6–1,8 стебля.

Установлено, что препарат Люмибио Вальта, которым была проведена обработка семян и первая листовая обработка, содержит значительное количество хелатных микроэлементов, повлиявших на ускоренное развитие растений. Косвенно это подтверждается результатом, достигнутым после первой обработки препаратом Люмидапт Кельта.

30 апреля была проведена третья листовая подкормка – в фазе полного выхода в трубку, четвертая – 21 мая – в фазе полного выхода колоса. В фазе полного выхода в трубку наиболее объективным показателем является количество образовавшихся продуктивных стеблей. Возвратные заморозки, ранняя и продолжительная засуха не позволили реализовать потенциал продуктивного стеблестоя. Но даже в таких условиях выявлено положительное влияние применяемых листовых подкормок.

Если проводить сравнение вариантов, которые отличаются технологией обработки семян разными препаратами, то можно отметить, что увеличенные дозы обработки семян препаратами УБП 110 сухой, Люмибио Вальта обеспечили большее количество продуктивных стеблей и большую длину колоса.

В то же время следует повторно отметить, что в вариантах, в которых по вегетации дважды применялись Люмибио Вальта и Люмидапт

Кельта, длина колоса имела максимальное значение. Возможно это связано с тем, что в этих препаратах содержатся повышенные количества хелатных микроэлементов. На длину колоса влияет не отдельный препарат, а комплекс защитных мероприятий, системы питания, которые обеспечивают лучшие условия культуре, снижая негативное влияние абиотических и биотических факторов. Наименьшие показатели были в контроле.

Результаты были обработаны методом дисперсионного анализа и показали сильную корреляционную связь между изучаемыми факторами и урожайностью, т. е. на языке агронома применение листовых подкормок оказало положительное влияние на урожайность. Показатель HCp_{05} , равный 1,97, говорит о существенной разнице между вариантами.

Так, при сравнении базовых вариантов, которые отличаются технологией обработки семян разными препаратами, можно еще раз отметить, что увеличенные дозы обработки семян – 200 г/т препаратами УБП 110 сухой, Люмибио Вальта и 1 л/т Люмидапт Кельта – обеспечили большее количество зерен в колосе – от 38 до 49 шт., при максимальных показателях в вариантах, в которых применялись Люмибио Вальта и Люмидапт Кельта, после четырех обработок с максимальным содержанием хелатных микроэлементов. В контроле среднее количество зерен было на уровне 28–33 шт.

Урожайность озимой пшеницы сорта Алексеич в контроле (без обработки семян и листовых подкормок) была минимальной. Наибольшая урожайность была получена в вариантах, в которых для обработки семян и опрыскивания в период вегетации применялись препараты Люмибио Вальта и Люмидапт Кельта. Имеющаяся разница позволяет на базе статистической обработки результата получить однозначные выводы по результативности препаратов.

Анализ результатов производственных испытаний в условиях аномально неблагоприятных для роста и развития культуры применения агрохимиката «Профарм» различных модификаций для обработки семян и листовых подкормок на сорте озимой пшеницы сорта Алексеич показал следующее: применение агрохимикатов «Профарм» всех изученных марок (УБП 110 сухой, Люмибио Вальта сухой, Люмидапт Кельта) при обработке семян дало высокий положительный эффект при норме расхода 0,2 кг/т семян для сухих и 1 л/т для жидкой модификаций.

Прибавки урожая по сравнению с контролем (без обработки семян) составили: для марки УБП 110 сухой – 3,23 ц/га (+15 %); для марки УБП 110 сухой + м/э добавка – 4,0 ц/га (+18 %); для марки Люмибио Вальта сухой – 5,42 ц/га (+20,8 %); для марки Люмидапт Кельта – 5,7 ц/га (+21,8 %).

ЛИТЕРАТУРА

1. Бедловская, И. В. Влияние глубины заделки семян озимой пшеницы на развитие корневых гнилей и длину coleoptilia в Центральной зоне Краснодарского края / И. В. Бедловская, Н. М. Сидоров, В. В. Костюков // Труды КубГАУ. – Краснодар, 2015. – Вып. 5 (56). – С. 74–84.

2. Бедловская, И. В. Влияние сортосмешанных посевов озимой пшеницы на развитие болезней листьев и урожайность зерна озимой пшеницы в условиях учхоза «Кубань» Кубанского ГАУ / И. В. Бедловская, А. В. Крыса // Труды КубГАУ. – Краснодар, 2015. – Вып. 5 (56). – С. 68–74.

УДК 632.954:633.112.1«324»

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕРБИЦИДОВ В ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ

А. В. Белый, А. А. Потапенко, студенты

В. П. Дуктов, канд. с.-х. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Сорные растения наносят большой ущерб сельскому хозяйству, превосходящий общие потери от вредных насекомых, болезней и градобития вместе взятых.

Установлено, что при средней засоренности посевов урожай культур, возделываемых в республике, снижается на 20–25 %, а при сильной – может полностью погибнуть.

Сорные растений поглощают питательные элементы, воду, предназначенную для агроценоза, уменьшая при этом площадь питания культурных растений. Для формирования 1 кг сухого вещества сорняки потребляют в среднем в 1,5–2,5 раза больше воды, чем культурные растения. Это приводит к тому, что влажность почвы засоренных полей иногда ниже на 25 %, чем чистых. Затенение почвы сорняками может привести к снижению ее температуры на 1–5 °С.

Именно поэтому необходимо проводить своевременные мероприятия по уничтожению сорной растительности в посевах [1, 2].

Цель исследований – изучение биологической эффективности препаратов Тамет плюс и Балерина при различных сроках обработки на озимой твердой пшенице в условиях Горьковского района.

Научные исследования проводились в 2020–2021 гг. в УО БГСХА на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» согласно общепринятым методикам [3, 4]. Агротехника в опыте соответствовала основным требованиям, предъявляемым к научно обоснованной технологии возделывания озимой пшеницы в условиях Могилевской области. В исследованиях использовался сорт Славица. Предшественником являлся горох посевной. Общим единым агрофоном для закладки опыта были следующие приемы: $N_{69+46(\text{подкормки})}P_{45}K_{90}$. Обработка почвы – вспашка оборотным плугом на глубину пахотного горизонта после уборки предшественника. Посев провели сеялкой СПУ-6 15 сентября 2020 г. Общая площадь опытного участка – 0,5 га, площадь варианта составляла около 0,1 га, контрольных делянок – 4 м², повторность – трехкратная. Препараты вносились методом опрыскивания посевов тракторным навесным опрыскивателем ОН-300-8.

Метеорологические условия периода 2020–2021 гг. были разнообразными и отличались от среднегодовых значений.

Сложившиеся в зимний период условия (достаточный снежный покров, умеренные низкие температуры) способствовали относительно благоприятной перезимовке растений пшеницы. Низкие температуры в весенний период 2021 г. способствовали лучшему кущению культуры, однако стрессовые условия летнего периода (повышенный температурный режим на фоне недостаточного количества выпавших осадков) в значительной степени оказали отрицательное влияние на формирование урожайности зерна защищаемой культуры.

По результатам исследований было выявлено (таблица), что весной засоренность посевов в контрольном варианте составила 107 шт/м² при их сырой массе 315 г/м². При этом однолетними доминирующими видами сорных растений являлись ромашка непахучая, падалица рапса, фиалка полевая. Многолетние сорняки были представлены осотом полевым.

Установлено, что различные препараты при различных сроках обработки посевов обеспечили отличающуюся по величине биологическую эффективность против сорных растений.

**Засоренность посевов озимой твердой пшеницы
в зависимости от проводимой химической прополки, шт/м²**

Вариант	Всего		Биологическая эффективность, %		Ромашка непахучая	Василек полевой	Фиалка полевая	Ярутка полевая	Падалица рапса	Осог желтый	Метлица полевая	Другие виды
	шт/м ²	г/м ²	по количеству	по массе								
Через 30 дней после весенней химической прополки (вариант 4)												
1. Контроль	107	315,0	—	—	28	8	14	11	24	2	8	12
2. Тамег плюс, 0,35 кг/га (кушение – осень)	7	14,5	93,5	95,4	2	0	1	0	1	1	0	2
3. Балерина, 0,5 л/га (кушение – осень)	21,5	42,2	79,9	86,6	3	1	2	2	1	1,5	8	3
4. Балерина, 0,5 л/га (конец кушения – весна)	29,5	66,8	72,4	78,8	6	2	4	2	0	1,5	8	6
Перед уборкой												
1. Контроль	75	420,5	—	—	20	4	8	7	14	4	7	11
2. Тамег плюс, 0,35 кг/га (кушение – осень)	4	10,0	94,7	97,6	1	0	0	0	1	0	0	2
3. Балерина, 0,5 л/га (кушение – осень)	14	36,8	81,3	91,2	2	0	0	0	0	2	7	3
4. Балерина, 0,5 л/га (конец кушения – весна)	19	51,8	74,7	87,7	4	0	1	1	0	2	7	4

При проведении учетов наиболее эффективным по общим показателям является гербицид Тамет плюс в дозе 0,35 кг/га, примененный осенью перед уборкой. Данный вариант обеспечил биологическую эффективность на уровне 93,5–94,7 % при снижении массы сорняков на 95,4–97,6 %. Обработка посевов озимой твердой пшеницы указанным гербицидом способствовала полной гибели таких видов, как василек полевой, ярутка полевая, метлица полевая. По другим однолетним видам получены также высокие показатели эффективности – 93–96 %.

Препарат Балерина независимо от сроков применения показал эффективность, уступающую вышеуказанному препарату. Его биологи-

ческая эффективность составила 79,9–81,3 и 72,4–74,7 % по количеству сорняков и 86,6–91,2 и 78,8–87,7 % по их сырой массе при осенней и весенней обработке соответственно. Это объясняется более слабым действием препарата на двудольные сорняки и отсутствием противозлакового эффекта. Оценка эффективности различных сроков применения данного гербицида указывает на предпочтительность обработки посевов в осенний период.

Таким образом, установлено, что для получения высокого эффекта в борьбе с сорной растительностью в посевах озимой твердой пшеницы следует проводить осеннюю химическую прополку с использованием гербицидов широкого (противодвудольного и противозлакового) действия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Протасов, Н. И. Сорные растения и меры борьбы с ними / Н. И. Протасов, К. П. Паденов, П. М. Шершнеv. – Минск: Ураджай, 1987. – 272 с.
2. Козлов, С. Н. Гербология: учеб.-метод. пособие / С. Н. Козлов, П. А. Саскевич, В. Р. Кажарский. – Горки: БГСХА, 2015. – 436 с.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Сорока, С. В. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / С. В. Сорока, Т. Н. Лапковская. – Несвиж: Несвиж. укупн. тип. им. С. Будного, 2007. – 58 с.

УДК 633.2:577.114:631.442

СОДЕРЖАНИЕ СТРУКТУРНЫХ И НЕСТРУКТУРНЫХ УГЛЕВОДОВ В МНОГОЛЕТНИХ ТРАВАХ НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ПОЧВАХ

А. Л. Бирюкович, канд. с.-х. наук, доцент

Р. Т. Пастушок, канд. с.-х. наук, доцент

Т. Г. Свиридович, канд. техн. наук

РУП «Институт мелиорации»,

Минск, Республика Беларусь

По современным требованиям при нормировании сырой клетчатки в корме необходимо учитывать содержание нейтрально-детергентной (НДК) и кислотно-детергентной (КДК) клетчатки. В ходе анализа под действием кислот и щелочей часть гемицеллюлоз, целлюлозы и

лигнина растворяется и при расчетах учитывается в БЭВ, и истинная картина содержания углеводов искажается. Исследованиями ВИЖа установлено, что сырая клетчатка различных кормов содержит 83–96 % целлюлозы, 6–25 % гемицеллюлоз и до 33 % лигнина. При определении клетчатки (по Геннибергу и Штоману) в БЭВ переходят 4–17 % целлюлозы, 77–94 % гемицеллюлоз и 68–100 % лигнина. Содержание гемицеллюлоз и целлюлозы, которая входит в состав БЭВ, составляет 46–60 %, что значительно превышает количество определяемой сырой клетчатки (28–35 %). Для устранения этого несоответствия Питером ван Соестом разработан метод, основанный на разделении корма на две фракции: растворимую в нейтральном детергенте и представляющую собой наиболее переваримую часть корма (белки, жиры, углеводы) и нерастворимую в нейтральном детергенте и представляющую собой плохо перевариваемую часть клеточных стенок (гемицеллюлоза, целлюлоза и лигнин), а также лигнифицированного азота и нерастворимой золы. Нейтрально-детергентная клетчатка (НДК) – это сумма структурных углеводов клеточной стенки, состоящих из гемицеллюлоз, целлюлозы и лигнина, а кислотно-детергентная клетчатка (КДК) – целлюлоза и лигнин. НДК не входит в состав сырой клетчатки, как и сырая клетчатка не является частью НДК. Определение сырой клетчатки (СК) и НДК – совершенно самостоятельные методы [1].

Когда рацион содержит достаточное количество клетчатки, в том числе НДК, то нет необходимости давать коровам длинностебельное сено. Минимальный уровень содержания НДК в рационах жвачных животных по обобщенным данным составляет 35–40 % от сухого вещества рациона и зависит от соотношения НДК объемистых и концентрированных кормов. Содержание в рационе КДК и НДК увеличивают в конце лактации, что помогает предотвращать снижение содержания жира в молоке в результате снижения энергии в рационе, требуемой для молочной продуктивности. В этот период лактации в рационе 75 % НДК должно обеспечиваться за счет грубых кормов [2].

По данным российских исследователей, более высокая молочная продуктивность была у коров, когда концентрация НДК в рационе повышалась с 31,3 до 35,1 %. Это способствовало интенсивному течению пищеварительных процессов, обеспечивающих организм в должной мере всеми необходимыми продуктами ферментации, влияющими на молочную продуктивность коров. При уровне НДК в рационе около 38 % не отмечено значительного снижения среднесуточного удоя у коров. Оптимальное содержание НДК в рационе обеспечивает не толь-

ко нормальную функцию пищеварительного тракта, но и молочную продуктивность коров [3].

Исследования луговых травостоев при 4-укосном использовании проводили на осушенной дерново-глеевой супесчаной почве (ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита», Смолевичский район Минской области) и люцерны посевной – на осушенной дерново-глееватой легкосуглинистой почве, подстилаемой мореной (ВОМС, Сенненский район Витебской области). Способ использования – 3 укоса.

При выращивании травостоев на мелиорированной дерново-глеевой супесчаной почве содержание НДК при 4 укосах составило 54,2–59,3 % (табл. 1).

Таблица 1. Содержание НДК и КДК в массе травостоев 6-го года жизни при 4-укосном использовании (2-й укос), % сухого вещества

Травосмесь	Удобрение	НДК, %	КДК, %
Овсяница красная, райграс, фестулолиум, тимopheевка – фон	N ₀ P ₀ K ₀	57,6	35,2
Фон – клевер ползучий		57,4	34,9
Фон – клевер ползучий, клевер гибридный		59,3	35,9
Фон – овсяница тростниковая, клевер ползучий		59,4	36,3
Фон – клевер ползучий, люцерна		59,0	35,8
Фон – клевер ползучий, лядвенец		59,1	35,7
Овсяница красная, райграс, фестулолиум, тимopheевка – фон	P ₄₀ K ₉₀ весной + N ₄₅ перед каждым укосом	56,8	34,7
Фон – клевер ползучий		58,8	35,8
Фон – клевер ползучий, клевер гибридный		56,2	34,4
Фон – овсяница тростниковая, клевер ползучий		58,5	35,8
Фон – клевер ползучий, люцерна		54,4	32,6
Фон – клевер ползучий, лядвенец		55,2	33,2

Установлено, что бобово-злаковые травостои содержали большее количество НДК, чем злаковый. Без внесения удобрений в бобово-злаковых травостоях содержалось НДК на 2,4 п. п. больше, чем в злаковых, при внесении P₄₀K₉₀ по N₄₅ – на 1,1 п. п., а P₄₀K₉₀ по N₆₀ – на 0,9 п. п. Эти различия обусловлены большей долей бобовых видов в урожае травостоев без внесения минеральных удобрений.

Содержание КДК в массе бобово-злаковых травостоев было выше, чем злаковых. Без внесения удобрений бобово-злаковые травостои

содержали КДК на 1,5 п. п. больше, чем злаковые, при внесении $P_{40}K_{90}$ по N_{45} – на 1,0 п. п.

При 3-укосном использовании в 1-м укосе многолетних трав сухая масса люцерны в фазе ветвления характеризовалась более низким содержанием НДК и КДК, чем костреца безостого в фазе трубкования (табл. 2). Их величина составляла соответственно 45,4 и 25,1 %. При внесении минеральных удобрений и скашивании в этой фазе развития растений отмечена тенденция повышения содержания НДК и КДК в люцерне на фоне $P_{60}K_{120}$ относительно контроля (без удобрений). В фазах бутонизации и цветения обе дозы удобрений увеличивали концентрации НДК и КДК.

Таблица 2. Содержание клетчатки в компонентах злаково-бобового травостоя 8-го года жизни при 3-укосном использовании (1-й укос), % сухого вещества

Травостой, фаза	Удобрение	НДК	КДК	СК
Люцерна, ветвление	P_0K_0	45,4	25,1	18,4
	$P_{60}K_{120}$	46,8	26,6	19,1
	$P_{60}K_{180}$	42,6	22,5	20,8
Люцерна, бутонизация	P_0K_0	49,0	28,3	25,4
	$P_{60}K_{120}$	52,5	31,0	28,1
	$P_{60}K_{180}$	52,5	30,7	25,9
Люцерна, цветение	P_0K_0	50,6	29,2	31,1
	$P_{60}K_{120}$	47,5	26,9	28,9
	$P_{60}K_{180}$	49,4	28,1	30,7
Кострец, трубкование	P_0K_0	59,0	35,6	28,5
	$P_{60}K_{120}$	58,9	35,5	28,9
	$P_{60}K_{180}$	55,2	32,8	26,7
Кострец, цветение	P_0K_0	62,5	38,8	31,5

При скашивании злаково-бобового травостоя в более ранней фазе развития костреца безостого (трубкование) содержание НДК в нем было ниже на 4 п. п., чем при скашивании в более поздней фазе (цветение).

При определении сырой клетчатки эта разница составила 5,3 п. п. Следует отметить, что внесение удобрений, увеличение их дозы при скашивании травостоя в фазе трубкования костреца снижало содержание НДК с 59,0 до 55,2 %. В фазе цветения костреца содержание НДК в нем снижалось только при внесении $P_{60}K_{180}$.

Заключение. На мелиорированной дерново-глеевой супесчаной почве содержание НДК при 4 укосах составило 54,2–59,3 %. Бобово-

злаковые травостой содержали большее количество НДК, чем злаковый.

Без внесения удобрений в бобово-злаковых травостоях содержалось НДК на 2,4 п. п. было больше, чем в злаковых, при внесении $P_{40}K_{90}$ по N_{45} – на 1,1 п. п., а $P_{40}K_{90}$ по N_{60} – на 0,9 п. п.

При скашивании травосмеси костреца с люцерной без внесения удобрений в 1-м укосе сухая масса люцерны в фазе ветвления характеризовалась более низким содержанием НДК = 45,4 % и КДК = 25,1 %, чем костреца безостого в фазе трубкования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Наставления по технологическому сопровождению животноводства: от старых стереотипов к новым знаниям / Н. А. Попков [и др.]; Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2010. – 493 с.

2. Суровцев, В. Н. Качество кормов – фактор повышения конкурентоспособности производства молока / В. Н. Суровцев // Кормопроизводство. – 2013. – № 4. – С. 7–8.

3. Нормы кормления крупного рогатого скота: справочник / Н. А. Попков [и др.]. – Жодино: РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству», 2011. – 260 с.

УДК 631.82:[635.74+633.81]

ПРИМЕНЕНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОВОЩНЫХ, ПРЯНО-АРОМАТИЧЕСКИХ И ЭФИРНО-МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

В. Н. Босак, д-р с.-х. наук, профессор

Т. В. Сачивко, канд. с.-х. наук, доцент

М. П. Акулич, Н. В. Улахович

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Современная система применения удобрений включает в себя использование регуляторов роста и биостимуляторов, которые улучшают рост и развитие растений, а также повышают их устойчивость к неблагоприятным погодным условиям [1–5].

Регуляторами роста называют физиологически активные вещества биологического происхождения или искусственно синтезированные, которые воздействуют на интенсивность и направленность процессов жизнедеятельности растений.

На текущий момент обнаружено и в разной степени исследовано более 4 тыс. биологически активных веществ, из которых только около 10 % используются в сельском хозяйстве.

Перспективным направлением изучения регуляторов роста является исследование их эффективности на новых сортах овощных, пряно-ароматических и эфирно-масличных культур.

Исследования по изучению агрономической эффективности применения регуляторов роста при возделывании различных видов сельскохозяйственных культур проводили в полевых опытах в условиях дерново-подзолистой суглинистой почвы в Горецком районе Могилевской области Республики Беларусь в 2018–2021 гг.

Исследуемые культуры – фасоль овощная (*Phaseolus vulgaris* L.) Чыжовенка, укроп пахучий (*Anethum graveolens* L.) Грибовский, пажитник голубой (*Trigonella caerulea* (L.) Ser.) Росквіт, базилик обыкновенный (*Ocimum basilicum* L.) Володар, бораго (*Borago officinalis* L.) Блакіт, иссоп лекарственный (*Hyssopus officinalis* L.) Завея, душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L.) Завіруха, лук душистый (*Allium odorum* L.) Водар.

Схемы опыта предусматривали внесение под предпосевную культивацию минеральных удобрений (дозы NPK рассчитывали в зависимости от агрохимических показателей почвенного плодородия, биологической особенности и планируемой урожайности растений) и некорневую обработку посевов регуляторами роста ростомомента (2 кг/га), гидрогумат (2 л/га) и гуманат (2 л/га).

В результате полевых исследований установлено, что применение полного минерального удобрения NPK увеличивало урожайность товарной продукции (бобы фасоли овощной в фазе технологической спелости, зеленая масса укропа пахучего, базилика обыкновенного, пажитника голубого, бораго, иссопа лекарственного, душицы обыкновенной, лука душистого в фазе цветения) изучаемых овощных, пряно-ароматических и эфирно-масличных культур на 22–36 %.

Некорневая обработка посевов изучаемых сельскохозяйственных культур регуляторами роста обеспечила прирост урожайности товарной продукции на 5–9 %.

Общая урожайность бобов фасоли овощной в удобренных вариантах составила 249,8–271,2 ц/га; зеленой массы укропа пахучего – 134–143, базилика обыкновенного – 190–216, пажитника голубого – 158–168, бораго – 90–102, иссопа лекарственного – 165–176, душицы обыкновенной – 189–201, лука душистого – 174–186 ц/га.

Значение качественных показателей товарной продукции в меньшей мере зависело от применения регуляторов роста и являлось в большей степени отличительной видовой и сортовой особенностью изучаемых растений.

Таким образом, регуляторы роста ростомонт, гидрогумат и гуманат могут быть использованы в системе удобрения овощных, пряно-ароматических и эфирно-масличных культур на дерново-подзолистой суглинистой почве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Босак, В. М. Удасканаленне сістэмы ўгнаення вострасмакавых і зяленіўных культур / В. М. Босак, Т. У. Сачыўка // Ботанические сады и дендрологические парки высших учебных заведений. – Горки: БГСХА, 2017. – С. 12–13.
2. Босак, В. Н. Влияние удобрений и регуляторов роста на продуктивность сои / В. Н. Босак, Т. В. Бердович, А. А. Вологович // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. – Москва, 2009. – С. 48–49.
3. Босак, В. Н. Применение удобрений и регуляторов роста при возделывании пряно-ароматических и эфирно-масличных культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, Е. В. Яковлева // Вестн. аграр. науки. – 2021. – № 3. – С. 37–42.
4. Регуляторы роста в агротехнике возделывания сельскохозяйственных культур / В. Н. Босак [и др.] // Регуляция роста, развития и продуктивности растений. – Минск: Право и экономика, 2011. – С. 30.
5. Сачивко, Т. В. Агроэкономическая эффективность применения минеральных удобрений и регуляторов роста при возделывании эфирно-масличных и пряно-ароматических растений / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы. – Гродно: ГГАУ, 2021. – Т. 55. – С. 112–119.

УДК 632.7:633.11«324»:[631.8+631.452

ЧИСЛЕННОСТЬ ВРЕДИТЕЛЕЙ НА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ И МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Е. Ю. Веретельник, канд. биол. наук, доцент

В. В. Черкас, бакалавр

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет

имени И. Т. Трубилина»,

Краснодар, Российская Федерация

Обеспечение растений необходимыми элементами имеет большое значение для их роста и развития, а также возможности реализовать потенциал урожайности. В зависимости от обеспеченности макро- и

микроэлементами в растении меняются биохимический состав и скорость протекания физиолого-биохимических реакций. В результате растения становятся в различной степени доступны для питания фитофагов. Кроме того, растения, выращенные при различной обеспеченности элементами питания, имеют разное развитие, что влияет на формирование микроклиматических условий. Особенности микроклимата влияют на развитие различных стадий фитофагов [2]. В связи с этим определенный интерес представляет определение влияния уровня питания растений на заселенность вредителями и их численность.

Исследования проводились в течение 2019–2021 гг. на опытном поле Кубанского государственного аграрного университета им. И. Т. Трубилина. На растениях озимой пшеницы сорта Степь изучалось влияние содержания гумуса, обеспечивающего почвенное плодородие, и минеральных удобрений на численность основных вредителей озимой пшеницы. Наблюдение проводилось в вариантах с содержанием в почве гумуса 2,7 %; с содержанием в почве гумуса 2,7 % и внесением минеральных удобрений $N_{120}P_{80}K_{40}$; с содержанием в почве гумуса 3,5 %.

Опыт закладывался в трехкратной повторности, размер делянок – 50 м².

Наблюдение проводилось по общепринятым методикам энтомологических исследований.

Видовой состав основных вредителей в посевах озимой пшеницы в 2019–2021 гг. был представлен пшавицей обыкновенной, злаковыми тлями, пшеничным трипсом, клопом вредной черепашкой.

В плодородной почве агроценозов улучшаются возможности для роста и развития растений, а также наращивания биомассы почвенных микроорганизмов [3]. Микроорганизмы, поселяющиеся в ризосфере корней растений, участвуют в обеспечении доступности элементов питания для корней молодых растений. При этом растениями формируется хорошая корневая система. Этот фактор имеет большое значение в период прохождения растениями первых этапов онтогенеза. Хорошо развитая корневая система способствует формированию оптимального фотосинтетического аппарата.

При применении только минеральных удобрений в почве ухудшаются условия для жизни грибных и бактериальных микроорганизмов, что сказывается на развитии корневой системы растения, в целом на метаболизме и возможности реализации потенциала урожайности.

Улучшение питания растений способствует увеличению их пищевой привлекательности для фитофагов. Выращивание озимой пшеницы сорта Степь при различных условиях питания привело к разной численности пьявицы обыкновенной.

Имаго пьявицы обыкновенной заселяют растения озимой пшеницы, выращенные в вариантах с содержанием гумуса в почве 2,7 %, в 1,6 раза больше, чем в вариантах с содержанием гумуса в почве 2,7 % и внесением минеральных удобрений.

Для развития яиц пьявицы необходимы достаточно прогреваемые и проветриваемые посевы. Такие условия складывались в вариантах с содержанием гумуса в почве 2,7 % и содержанием гумуса в почве 2,7 % и внесением минеральных удобрений. Поэтому количество яиц, отложенных самками в этих вариантах, было в 2,3 раза больше, чем в варианте с содержанием в почве гумуса 3,5 %.

Для развития личинок пьявицы лучшие условия складывались на делянках варианта с содержанием гумуса в почве 3,5 %, что увеличивало степень отрождения в 2 раза. В этом же варианте были лучшие условия для выживания и развития личинок пьявицы. Это способствовало увеличению численности личинок в 2 раза по сравнению с численностью фитофага на растениях, выращенных в варианте с содержанием гумуса в почве 2,7 %.

Налив зерна у озимой пшеницы контролируется флаговым листом, поэтому питание жуков пьявицы обыкновенной на нижних листьях в меньшей степени влияло на формирование урожая. Личинки пьявицы в основном повреждают флаговые листья. Сильная поврежденность листьев отмечалась на растениях озимой пшеницы, выращенной на делянках с содержанием гумуса в почве 3,5 %, – в 1,3 раза выше, чем в варианте с содержанием гумуса в почве 2,7 %.

Злаковые тли предпочитают для питания растения озимой пшеницы, лучше обеспеченные макроэлементами. Заселение посевов озимой пшеницы злаковыми тлями началось с вариантов с содержанием гумуса в почве 2,7 %. Дальнейшее перераспределение злаковых тлей по вариантам опыта снизило численность в этом варианте в 4,5 раза по сравнению с вариантом с содержанием гумуса в почве 3,5 % и вариантом с содержанием гумуса в почве 2,7 % и внесением минеральных удобрений. Максимально злаковые тли заселяли растения озимой пшеницы в варианте с содержанием гумуса 2,7 % и внесением минеральных удобрений. Их численность на одном растении в этом вари-

анте была в 1,3–1,8 раза больше, чем в вариантах с содержанием гумуса в почве 3,5 % и содержанием гумуса в почве 2,7 %.

Степень обеспеченности растений озимой пшеницы сорта Степь элементами питания повлияла на степень заселенности пшеничным трипсом. Численность имаго пшеничного трипса в варианте с содержанием гумуса в почве 2,7 % была в 1,5–2,1 раза больше численности в вариантах с содержанием гумуса в почве 3,5 % и содержанием гумуса в почве 2,7 % и внесением минеральных удобрений. Растения озимой пшеницы, выращенные в варианте с содержанием гумуса в почве 2,7 %, развивались несколько быстрее; посевы были более разреженные и сильнее прогревались.

Однако для развития личинок пшеничного трипса, более вредоносных, чем имаго, требуются несколько иные условия. В связи с этим численность личинок пшеничного трипса в варианте с содержанием гумуса в почве 3,5 % была в 1,3–1,8 раза выше, чем в вариантах с содержанием гумуса в почве 2,7 % и внесением минеральных удобрений и содержанием гумуса в почве 2,7 %.

Серьезным вредителем озимой пшеницы является клоп вредная черепашка [1]. Личинки этого фитофага, питаясь на зерне, снижают его массу и содержание клейковины. Личинки клопа вредной черепашки заселяли растения озимой пшеницы в изучаемых вариантах без существенных различий. Однако длительность их питания и, следовательно, вредоносность отличались. В большей степени вредоносность личинок проявлялась в варианте выращивания озимой пшеницы сорта Степь с содержанием гумуса в почве 2,7 %. Поврежденность зерна в этом варианте превышала в 1,4–1,6 раза поврежденность зерна в вариантах с содержанием гумуса в почве 2,7 % и внесением минеральных удобрений и содержанием гумуса в почве 3,5 %.

Таким образом, установлены различия в численности основных фитофагов, заселявших озимую пшеницу сорта Степь, зависящие от содержания гумуса в почве и внесения минеральных удобрений. Выращивание озимой пшеницы на почвах с содержанием гумуса 3,5 % способствовало увеличению численности пшеничного трипса и пьявицы обыкновенной. Использование минеральных удобрений на почвах с содержанием гумуса 2,7 % приводило к увеличению численности злаковых тлей. Следовательно, при выращивании озимой пшеницы сорта Степь на почвах с содержанием гумуса 3,5 % может потребоваться дополнительная защита от пшеничного трипса и пьявицы

обыкновенной; при выращивании на почвах с содержанием гумуса 2,7 % и внесением минеральных удобрений – от злаковых тлей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Интегрированная защита растений (зерновые культуры): учеб. пособие / Н. Н. Нецадим [и др.]. – Краснодар, 2014. – 277 с.
2. Пикушова, Э. А. Защита растений: современное состояние и перспективы развития: учеб. пособие / Э. А. Пикушова, Т. Е. Анцупова, Л. А. Шадрина. – Краснодар, 2019. – 179 с.
3. Пикушова, Э. А. Концепция интегрированной защиты растений от вредных организмов: учеб. пособие / Э. А. Пикушова, А. И. Белый. – Краснодар: КубГАУ, 2021. – 258 с.

УДК 633.358:631.8:631.59

ВЛИЯНИЕ МАКРО-, МИКРОУДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ, КАЧЕСТВО И ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ГОРОХОМ

И. Р. Вильдфлуш, д-р с.-х. наук, профессор

О. И. Мишура, канд. с.-х. наук, доцент

Е. И. Вильдфлуш, ст. науч. сотрудник

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Ценность гороха заключается в его универсальности. Он может использоваться в пищевом, кормовом, техническом и агротехническом направлениях. В семенах гороха в зависимости от сорта и погодных условий содержится 2–2,5 % жира, 20–30 % белка, 55–65 % безазотистых экстрактивных веществ, 4–5 % клетчатки. Кроме этого, в них содержится большой набор минеральных компонентов: 6–7 г/кг фосфора и калия, 50–60 мг/кг железа, 10–23 марганца, 9–11 меди, 34–38 цинка, 4–6 молибдена, 6–8 бора, 0,2–0,4 мг/кг кобальта и другие микроэлементы. Также в них присутствует широкий спектр ферментов – амилаза, мальтаза, сахароза, редуктаза, каталаза и витаминов – В₁, В₂, В₆, РР, К, С, Е и каротин.

Оптимизация питания растений, повышение эффективности внесения удобрений в огромной степени связаны с обеспечением оптимального соотношения в почве макро- и микроэлементов. Причем это важ-

но не только для роста урожайности, но и для повышения качества продукции растениеводства и животноводства.

Цель исследований – изучение влияния применения новых комплексных специализированных удобрений для допосевого внесения, сочетания минеральных удобрений с регулятором роста Экосил, многокомпонентными удобрениями для некорневых подкормок (Кристалон), комплексными препаратами на основе микроудобрений и регуляторами роста (МикроСтим бор) на урожайность и качество гороха; разработка ресурсоэкономной системы удобрения.

Опыты с горохом проводились в 2014–2015 гг. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лесовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м моренным суглинком. Почва опытного участка имела слабокислую и близкую к нейтральной реакцию почвенной среды (pH_{KCl} 5,4–6,1), низкое и среднее содержание гумуса (1,2–1,7 %), повышенное и высокое содержание подвижного фосфора (225–291 мг/кг), среднее и повышенное – подвижного калия (186–238 мг/кг), низкое и среднее – подвижной меди (1,19–2,20 мг/кг) и низкое – цинка (2,9 мг/кг). Предшественником гороха был овес. Общая площадь делянки – 21 м², учетная – 16,5 м², повторность – четырехкратная.

Норма высева семян – 1,5 млн. всхожих семян на 1 га. Сорт – Зазерский усатый. До посева гороха использовали аммофос, хлористый калий и мочевины, а в 5-м варианте опыта – новое комплексное азотно-фосфорно-калийное (АФК) удобрение для зернобобовых культур марки 6-21-32 с 0,16 % В и 0,09 % Мо. В фазе бутонизации проводились некорневые подкормки борной кислотой и молибдатом аммония в дозе 50 г бора и 40 г молибдена. В фазе бутонизации применялась и некорневая подкормка микроудобрением Адоб бор в дозе 0,33 л/га. Обработка посевов гороха комплексным препаратом МикроСтим бор (содержит в 1 л 5 г азота, 150 г бора, 0,6–8,0 мг гуминовых веществ) в дозе 1 л/га и регулятором роста Экосил в дозе 75 мл/га производилась в фазе бутонизации. Применялись две обработки комплексным удобрением Кристалон (Нидерланды). Первая подкормка в фазе выбрасывания усов проводилась в дозе 2 кг/га удобрением Кристалон желтый марки 13-40-13, которое содержит наряду с азотом, фосфором и калием бор (0,025 %), медь (0,01 %), железо (0,07 %), марганец (0,04 %), молибден (0,004 %), цинк (0,025 %). Вторая подкормка Кристалоном особым марки 18-18-18 + 3MgO (бор – 0,025 %, медь – 0,01 %, железо – 0,07 %, марганец – 0,04 %, молибден – 0,004 %, цинк – 0,025 %)

проводилась в дозе 2 кг/га в фазе начала образования бобов. Определение агрохимических показателей почвы и показателей качества урожая проводилось согласно ГОСТам и ОСТам.

Минеральные удобрения существенно повышали урожайность семян гороха. Внесение до посева $N_{10}P_{40}K_{60}$ увеличило урожайность семян по сравнению с контролем в 2014 г. на 10,9 ц/га, в 2015 г. – на 14,7 ц/га и в среднем за 2014 и 2015 гг. – на 12,8 ц/га. Достаточно высокой была в этих вариантах и окупаемость 1 кг NPK килограммами семян, которая составила в среднем за 2 года 11,5 и 9,3 кг. Увеличение доз минеральных удобрений до $N_{30}P_{75}K_{120}$ способствовало дальнейшему повышению урожайности семян гороха, но при этом несколько снижалась окупаемость 1 кг NPK килограммами семян (табл. 1).

Таблица 1. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на урожайность семян гороха и содержание в них сырого белка и массу 1000 семян, в среднем за 2014–2015 гг.

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю, ц/га	Прибавка к фону, ц/га	Окупаемость 1 кг NPK, кг семян	Масса 1000 семян, г	Сырой белок, %
1. Без удобрений	16,4	3–4	5	–	190,7	22,3
2. $N_{10}P_{40}K_{60}$	29,2	12,8	–	11,5	205,8	23,0
3. $N_{18}P_{63}K_{96}$ – фон	32,9	16,5	–	9,3	209,5	23,3
4. $N_{30}P_{75}K_{120}$	34,6	18,2	–	8,1	209,7	24,0
5. АФК-удобрение с бором и молибденом (эквивалентный по NPK варианту 3)	36,4	20,0	–	11,3	215,2	24,5
6. Фон + бор и молибден	34,8	18,4	1,9	10,4	212,6	24,9
7. Фон + Адоб бор	37,2	20,8	4,4	11,7	211,5	24,2
8. Фон + Кристалон (особый + желтый)	38,8	22,4	5,9	12,6	213,4	24,5
9. Фон + Экосил	37,1	20,7	4,3	11,7	212,8	24,2
10. Фон + МикроСтим бор	36,9	20,5	4,0	11,6	211,3	24,7
НСР ₀₅	1,5	–	–	–	–	1,3

Применение до посева АФК-удобрения с В и Мо для зернобобовых культур по сравнению с вариантом с эквивалентными дозами азота, фосфора и калия, внесенными в форме аммофоса и хлористого калия,

повысило урожайность семян гороха в среднем за 2014–2015 гг. на 3,5 ц/га.

Эффективными оказались некорневые подкормки микроэлементов (В и Мо) и комплексным удобрением Кристалон. Существенно повысилась урожайность семян гороха при подкормках микроэлементами бором при использовании жидких микроудобрений Адоб бор и МикроСтим бор. Урожайность семян в этих вариантах опыта в среднем за 2014–2015 гг. возросла по сравнению с фоном $N_{18}P_{63}K_{96}$ на 4,4 и 4,0 ц/га. При двукратной обработке посевов гороха комплексным удобрением Кристалон урожайность семян по сравнению с фоновым вариантом возросла на 5,9 ц/га. Эффективным было и применение регулятора роста Экосил, под влиянием которого урожайность семян гороха в среднем за 2 года возросла по сравнению с фоном $N_{18}P_{63}K_{96}$ на 4,3 ц/га (см. табл. 1). Наиболее высокие урожайность семян гороха (36,4–38,8 ц/га) и окупаемость 1 кг NPK килограммами семян (11,3–12,6 кг) отмечены в вариантах с применением АФК-удобрения с В и Мо, Адоб бор, Кристалона и регулятора роста Экосил на фоне $N_{18}P_{63}K_{96}$. Применение удобрений по сравнению с неудобренным контролем способствовало увеличению массы 1000 семян гороха. Однако существенных различий между удобренными вариантами по массе 1000 семян гороха не отмечено (см. табл. 1).

Применение удобрений повысило содержание сырого белка в семенах гороха. Некорневая подкормка борными и молибденовыми удобрениями и МикроСтим бор по сравнению с вариантом $N_{18}P_{63}K_{96}$ повысила содержание сырого белка в семенах гороха на 1,4 и 1,6 % соответственно.

Хозяйственный вынос азота, фосфора и калия наиболее высоким был в вариантах с обработкой посевов удобрениями Адоб бор и МикроСтим бор на фоне $N_{18}P_{63}K_{96}$ (табл. 2).

Удельный вынос элементов питания был подвержен менее значительным изменениям. В варианте без применения удобрений вынос на 1 т основной продукции с учетом побочной составил: по азоту – 43,2 кг, фосфору – 8,6 кг и калию – 23,2 кг. В удобряемых вариантах вынос азота 1 т основной продукции с учетом побочной возрос и в большинстве случаев находился в пределах 47,6–51,1 кг, фосфора – 9,8–10,8 и калия – 26,1–29,2 кг (табл. 2).

Таблица 2. Влияние новых форм удобрений и регуляторов роста на хозяйственный и удельный вынос элементов питания, в среднем за 2014–2015 гг.

Вариант опыта	Хозяйственный вынос элементов питания, кг/га			Удельный вынос элементов питания (кг) на 1 т основной продукции с учетом побочной		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Без удобрений	71,8	19,4	37,4	43,2	8,6	23,2
2. N ₁₀ P ₄₀ K ₆₀	138,8	37,4	64,8	47,6	8,6	23,3
3. N ₁₈ P ₆₃ K ₉₆ – фон	158,3	45,0	81,1	48,3	9,8	27,1
4. N ₃₀ P ₇₅ K ₁₂₀	170,5	42,3	89,5	49,2	9,3	27,5
5. АФК-удобрение с В и Мо (эквивалентный по NPK варианту 3)	182,4	47,2	97,6	50,4	10,3	27,5
6. Фон + В и Мо	170,1	43,7	94,5	49,0	10,4	29
7. Фон + Адоб бор	190,1	50,5	102	51,1	9,7	29,2
8. Фон + Кристалон (особый + желтый)	181,7	47,3	102,1	48,6	9,7	26,1
9. Фон + Экосил	183,7	48,7	95,4	49,4	10,8	26,5
10. Фон + Микро-Стим бор	185,6	53,9	100,1	50,2	10,4	28,1

Таким образом, применение удобрений и регуляторов роста существенно повышало урожайность семян и качество полевого гороха. Более высокая урожайность семян (36,4–38,3 ц/га) была при обработке посевов гороха комплексным микроудобрением с регулятором роста МикроСтим бор, микроэлементом Адоб бор, комплексным удобрением Кристалон на фоне N₁₈P₆₃K₉₆. В этих вариантах опыта были достаточно высокие окупаемость 1 кг NPK килограммами семян (11,6–12,6 кг) и содержание сырого белка (24,2–24,7 %).

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ЭЛЕМЕНТЫ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ ЯЧМЕНЯ

И. Р. Вильдфлуш, д-р с.-х. наук, профессор

Н. В. Барбасов, канд. с.-х. наук

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Структура урожая – это совокупность элементов, составляющих продуктивность растений. У зерновых культур основными элементами структуры урожая являются среднее число продуктивных стеблей на квадратном метре, количество зерен в одном колосе, масса 1000 зерен.

Действие минеральных удобрений на формирование элементов структуры урожая многосторонне. При сбалансированном и достаточном содержании всех элементов питания в почве формируется крупный, выполненный колос и, как следствие, высокий урожай зерна [1–3].

Цель исследований – изучить влияние комплексных удобрений для основного внесения и некорневых подкормок на формирование элементов структуры урожая и урожайность зерна сортов ячменя кормового назначения.

Полевые опыты с раннеспелым сортом ячменя Батька и среднепоздним сортом Якуб были проведены в 2015–2017 гг. Почва опытного участка по годам исследований характеризовалась средним содержанием гумуса (1,60–1,72 %), повышенной обеспеченностью подвижным фосфором (195,0–203,0 мг/кг), средней и повышенной обеспеченностью подвижным калием (200,0–203,0 мг/кг), средним содержанием подвижной меди (1,80–1,91 мг/кг) и цинка (3,78–3,95 мг/кг), слабокислой реакцией (pH_{KCl} 5,73–5,96). Общая площадь делянки – 21 м², учетная – 16,5 м², повторность – четырехкратная. Норма высева ячменя – 5,5 млн. шт. всхожих семян на 1 га.

В опытах до посева использовали карбамид (46 % N), аммофос (12 % N, 52 % P₂O₅), хлористый калий (60 % K₂O) и комплексное АФК-удобрение (16:11:20) с 0,15 % Cu и 0,10 % Mn. Комплексным удобрением Нутривант плюс израильского производства проводилось 2 обработки: первая – в фазе кущения в дозе 2 кг/га, вторая – в фазе начала выхода в трубку в дозе 2 кг/га. Комплексное удобрение Кри-

сталон (Нидерланды) использовалось двух видов: особый – в фазе кущения в дозе 2 кг/га, коричневый – в фазе начала выхода в трубку в дозе 2 кг/га. Обработка посевов ячменя регуляторами роста Экосил и Фитовитал проводилась в фазе начала выхода в трубку в дозе 75 мл/га и 0,6 л/га соответственно.

Отбор образцов для определения структуры урожая ярового ячменя проводился перед уборкой. Уборка урожая производилась комбайном «Samro-500», учет урожая – прямым поделяночным способом при наступлении фазы полной спелости ячменя.

В среднем за 2015–2017 гг. наименьшее количество продуктивных стеблей у ячменя сортов Батька и Якуб наблюдалось в варианте без применения удобрений (517 и 682 шт/м² соответственно). В этом же варианте опыта была и минимальная масса 1000 зерен – 49,7 и 54,6 г соответственно по каждому сорту (таблица).

Влияние комплексных удобрений на элементы структуры урожая и урожайность сортов ячменя кормового назначения

Вариант опыта	Сохранилось к уборке продуктивных стеблей, шт/м ²	Масса 1000 зерен, г	Средняя урожайность, ц/га	Прибавка к фону, ц/га	Окупаемость 1 кг НРК, кг зерна
Сорт Батька					
1. Без удобрений (контроль)	517	49,7	26,8	–	–
2. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ – фон 1	815	56,1	55,5	–	11,9
3. Фон 1 + Нутривант плюс (2 обработки)	847	57,8	59,8	4,3	13,8
4. Фон 1 + Кристалон (2 обработки)	837	57,8	61,1	5,6	14,3
5. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ с Cu (0,15 %), Mn (0,10 %) (комплексное)	815	57,6	61,8	–	14,6
НРП ₀₅	3,55	0,02	1,27		
Сорт Якуб					
1. Без удобрений (контроль)	682	54,6	25,7	–	–
2. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ – фон 1	821	59,5	57,0	–	13,0
3. Фон 1 + Нутривант плюс (2 обработки)	844	61,7	61,2	4,2	14,8
4. Фон 1 + Кристалон (2 обработки)	845	62,2	62,8	5,8	15,5
5. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ с Cu (0,15 %), Mn (0,10 %) (комплексное)	841	61,7	62,7	–	15,4
НРП ₀₅	1,95	0,01	1,55		

У ячменя сорта Батка в варианте с применением $N_{90}P_{60}K_{90}$ в сравнении с вариантом без применения удобрений количество продуктивных стеблей возросло на 298 шт/м², а масса 1000 зерен увеличилась на 7,0 г. В этом же варианте опыта у сорта Якуб количество продуктивных стеблей возросло на 139 шт/м², а масса 1000 зерен – на 4,9 г.

Использование АФК-удобрения с Си и Мп по сравнению с вариантом с внесением в эквивалентной дозе ($N_{90}P_{60}K_{90}$) карбамида, аммофоса и хлористого калия не способствовало увеличению количества продуктивных стеблей у ячменя сорта Батка; у ячменя сорта Якуб их число возросло на 20 шт/м². Масса 1000 зерен в данном варианте опыта увеличилась на 0,9 г у ячменя сорта Батка и на 2,2 г у ячменя сорта Якуб.

Двукратная обработка посевов ячменя Кристаллоном в фазах кущения и выхода в трубку на фоне $N_{90}P_{60}K_{90}$ способствовала увеличению числа продуктивных стеблей у ячменя сорта Батка на 22 шт/м², а у ячменя сорта Якуб – на 24 шт/м², при этом масса 1000 зерен возросла на 1,1 и 2,7 г соответственно. Применение комплексного удобрения для некорневой подкормки Нутривант плюс у раннеспелого сорта ячменя способствовало увеличению количества продуктивных стеблей на 32 шт/м², у среднепозднего сорта ячменя – на 23 шт/м², масса 1000 зерен увеличилась на 1,1 и 2,2 г соответственно по каждому сорту (см. таблицу).

Применение минеральных удобрений положительно отразилось и на урожайности зерна ячменя. Так, урожайность зерна раннеспелого сорта ячменя Батка при внесении $N_{90}P_{60}K_{90}$ по сравнению с неудобренным контролем увеличилась на 28,7 ц/га, а у среднепозднего сорта Якуб – на 31,3 ц/га. Окупаемость 1 кг НРК килограммами зерна в данных вариантах опыта составила 11,9 и 13,0 кг зерна соответственно.

Использование комплексного АФК-удобрения для яровых зерновых культур с 0,15 % Си и 0,10 % Мп способствовало увеличению урожайности зерна ячменя сорта Батка на 6,3 ц/га, а сорта Якуб – на 5,7 ц/га по сравнению с внесением в эквивалентной дозе ($N_{90}P_{60}K_{90}$) карбамида, аммофоса и хлористого калия. При этом окупаемость 1 кг НРК составила 14,6 и 15,4 кг зерна.

Некорневая подкормка водорастворимым комплексным удобрением Кристалон на фоне $N_{90}P_{60}K_{90}$ увеличивала урожайность зерна у раннеспелого сорта ячменя на 5,6 ц/га при окупаемости 1 кг НРК 14,3 кг зерна, а у среднепозднего сорта – на 5,8 ц/га при окупаемости 1 кг НРК 15,5 кг зерна. Нутривант плюс в сравнении с фоновым вари-

антом $N_{90}P_{60}K_{90}$ повышал урожайность зерна ячменя сорта Батяка и сорта Якуб на 4,3 и 4,2 ц/га при окупаемости 1 кг NPK 13,8 и 14,8 кг зерна соответственно (см. таблицу).

На основании проведенных исследований можно утверждать, что применение комплексных удобрений для основного внесения и некорневых подкормок в посевах ячменя благоприятно влияет на показатели структуры урожая (в частности, увеличивается число продуктивных стеблей и масса 1000 зерен у ячменя разных групп спелости) и, как результат, способствует повышению урожайности зерна ячменя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние макро- и микроудобрений, регуляторов роста и биопрепарата ризобактерин на урожайность и качество пивоваренного ячменя / И. Р. Вильдфлуш [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2014. – № 2 (53). – С. 161–171.

2. Мижуй, С. М. Эффективность комплексного применения минеральных удобрений, фунгицидов и регуляторов роста при возделывании яровых ячменя и тритикале на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / С. М. Мижуй. – Минск, 2008. – 190 л.

3. Мурзова, О. В. Эффективность применения новых форм макро-, микроудобрений и регуляторов роста при возделывании овса голозерного и пленчатого на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / О. В. Мурзова. – Горки, 2017. – 163 л.

УДК 631.8:633.11 «321»

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРА РОСТА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

И. Р. Вильдфлуш, д-р с.-х. наук, профессор

А. А. Кулешова, аспирантка

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,

Горки, Республика Беларусь

В последние годы во многих странах мира получен широкий спектр новых форм твердых и жидких комплексных удобрений, в состав которых вводятся различные модифицирующие добавки, в том числе микроэлементы (в сульфатной и хелатной форме), а также регуляторы роста растений, пестициды и другие добавки. Основные преимущества применения комплексных удобрений, по сравнению со стандартными туками, заключаются в обеспечении сбалансированного соотношения

элементов питания под культуры. Экономическая эффективность их основана на сокращении времени и материальных затрат на внесение, при этом обеспечивается более равномерное распределение их по полю, что способствует повышению урожайности сельскохозяйственных культур и улучшению качества продукции.

Эффективность новых форм комплексных удобрений с модифицирующими добавками при возделывании сельскохозяйственных культур изучалась в РУП «Институт почвоведения и агрохимии» Г. В. Пироговской, В. В. Лапой, Д. В. Черняковым, Н. Н. Ермаковичем, а также в УО БГСХА И. Р. Вильдфлушем, А. Р. Цыгановым, В. С. Долженковым и др. В результате применения комплексных удобрений наблюдалось увеличение урожайности зерновых культур при одновременном улучшении качества зерна [1, 2].

Цель исследований – изучение влияния комплексных удобрений и регулятора роста на урожайность и качество зерна яровой пшеницы; оптимизация системы удобрения яровой пшеницы на основе применения новых форм комплексных удобрений для некорневых подкормок.

Методика проведения исследований. Исследования проводили в 2018–2020 гг. на базе УНЦ «Опытные поля БГСХА» с яровой пшеницей сорта Бомбона на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины 1 м моренным суглинком. Общая площадь делянки – 21 м², учетная – 16,5 м², повторность – четырехкратная.

Пахотный слой почвы характеризовался средним содержанием гумуса (1,5–1,6 %), слабокислой и близкой к нейтральной реакцией почвенной среды (рН_{KCl} 5,58–6,08), повышенным содержанием подвижного фосфора (208–244 мг/кг), средней и повышенной обеспеченностью подвижным калием (174–231 мг/кг), низким и средним содержанием подвижной меди (1,46–1,76 мг/кг) и подвижного цинка (2,75–3,43 мг/кг).

Посев производили сеялкой RAU. Норма высева – 5,5 млн. всхожих семян на гектар.

В исследованиях применяли удобрения: карбамид (N – 46 %), аммонизированный суперфосфат (N – 9 %, P₂O₅ – 30 %), хлористый калий (K₂O – 60 %); израильское удобрение для некорневых подкормок Нутривант плюс (N – 6 %, P₂O₅ – 23 %, K₂O – 5 %, MgO – 1 %, S – 1,5 %, B – 0,1 %, Mn – 0,2 %, Zn – 0,2 %); удобрение, произведенное в Нидерландах, – Кристалон особый (N – 18 %, P₂O₅ – 18 %, K₂O – 18 %, MgO – 3 %, S – 2 %) и коричневый (N – 3 %, P₂O₅ – 11 %, K₂O – 38 %, S – 1,5 %, B – 0,1 %, Mn – 0,2 %, Zn – 0,2 %).

MgO – 4 %, S – 11 %); польское комплексное удобрение Адоб Профит (N – 10 %, P₂O₅ – 40 %, K₂O – 8 %, MgO – 3 %, S – 2,3 %, В – 0,05 %, Mn – 0,1 %, Zn – 0,1 %, Cu – 0,1 %, Mo – 0,01 %, Fe – 0,05 %); регулятор роста Экосил (50 г/л тритерпеновых кислот).

Агротехника общепринятая для Беларуси.

Уборку и учет урожая проводили селекционным комбайном «Wintersteiger Delta» по делянкам.

За период проведения исследований погодные условия для выращивания яровой пшеницы отличались как температурой, так и количеством выпавших осадков. Вегетационные периоды 2018 и 2020 гг. по гидротермическим условиям характеризовались как избыточно увлажненные (ГТК – 1,5 и 2,0). Осадки распределялись неравномерно. Гидротермические условия 2019 г. были наиболее оптимальными для роста яровой пшеницы (ГТК – 1,1), что в дальнейшем повлияло на урожайность зерна.

Результаты исследований. В среднем за 2018–2020 гг. урожайность яровой пшеницы сорта Бомбона в варианте с применением N₆₀P₆₀K₉₀ по отношению к контролю возросла на 9,6 ц/га, а окупаемость 1 кг NPK составила 4,6 кг зерна (таблица).

Влияние комплексных удобрений и регулятора роста на урожайность и качество зерна яровой пшеницы (среднее за 2018–2020 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка, ц/га			Окупаемость 1 кг НРК зерном, кг	Сырой белок, %	Выход сырого белка, ц/га	Сырая клейковина, %
		к контролю	к фону					
			1	2				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Без удобрений	43,9	–	–	–	–	12,3	4,6	26,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	53,5	9,6	–	–	4,6	13,6	6,1	27,3
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ карбамид в фазе выхода в трубку – фон 1	58,0	14,1	–	–	5,9	13,3	6,5	27,9
Фон 1 + Нутривант (2 кг/га) в фазе кущения	64,8	20,9	6,8	–	8,7	12,9	7,1	31,0
Фон 1 + Кристалон особый в фазе кущения и коричневый в начале выхода в трубку (по 2 кг/га)	62,4	18,5	4,4	–	7,7	12,8	6,8	29,1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Фон 1 + Адоб Профит в фазе кушения и в начале выхода в трубку по 2 кг/га	63,3	19,4	5,3	–	8,1	12,5	6,7	29,1
Фон 1 + Экосил (75 мл/га) в фазе начала выхода в трубку	61,7	17,8	3,7	–	7,4	12,7	6,6	28,6
$N_{60}P_{70}K_{120} + N_{30}$ в фазе начала выхода в трубку + N_{30} в фазе флагового листа – фон 2	62,2	18,3	–	–	5,9	12,9	6,7	29,9
Фон 2 + Нутривант (2 кг/га) в фазе начала выхода в трубку	70,3	26,4	–	8,1	8,5	13,4	7,9	34,4
НСР ₀₅	1,5	–	–	–	–	0,9	0,5	0,6

Азотная подкормка карбамидом N_{30} в сочетании с $N_{60}P_{60}K_{90}$ увеличила урожайность зерна на 14,1 ц/га по сравнению с вариантом без удобрений при окупаемости 1 кг НРК 5,9 кг зерна.

Некорневая подкормка яровой пшеницы комплексными удобрениями Нутривант плюс, Кристалон и Адоб Профит на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ в фазе начала выхода в трубку повышала урожайность зерна на 6,8, 4,4 и 5,3 ц/га при окупаемости 1 кг НРК 8,7, 7,7 и 8,1 кг зерна. Обработка посевов регулятором роста Экосил повысила урожайность зерна на 3,7 ц/га при окупаемости 1 кг НРК 7,4 кг зерна. При применении повышенных доз минеральных удобрений ($N_{60}P_{70}K_{120} + N_{30} + N_{30}$) урожайность зерна по сравнению с контролем увеличилась на 18,3 ц/га при окупаемости 1 кг НРК 5,9 кг зерна. Применение комплексного удобрения Нутривант плюс на фоне повышенных доз удобрений ($N_{60}P_{70}K_{120} + N_{30} + N_{30}$) увеличило урожайность зерна яровой пшеницы на 8,1 ц/га при окупаемости 1 кг НРК 8,5 кг зерна.

Максимальная урожайность зерна яровой пшеницы (70,3 ц/га) получена при некорневой подкормке комплексным удобрением Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{70}K_{120} + N_{30} + N_{30}$, а максимальная окупаемость 1 кг НРК килограммами зерна (8,7 кг) – при использовании Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$.

Значимым показателем качества пшеницы является содержание сырого белка и клейковины в зерне. Наиболее высокое содержание

сырого белка в зерне яровой пшеницы (13,6 и 13,4 %) отмечено в варианте с применением $N_{60}P_{60}K_{90}$ и комплексного удобрения Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30} + N_{30}$. Наибольшие выход белка и содержание сырой клейковины (7,9 ц/га и 34,4 %) установлены в варианте с применением Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30} + N_{30}$.

Таким образом, применение комплексных удобрений Нутривант плюс, Кристалон, Адоб Профит и регулятора роста Экосил повысило урожайность зерна на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ на 6,8; 4,4; 5,3 и 3,7 ц/га при окупаемости 1 кг NPK 8,7; 7,7; 8,1 и 7,4 кг зерна. Нутривант плюс на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30} + N_{30}$ обеспечил максимальную урожайность зерна (70,3 ц/га).

ЛИТЕРАТУРА

1. Разработка, производство и применение комплексных удобрений в сельском хозяйстве Республики Беларусь / Г. В. Пироговская [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2018. – № 1 (60). – С. 87–108.
2. Применение новых форм микроудобрений, регуляторов роста и комплексных препаратов на их основе при возделывании сельскохозяйственных культур: рекомендации / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки: БГСХА, 2011. – 36 с.

УДК 633.31.633.2631.8

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ВЕЛИЧИНУ УРОЖАЯ ЛЮЦЕРНЫ ПОСЕВНОЙ

Н. П. Власюк, исследователь в области с.-х. наук
УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»,
Брест, Республика Беларусь

Ключевые слова: люцерна, минеральные удобрения, урожайность зеленой массы, нормы высева.

Аннотация. Изучено влияние доз минеральных удобрений на урожайность зеленой массы люцерны в зависимости от сроков и норм сева.

Введение. В период широкого внедрения интенсивных технологий, начиная с 1985 г., при возделывании сельскохозяйственных культур расчет оптимальных доз минеральных удобрений основывался на принципе расширенного воспроизводства плодородия почв [1].

С каждым годом дозы вносимых органических и минеральных удобрений увеличивались, чтобы компенсировать вынос элементов

питания с урожаем и более эффективно использовать ранее накопленный запас фосфора и калия в почвах. В результате возросла обеспеченность пахотных почв подвижными формами фосфора и калия [3]. Применение минеральных и органических удобрений на дерново-подзолистых, легкосуглинистых и супесчаных почвах оказывает положительное влияние на развитие микрофлоры в почве. К тому же повышение активности ферментов обуславливает развитие в почвах процессов гумификации. В настоящее время основной задачей является повышение продуктивности сельскохозяйственных культур [2, 4].

Цель исследований – изучить влияние минеральных удобрений на урожайность зеленой массы люцерны посевной.

Материал и методика исследований. Исследования травостоев люцерны под покровом однолетних культур и без покрова проводили на землях РУП «Брестская ОСХОС НАН Беларуси» Пружанского района Брестской области.

Почва опытного участка дерново-подзолистая, рыхлосупесчаная, подстилаемая с глубины 0,3–0,4 м рыхлыми водно-ледниковыми песками. Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы (0,18–0,22 м): рН (в KCl) 6,22, содержание гумуса – 2,37 % (по Тюрину), подвижных форм фосфора – 317 и калия – 242 мг/кг почвы (по Кирсанову), бора – 0,53 мг/кг почвы (по Бергеру и Труогу) и меди – 2,10 мг/кг почвы (по Пейве и Ринькису).

В качестве предшественника под многолетние травы люцерны использовали в первый год заложённого опыта в 2014 г. гречиху, а во второй год в 2015 г. – горчицу.

Весной при наступлении физической спелости почвы проводилась культивация, под которую вносились фосфорные и калийные удобрения. В варианте беспокровного весеннего и летнего срока посева люцерны в двух повторностях были внесены азотные удобрения. Предпосевная обработка почвы проводилась комбинированным агрегатом АКШ-3,6. До и после посева люцерны поле прикатывали гладкими водоналивными катками.

Для посева использовались семена люцерны посевной сорта Будучыня. Нормы высева: 4 млн. шт/га (9 кг/га), 5,8 млн. шт/га (13 кг/га), 7,6 млн. шт/га (17 кг/га) и 9,4 млн. шт/га (21 кг/га).

Схема опыта включала варианты без применения удобрения и варианты с внесением под предпосевную культивацию $N_{30}P_{60}K_{120}$ (карбамид, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий), а также подкормку люцерны ежегодно весной и после каждого укоса. Вариан-

ты подкормки были следующие: контроль (без удобрений); $N_0P_{20}K_{20}$; $N_0P_{20}K_{30}$; $N_0P_{30}K_{40}$.

Учет урожая зеленой массы люцерны посевной проводили в фазе конец бутонизации – начало цветения.

Полевые исследования и статистическую обработку результатов проводили согласно существующим методикам.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате исследований установлено, что существенное влияние на урожайность зеленой массы люцерны оказали сроки сева, нормы высева люцерны и погодные условия, а также применение минеральных удобрений (табл. 1–3).

Применение азотных удобрений N_{30} на фоне $P_{60}K_{120}$ существенно повлияло на всхожесть люцерны в зависимости от норм высева. Согласно полученным данным в ходе исследований полевая всхожесть была существенно выше в вариантах с применением азотных удобрений (карбамид). Наибольшая полевая всхожесть была в варианте с нормой высева 9 кг/га – 46,5 %, что выше на 13 % варианта без азотных удобрений. Наименьшая всхожесть оказалась в варианте с нормой высева люцерны 21 кг/га – 37,5 %.

Таблица 1. Полевая всхожесть люцерны в зависимости от норм высева и внесения азотных удобрений

Норма высева люцерны, кг/га	Полевая всхожесть, %					
	2014 г.		2015 г.		В среднем за 2 года	
	без N	N_{30}	без N	N_{30}	без N	N_{30}
9	45	54	36	39	40,5	46,5
13	30	56	32	36	31,0	46,0
17	30	35	32	43	32,0	39,0
21	30	34	31	41	30,5	37,5

Таблица 2. Количество взошедших растений люцерны в беспокровных посевах в зависимости от нормы высева и внесения азотных удобрений

Норма высева люцерны, кг/га	Количество растений люцерны, шт/м ²					
	без N			N_{30}		
	2014 г.	2015 г.	Среднее	2014 г.	2015 г.	Среднее
9	144	147	146	215	158	187
13	179	186	183	324	213	269
17	231	251	241	260	332	296
21	285	296	291	328	390	359

Внесение азота в основную заправку (N_{30}) положительно отразилось на количестве растений люцерны на 1 м^2 , что в дальнейшем положительно повлияло на продуктивность люцерны. Из данных табл. 2 видно, что при применении азотных удобрений количество растений люцерны на 1 м^2 больше на 19–31 % в зависимости от норм высева. В варианте со средней нормой высева 13 кг/га оказалось на 86 растений больше по сравнению с вариантом без азотных удобрений.

В ходе исследований установлено, что наибольшая прибавка урожая зеленой массы люцерны была в варианте $N_0P_{20}K_{30}$ при норме высева 9, 13 и 17 кг/га. При норме высева 21 кг/га наибольшая прибавка получена в варианте $N_0P_{20}K_{20}$, в котором она составила 21,1 ц/га. Необходимо отметить, что урожайность зеленой массы по годам исследований была различна, так как она зависела от погодных условий и от количества укосов в году (табл. 3).

Таблица 3. Влияние минеральных удобрений на урожайность зеленой массы люцерны (2–4-й годы жизни) в зависимости от норм высева

Норма высева, кг/га	Вариант опыта	Урожайность зеленой массы люцерны, ц/га				
		2016 г. (2-й г. ж.)	2017 г. (3-й г. ж.)	2018 г. (4-й г. ж.)	Среднее	Прибавка, ц/га
9	Контроль (без удобрений)	599,0	794,0	281,0	558,0	–
	$N_0P_{20}K_{20}$	600,9	815,3	292,2	569,5	11,5
	$N_0P_{20}K_{30}$	619,6	824,0	295,9	579,8	21,8
	$N_0P_{30}K_{40}$	613,3	820,8	285,4	573,2	15,2
13	Контроль (без удобрений)	626,0	805,0	294,8	575,3	–
	$N_0P_{20}K_{20}$	640,1	816,6	295,4	584,0	8,8
	$N_0P_{20}K_{30}$	635,6	820,1	298,9	584,9	9,6
	$N_0P_{30}K_{40}$	629,1	818,1	293,6	580,3	5,0
17	Контроль (без удобрений)	628,0	791,0	284,2	567,7	–
	$N_0P_{20}K_{20}$	635,6	818,9	293,9	582,8	15,1
	$N_0P_{20}K_{30}$	640,0	830,1	299,9	590,0	22,3
	$N_0P_{30}K_{40}$	639,5	829,9	295,9	588,4	20,7
21	Контроль (без удобрений)	504,0	755,0	281,2	513,4	–
	$N_0P_{20}K_{20}$	520,1	784,4	299,1	534,5	21,1
	$N_0P_{20}K_{30}$	510,3	770,9	285,0	522,1	8,7
	$N_0P_{30}K_{40}$	505,3	768,9	286,9	520,4	7,0

Выводы. Таким образом, на основе проведенных исследований установлено, что применение азотного удобрения при посеве положительно влияет на полевую всхожесть люцерны посевной, при этом повышается всхожесть на 13–33 % в зависимости от нормы высева.

При использовании в подкормку минеральных удобрений $N_{0}P_{20}K_{30}$ после каждого укоса люцерны урожайность увеличилась на 9,6–22,3 ц/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карпенко, А. Ф. Эффективность использования плодородия почв и удобрений / А. Ф. Карпенко // Повышение плодородия почв и применение удобрений: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 14 февраля 2019 г. / Ин-т почвоведения и агрохимии; редкол.: В. В. Лапа [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – С. 45–46.
2. Лапа, В. В. Ресурсосберегающие технологии применения удобрений под сельскохозяйственные культуры в Республике Беларусь / В. В. Лапа // Повышение плодородия почв и применение удобрений: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 14 февраля 2019 г. / Ин-т почвоведения и агрохимии; редкол.: В. В. Лапа [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – С. 3–5.
3. Лапа, В. В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности / В. В. Лапа, В. Н. Босак; БелНИИПА. – Минск, 2002. – 183 с.
4. Шлапунов, В. Н. Кормовое поле Беларуси / В. Н. Шлапунов, В. С. Цидик. – Барановичи: Баранов. укрупн. тип., 2003. – 304 с.

УДК 633.11

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЙ НА ВЫСОТУ РАСТЕНИЙ И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

А. Н. Воронин, канд. с.-х. наук, доцент

А. С. Герасимова, аспирантка

Д. С. Редяева, магистрант

ФГБОУ ВО «Ярославская государственная
сельскохозяйственная академия»,
Ярославль, Российская Федерация

Яровая пшеница – одна из наиболее ценных продовольственных культур, которая возделывается в России почти повсеместно, на севере посевы распространены до Полярного круга. Яровую пшеницу выращивают главным образом как одну из важнейших зерновых и продовольственных культур. При высоком уровне агротехники и посеве

районированных сортов яровая пшеница отличается устойчивостью урожая [1].

Увеличение производства зерна является важной задачей земледелия, реализации которой в значительной степени препятствует высокая засоренность полей, в связи с этим главная задача при возделывании пшеницы – уничтожение сорняков, накопление и сохранение влаги в пахотном слое [2].

Высота растений является показателем, характеризующим состояние посевов яровой пшеницы. Агроприемы оказывают влияние на этот показатель [3].

Цель исследований – определить влияние различных систем обработки почвы и удобрений на высоту и урожайность яровой пшеницы.

Исследования проводились в 2021 г. в многолетнем полевом стационарном трехфакторном опыте, заложенном на дерново-подзолистых глееватых почвах Ярославской области.

Схема полевого трехфакторного (4×6×2) стационарного опыта.

Фактор А. Система основной обработки почвы, «О»:

1. Отвальная, «О₁».
2. Поверхностная с рыхлением, «О₂».
3. Поверхностно-отвальная, «О₃».
4. Поверхностная, «О₄».

Фактор В. Система удобрений, «У»:

1. Без удобрений, «У₁».
2. N₃₀, «У₂».
3. Солома, 3 т/га, «У₃».
4. Солома, 3 т/га + N₃₀, «У₄».
5. Солома, 3 т/га + NPK, «У₅».
6. NPK, «У₆».

Фактор С. Система защиты растений от сорняков, «Г»:

1. Без гербицидов, «Г₁».
2. С гербицидами, в 2021 г. применялся гербицид Деймос в дозе 0,12 л/га, «Г₂».

Высота растений определяется по фазам развития с помощью линейки. Урожайность яровой пшеницы учитывается сплошным поделочным методом. Данные обрабатываются методом дисперсионного анализа.

Следует отметить, что в 2021 г. складывались благоприятные условия для роста и развития яровой пшеницы при некотором превышении температуры и количества осадков.

Применение системы ежегодной поверхностной обработки обусловило существенное увеличение высоты растений пшеницы почти по всем фоновым питаниям в фазе всходов. Сходная тенденция отмечалась при системе поверхностно-отвальной обработки в вариантах с использованием полной нормы минеральных удобрений как отдельно, так и совместно с соломой. Противоположная динамика прослеживалась при той же системе обработки почвы на фоне «У₃». Высота растений в данном случае уменьшилась на 1,46 см. Внесение удобрений при всех системах обработки почвы обусловило достоверное увеличение изучаемого показателя. Лишь использование соломы в системе поверхностной обработки не вызвало каких-либо значимых изменений в высоте растений.

В среднем по факторам использование всех изучаемых систем обработки почвы способствовало существенному увеличению высоты растений яровой пшеницы (табл. 1).

Таблица 1. Действие изучаемых факторов на высоту растений, см

Вариант	Фазы развития				
	Всходы	Выход в трубку	Цветение	Молочная спелость	В среднем за вегетацию
Фактор А. Система обработки почвы, «О»					
Отвальная, «О ₁ »	12,85	28,57	48,59	53,45	35,86
Поверхностно-отвальная, «О ₃ »	13,37	29,72	49,54	54,49	36,78
Поверхностная, «О ₄ »	13,78	30,63	48,24	53,06	36,43
НСР ₀₅	0,32	0,70	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$
Фактор В. Система удобрений, «У»					
Без удобрений, «У ₁ »	9,53	21,17	45,51	50,06	31,57
Солома, «У ₃ »	12,81	28,46	47,68	52,45	35,35
Солома + NPK, «У ₅ »	15,91	35,36	55,37	60,92	41,89
NPK, «У ₆ »	15,11	33,58	46,59	51,25	36,63
НСР ₀₅	2,21	4,92	4,48	4,90	2,82

Применение исследуемых систем удобрений способствовало достоверному увеличению высоты растений при наибольших значениях на фоне солома + NPK.

Достоверное увеличение урожайности наблюдается на фоне применения полного минерального удобрения совместно с соломой в вариантах «О₁У₅» – 8,77 ц/га, «О₃У₅» – 8,57 ц/га по отношению к контролю.

В среднем по факторам использование системы поверхностной обработки способствует достоверному снижению урожайности яровой пшеницы на 4,07 ц/га. В среднем по системам обработки почвы применение всех удобрений обеспечивает увеличение урожайности при максимальных статистически значимых значениях по фону солома + NPK – 23,37 ц/га (табл. 2).

Таблица 2. Действие изучаемых факторов на структуру урожая

Вариант	Урожайность, ц/га
Фактор А. Система обработки почвы, «О»	
Отвальная, «О ₁ »	21,86
Поверхностно-отвальная, «О ₃ »	22,01
Поверхностная, «О ₄ »	17,79
НСР ₀₅	3,19
Фактор В. Система удобрений, «У»	
Без удобрений, «У ₁ »	18,42
Солома, «У ₃ »	20,48
Солома + NPK, «У ₅ »	23,37
NPK, «У ₆ »	19,44
НСР ₀₅	2,97

Таким образом, на дерново-подзолистых почвах применение системы поверхностно-отвальной обработки при внесении соломы совместно с полной нормой минеральных удобрений увеличивает прирост растений в высоту, способствуя формированию высоких значений урожая яровой пшеницы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баушева, Н. П. Влияние систем удобрений на урожайность и качество яровой пшеницы / Н. П. Баушева, И. Д. Халистова // Вестн. АПК Верхневолжья. – 2019. – № 4. – С. 7–10.
2. Воронин, А. Н. Влияние агротехнических приемов на фитосанитарное состояние посевов и урожайность полевых культур / А. Н. Воронин, П. А. Котьяк // Защита и карантин растений. – 2018. – № 11. – С. 45–47.
3. Ламан, Н. А. Потенциал продуктивности хлебных злаков / Н. А. Ламан, Б. Н. Янушкевич, К. И. Хмурец. – Минск: Наука и техника, 1987. – 224 с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МИКРОУДОБРЕНИЯ Ф-1 СТАРТ НА ЯРОВОМ ЯЧМЕНЕ

М. Д. Горянцева, студентка

А. А. Лобко, магистрант

С. Н. Козлов, канд. с.-х. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Актуальность. Важнейшей задачей, стоящей перед сельскохозяйственным производством, является дальнейшее совершенствование интенсивной технологии возделывания сельскохозяйственных культур на основе лимитирующих факторов, что должно обеспечить получение высоких экономически обоснованных урожаев при хорошем качестве продукции [4].

Научно обоснованная система применения удобрений является одним из основных факторов увеличения урожайности сельскохозяйственных культур, улучшения качества продукции и сохранения (или увеличения) почвенного плодородия. Прирост урожая от использования оптимальных доз удобрений и средств химизации составляет 50 % и более. На орошаемых землях долевое участие орошения в формировании урожая составляет 40–50 %, удобрений – 30–40 %, причем общая урожайность повышается почти в три раза [1].

Цель исследования – установить эффективность микробиологического удобрения Ф-1 Старт при возделывании ярового ячменя.

Методика проведения исследования. Исследования проводились в условиях УНЦ «Опытные поля БГСХА» в 2021 г. в посеве ярового ячменя сорта Ладны. Опыт проводился на дерново-подзолистых легко-суглинистых почвах, содержание гумуса в которых находится на уровне 1,53 %. Почва слабокислая (рН 5,8), содержание подвижных форм P_2O_5 – 185 мг/кг, K_2O – 227 мг/кг. Предшествующей культурой является горох. Азотные удобрения вносились в дозе 64 кг/га, фосфорные – 60 кг/га, калийные – 90 кг/га. Также была произведена вспашка на глубину 20–25 см оборотным плугом «Kverneland LM-75», в дальнейшем осуществлялась предпосевная культивация агрегатом АКШ-6,0. Посев провели 20 апреля 2021 г. с нормой высева 4,0 млн всхожих

семян на гектар. Семена обработаны протравителем Иншур Перформ, 0,5 л/т (16.04.2021). Борьбу с сорной растительностью проводили гербицидом Линтур, 0,18 л/га (21.05.2021). Во время вегетации было проведено две фунгицидные обработки: Карбеназол, 1,0 л/га (27.05.2021); Зарница, 0,75 л/га (12.06.2021).

Площадь опытной делянки – 28 м², учетной – 11,2 м². Расположение делянок – рендомизированное. Повторность – трехкратная. Схема проведения опыта: 1) контроль (без внесения удобрения); 2) Райкат Старт, 0,3 л/т; 3) Ф-1 Старт, 0,3 л/га. Обработка семян исследуемыми удобрениями проводилась 20.04.2021. Норма расхода рабочего раствора – 10 л/т. Во время вегетации проводили учет урожайности, структуры урожая и массы 1000 семян (03.08.2021).

Закладка опыта, проведение учетов и наблюдений осуществлялись по общепринятым в растениеводстве методикам [2, 3].

Результаты исследования. Урожайность ярового ячменя в контрольном варианте составила 43,1 ц/га. Как препарат Райкат Старт, так и препарат Ф-1 Старт обеспечили достоверный рост урожайности культуры соответственно на 2,0 и 1,9 ц/га (табл. 1). Рост урожайности зерна обусловлен увеличением количества продуктивных стеблей с 631 до 644–646 шт/м², зерен в колосе с 20,5 до 20,6–20,7 шт. и массы 1000 семян с 33,3 до 33,8 г.

Таблица 1. Влияние удобрений на урожайность ярового ячменя

Вариант	Количество продуктивных стеблей, шт/м ²	Количество семян в колосе, шт.	Масса 1000 семян, г	Биологическая продуктивность, ц/га	Прибавка к контролю, ц/га
Контроль	631	20,5	33,3	43,1	–
Райкат Старт, 0,3 л/т	644	20,7	33,8	45,1	2,0
Ф-1 Старт, 0,3 л/т	646	20,6	33,8	45,0	1,9
НСР ₀₅				1,26	

По отношению к контролю испытываемое комплексное удобрение Ф-1 Старт (0,3 л/т) повысило массу 1000 семян ячменя на 0,5 г, натуру зерна – на 3 г, выход протеина с 1 га – на 0,23 ц и по этим показателям незначительно отличалось от препарата Райкат Старт (0,3 л/т) (табл. 2).

Таблица 2. Влияние удобрений на показатели качества зерна ярового ячменя

Вариант	Масса 1000 семян, г	Натура зерна, г	Содержание протеина, %	Выход протеина, ц/га
Контроль	33,3	624	12,2	5,26
Райкат Старт, 0,3 л/т	33,8	629	12,2	5,50
Ф-1 Старт, 0,3 л/т	33,8	627	12,2	5,49

Выводы. На основании полевого мелкоделяночного опыта, проведенного в 2021 г., установлено, что обработка семян испытываемым комплексным удобрением Ф-1 Старт (0,3 л/т) по сравнению с контролем достоверно (на 1,9 ц/га) повышает урожайность ярового ячменя, массу 1000 семян (на 0,5 г), натуру зерна (на 3 г), выход протеина с 1 га (на 0,23 ц). Также удобрение Райкат Старт (0,3 л/т) достоверно повышает урожайность ярового ячменя (на 2,0 ц/га), массу 1000 семян (на 0,5 г), натуру зерна (на 5 г), выход протеина с 1 га (на 0,24 ц).

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимия и система применения удобрений: учеб.-метод. пособие / С. Ф. Шекунова [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша. – Горки: БГСХА, 2016. – 258 с.
2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Методические указания по проведению регистрационных испытаний макро-, микроудобрений и регуляторов роста растений в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / НПЦ НАН Беларуси по земледелию; РУП «Ин-т почвоведения и агрохимии»; под ред. В. В. Лапы. – Минск, 2008. – 36 с.
4. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: учеб.-метод. пособие / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, П. А. Саскевича. – Горки: БГСХА, 2016. – 392 с.

УДК 334.7:632.95

ПЕСТИЦИДЫ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

В. А. Журавлев, канд. с.-х. наук, зав. лабораторией
ГУ «Учебно-методический центр Минсельхозпрода»,
Минск, Республика Беларусь

Природно-климатические условия Беларуси благоприятствуют распространению и развитию 65 видов опасных вредителей, 100 видов

болезней и 300 видов сорняков. Эффективная защита растений от вредителей, болезней и сорняков – один из главных факторов увеличения урожайности сельскохозяйственных культур. Ежегодно потенциальный мировой урожай продовольственных культур примерно на 20–25 % несет потери от вредителей, болезней и сорняков [3]. Поэтому значительное место в борьбе с потерями урожая отводится химическому методу защиты растений.

Ученые отмечают, что преимущества применения пестицидов значительно уступают тому вреду, который они приносят людям и окружающей среде, а затраты на их применение возвращаются в 1,5–2-кратном размере. Поэтому при отказе от них придется намного увеличить площадь засеиваемой земли, при этом, по подсчетам экономистов, стоимость продукции возрастет примерно в 2 раза [5].

В мире используют около 2,3 млн. т в год пестицидов, что составляет примерно 0,5 кг на каждого жителя планеты. Наибольшее количество пестицидов используется в Японии – почти 18 кг/га, Италии – более 13, Бельгии – 12, Германии – более 4, США – 3 кг/га.

Объемы применения пестицидов в сельскохозяйственных организациях на протяжении 50 лет удваивались каждые 5 лет до середины 1980-х гг. и достигли 3,52 кг/га, затем постепенно уменьшались и в 2002 г. составили менее 1 кг/га препаративной формы. Однако в последние годы пестицидная нагрузка на агроценоз значительно возросла, и эта тенденция сохранится в ближайшие годы. Так, в Республике Беларусь на 1 га пашни с 2008 по 2010 г. пестицидная нагрузка увеличилась на 0,2 кг и составила 2,9 кг. В 2008 г. отечественным аграриям требовалось 13,8 тыс. т средств защиты, а в 2012 г. – уже 15 тыс. т на сумму около 235 млн. долл. США.

По данным исследований Глобального рынка по производству пестицидов, объем производства пестицидов на мировом рынке к 2019 г. планировалось довести до 3,2 млн. т, по сравнению с 2,3 млн. т в 2013 г. Таким образом, совокупный среднегодовой темп роста в период с 2014 по 2020 г. составляет 6,1 % [3].

Самым крупным сегментом мирового рынка средств защиты растений остаются гербициды. В настоящее время на их долю приходится более 40 % оборота, что в денежном выражении составляет 21,9 млрд. долл. [3]. Так, в Республике Беларусь основная доля потребности приходится на гербициды – 10,7 тыс. т, фунгициды – 2,0, инсектициды – 0,3, протравители семян – 1,1 тыс. т в год.

Всего в Республике Беларусь в 2014 г. было внесено 12,3 тыс. т пестицидов на сумму 234,0 млн. долл. США. Больше всего было внесено

гербицидов – 8,5 тыс. т, или 69,4 % от общего количества пестицидов, на сумму 146,5 млн. долл. США. Также было внесено: фунгицидов – 1,6 тыс. т (13 %) на сумму 44,0 млн. долл. США, протравителей – 1,0 тыс. т (8,2 %) на сумму 26,4 млн. долл. США, регуляторов роста – 0,5 тыс. т (4 %) на сумму 6,0 млн. долл. США и инсектицидов и акарицидов – 0,3 тыс. т (2,7 %) на сумму 7,4 млн. долл. США.

Среднее количество внесенных гербицидов в 2014 г. на 1 га посевной площади в Республике Беларусь составило 1,61 кг, что на 87,2 % выше, чем в России (0,86 кг/га), а фунгицидов и инсектицидов, наоборот, в России в 3–6 раз было внесено больше, чем в Республике Беларусь [1, 2, 4].

Широкое применение пестицидов характерно для всех развитых стран. Так, средняя пестицидная нагрузка в Беларуси составила 2,3 кг/га пашни (2014 г.), России – 0,7 (2014 г.), Украине – 0,8 (2009 г.), Казахстане – 0,6 (2007 г.), Польше – 1,1 (2007 г.), Франции – 2,9 (2009 г.), Германии – 2,2 (2009 г.), Англии – 3,0 (2009 г.), Канаде – 1,0 (2008 г.), США – 1,8 (2007 г.), Китае – 2,4 кг/га пашни (2010 г.) [1, 5].

В мире можно выделить следующие крупные международные агрохимические транснациональные компании по производству пестицидов – это «Сингента» (Швейцария), «Байер» и «BASF» (Германия), «Монсанто» (Бельгия), «Доу» (Австрия), «Дюпон» (Швейцария, США).

С 2004–2007 гг. в рамках Государственной программы «Химические средства защиты растений (пестициды)» в Беларуси производится ряд пестицидов по собственным технологиям в промышленном масштабе. В настоящее время в республике выпуском пестицидов занимаются ЗАО «Август-Бел», ОАО «Гроднорайагросервис», ОАО «Гомельский химический завод», ООО «Рубикон-Агро» и ООО «Франдеса». Производственные мощности этих организаций позволяют выпускать 14,9 тыс. т гербицидов, 2,5 тыс. т фунгицидов, 0,4 тыс. т инсектицидов, 2,6 тыс. т протравителей семян. В целом объем выпускаемой продукции составляет 33 тыс. т.

Наибольшую долю в Беларуси по количеству примененных гербицидов в 2014 г. занимали фирмы «Август» – 21 %, «BASF» – 14 %, ООО «Франдеса» и «Сингента» – совместно 12 %, остальные – менее 10 %. В стоимостном выражении: фирмы «Август» – 19 %, «Байер» – 17 %, ООО «Франдеса» – 13 % и «BASF» – 10 %, остальные – менее 10 %. Наиболее дорогими применяемыми гербицидами, по сравнению с другими фирмами, оказались гербициды фирмы «Байер».

По количеству примененных инсектицидов и акарицидов наибольшую долю в 2014 г. занимали фирмы «ADAMA» – 19 %, «Дау АгроСа-

енсес» – 16 %, «Байер» – 13 % и «Кеменова» – 9 %, остальные – менее 9 %. В стоимостном выражении: фирмы «Байер» – 24 %, «Сингента» – 13 %, «ADAMA» – 11 % и «Август» – 11 %, остальные – менее 9 %. Наиболее дорогие применяемые инсектициды и акарициды – фирмы «Байер», «Сингента», «Франдеса» и «Август».

Наибольшую долю в Республике Беларусь по количеству примененных фунгицидов в 2014 г. занимали фирмы «BASF» – 23 %, «Август» – 13 %, «Байер» – 13 %, «Франдеса» – 9 % и «Сингента» – 9 %, остальные – менее 7 %. В стоимостном выражении: фирмы «BASF» – 28 %, «Байер» – 17 %, «Август» – 14 %, «Сингента» – 11 % и «Франдеса» – 10 %, остальные – менее 6 %. Наиболее дорогие применяемые фунгициды – фирм «Байер», «BASF», «Сингента» и «Дюпон».

Наибольшее количество пестицидов в Республике Беларусь в 2014 г. было применено следующих фирм: ЗАО «Август» – 2823,47 т, или 23 % от общего количества пестицидов, на сумму 41,0 млн. долл. США, или 18 % от общей суммы по республике, ООО «Франдеса» – 1786,79 т (15 %), 35,3 млн. долл. США (15 %), «BASF» – 1476,29 т (12 %), 30,0 млн. долл. США (13 %), ЗАО «Щелково Агрохим» – 1095,47 т (9,0 %), 18,2 млн. долл. США (8 %), «Сингента» – 933,31 т (8 %), 18,2 млн. долл. США (8 %), «Байер» – 699,27 т (6 %), 31,5 млн. долл. США (13 %), «Монсанто» – 651,93 т (5 %), 5,6 млн. долл. США (2 %), ОАО «Гроднорайагросервис» – 566,66 т (4 %), 11,6 млн. долл. США (5 %), «ADAMA» – 482,41 т (4 %), 8,3 млн. долл. США (4 %), «Фраримплекс» – 463,26 т (4 %), 6,0 млн. долл. США (3 %), остальные – менее 3 %.

Наибольшую долю от общего объема примененных пестицидов по областям республики в 2014 г. занимали фирма ЗАО «Август» (в Брестской (20,1 %), Витебской (25,4 %), Гродненской (22,1 %), Минской (33,5 %) областях и в целом по республике (23,9 %)) и ООО «Франдеса» (в Гомельской (27,6 %), Могилевской (31,6 %) областях и в целом по республике (15,1 %)).

Однако в Республике Беларусь производятся в основном препаративные формы. Основа – действующие вещества – закупается за рубежом, например в Китае. С 2015 г. около 80 % применяемых средств защиты растений производится в Беларуси, что позволяет сократить валютные затраты на закупку пестицидов более чем на 100 млн. долл. США в год.

Рынок Беларуси насыщен большим разнообразием химических средств защиты растений от разных производителей и с разным действующим веществом и, соответственно, ценой, что дает сельхозпроизводителю возможность выстроить эффективную систему

защиты растений и увеличить урожай сельскохозяйственных культур с высоким выходом товарной продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мониторинг пестицидов в объектах природной среды Российской Федерации в 2014 году // ФГБУ НПО «Тайфун». – Обнинск, 2015. – 74 с.
2. Национальный интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2014 году». Внесение пестицидов – Москва, 2014. – Режим доступа: <http://www.ecogodoklad.ru/2014>. – Дата доступа: 17.10.2021.
3. Долгова, А. В. Рынок средств защиты растений в мире и России: тенденции, динамика, прогнозы [Электронный ресурс] / А. В. Долгова // Студенческий научный форум: материалы VII Междунар. студ. электр. науч. конф. – Москва, 2015. – Режим доступа: <http://www.scienceforum.ru/2015/article/2015017573>. – Дата доступа: 17.10.2021.
4. Национальный интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Итоги развития российского рынка пестицидов в 2014 году и прогноз на среднесрочную перспективу. – Москва, 2015. – Режим доступа: <http://www.tsenovik.ru>. – Дата доступа: 17.10.2021.
5. Национальный интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Пестициды, окружающая среда и регулирование. – Москва, 2011. – Режим доступа: <http://www.penreg.ru/statistika>. – Дата доступа: 17.10.2021.

УДК 633.265:631.81:631.445.12

ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ ФОРМ МИКРОУДОБРЕНИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ МЕДИ В БИОМАССЕ РАЙГРАСА ПАСТБИЩНОГО НА ТОРФЯНОЙ ПОЧВЕ

А. Н. Зеленая, мл. науч. сотрудник
РУП «Институт мелиорации»,
Минск, Республика Беларусь

Одним из приоритетных направлений исследований аграрной науки в Республике Беларусь на 2021–2025 гг. в развитии агротехнологий (Указ Президента Республики Беларусь от 07.05.2020 № 156) является продовольственная безопасность, а также производство и качество сельскохозяйственной продукции. Райграс пастбищный используется при создании культурных пастбищ и сенокосов. При благоприятных условиях он может давать высокие урожайности сухого вещества (особенно на 2–3-й годы жизни), а также отличается высокой побегообразовательной способностью, хорошей отавностью, пастбищеустойчивостью [1]. Чтобы полнее использовать плодородие торфяных почв и повысить урожайность, важно применять микроэлементы, в частно-

сти, медьсодержащие удобрения. За счет поступления микроэлементов растения могут в полной мере реализовать свой генетический потенциал.

Исследованиями Минской опытной болотной станции ранее установлена эффективность меди на второй год после внесения в опыте с ячменем. Применение медьсодержащих удобрений повышало поступление меди в растения. Особое значение имеют для растений подвижные формы этого микроэлемента [2, 3].

В настоящее время помимо сульфатов и других солевых форм производят хелатные соединения и нанопрепараты. Наноплант – разработка Института физико-органической химии НАН Беларуси. Наноудобрения способны увеличивать урожайность травостоев, а также массу корневой системы растений при небольшом объеме препарата. Одновременно с NPK перед укусами вносится 100 + 100 мл/га Нанопланта – Co, Mn, Cu, Fe [4].

ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси» и РУП «Институт почвоведения и агрохимии» разработаны удобрения жидкие гуминовые с микроэлементами, а также монохелаты ЭлеГум для некорневой подкормки вегетирующих сельскохозяйственных культур. Применение микроэлементов в хелатной форме имеет преимущества перед применением солевых форм, так как отпадает необходимость в предварительном растворении их в воде, потому что они сами находятся в виде растворов и их не надо смешивать с другими маточными растворами. Большинство микроудобрений в хелатной форме обладают фунгицидным эффектом. Хелаты длительное время сохраняются в устойчивом растворимом состоянии, легко перемещаются по флоэме и ксилеме растения в различные органы, ткани и клетки и, таким образом, хорошо поглощаются растением [5].

Цель исследований – сравнение действия различных форм микроудобрений на травостой райграса пастбищного на торфяной почве.

Методика исследований. Изучали влияние разных форм микроэлементов на надземную часть и корневую систему райграса пастбищного 2-го и 4-го г. ж.

Объект исследований – травостой райграса пастбищного сорта Пашава. Посев 2016 г. без покрова с нормой высева 10 кг/га. Торфяная почва содержала подвижные формы Cu – 5,0 мг/кг (средняя обеспеченность), Mn – 52,6 мг/кг (низкая), Co – 0,3 мг/кг (низкая). Весной вносили P₃₀K₉₀, а перед каждым укусом – N₃₀₊₃₀₊₃₀ (P₃₀K₉₀N₉₀ + H₂O – фон) и следующие микроудобрения в разных формах: в виде нанопрепарата Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe – 0,1 л/га, монохелатов – ЭлеГум–

Медь, в форме соли – медный купорос – 0,2 кг/га. Повторность опыта – 4-кратная, учетная площадь делянки – 12,5 м². Использование травостоя – 3-укосное.

Результаты исследований и их обсуждение. По сравнению с вариантом без внесения микроудобрений (P₃₀K₉₀N₉₀) наибольшее влияние на урожайность райграса пастбищного на 2-й г. ж. оказало внесение Нанопланта – Co, Mn, Cu, Fe. В первом укосе была получена урожайность 69,7 ц/га сухой массы, а к третьему укосу наблюдалось ее снижение до 19,2 ц/га. Достоверная прибавка за три укоса составила 22,4 ц/га сухой массы (22,1 %). Хелатная форма ЭлеГум-Медь заметно повысила урожайность райграса до 61,9 ц/га сухой массы в первом укосе и до 18,4 ц/га – в третьем. Прибавка к варианту без внесения удобрений за три укоса – 7,7 ц/га (7,6 %). При использовании сульфатной формы (фон + CuSO₄ · 5H₂O) в первом укосе урожайность была выше – 57,7 ц/га сухой массы, по сравнению с третьим укосом – 27,3 ц/га, и содержание меди в надземной массе как в первом, так и в третьем укосах составило 4,0 мг/кг. Прибавка от внесения медного купороса за три укоса – 11,7 ц/га (11,5 %).

При сравнении действия разных форм микроэлементов на урожайность райграса пастбищного 4-го г. ж. с вариантом без внесения микроудобрений (20,4 ц/га сухой массы) установлена достоверная прибавка за три укоса в варианте с медным купоросом – 14,5 ц/га (16,9 %). В варианте с Наноплантом изменение за три укоса составило –11,7 ц/га (–13,5 %), в варианте фон + ЭлеГум-Медь – –12,2 ц/га (–14,1 %). На 4-й г. ж. урожайность райграса пастбищного в первом укосе снизилась более чем в 2 раза по сравнению с 2-м г. ж., что связано с особенностью райграса давать максимально высокие показатели урожайности именно на 2–3-й г. ж.

В корневой системе райграса пастбищного 2-го и 4-го г. ж. содержание подвижной формы меди было более высоким в вариантах с Наноплантом – 11,3 и 9,3 мг/кг соответственно. В варианте с внесением медного купороса в корневой системе райграса пастбищного 4-го г. ж. отмечено низкое содержание меди – 5,6 мг/кг. Наибольшее содержание меди в корнях в значительной степени соответствует уровням урожайности по укосам. В варианте с Наноплантом наименьшее изменение содержания меди от 2-го к 4-му г. ж. составило –2,0 мг/кг, без внесения микроудобрений – –5,7 мг/кг.

Максимальное количество меди (23,1 г/га) было вынесено с урожаем 57,7 ц/га сухой массы райграса пастбищного 2-го г. ж. в первом укосе в варианте фон + CuSO₄ · 5H₂O с содержанием меди 4,0 мг/кг по

сравнению с вариантом без внесения микроудобрений – 13,5 г/га при урожайности 54,0 ц/га с содержанием меди 2,5 мг/кг, а также в варианте фон + Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe – 20,9 г/га при наиболее высокой урожайности сухой массы 69,7 ц/га с содержанием меди 3,0 мг/кг. В варианте с хелатной формой микроудобрений фон + ЭлеГум-Медь количество меди составило 18,6 г/га при урожайности 61,9 ц/га (содержание меди – 3,0 мг/кг).

В травостое 2-го г. ж. третьего укоса по сравнению с первым укосом высокое количество меди в сухой массе по сравнению с вариантом без внесения микроудобрений отмечено в варианте фон + $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – 10,9 г/га (при наиболее низком содержании меди по вариантам 4,0 мг/кг) при урожайности 27,3 ц/га сухой массы. Также значительное количество меди отмечено в варианте с Наноплантом – 10,0 г/га (содержание меди – 5,2 мг/кг) при урожайности 19,2 ц/га сухой массы. В варианте без внесения микроудобрений количество меди в сухой массе составило 10,1 г/га при урожайности 19,5 ц/га (содержание меди – 4,0 мг/кг). В варианте фон + ЭлеГум-Медь количество меди составило 7,9 г/га при урожайности 18,4 ц/га (содержание меди – 4,0 мг/кг).

Значительное количество меди на 4-м г. ж. в первом укосе получено, так же как и на 2-м г. ж., в варианте фон + $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – 10,6 г/га (при наиболее высоком содержании меди по вариантам 4,9 мг/кг) при урожайности 21,6 ц/га. Минимальные показатели установлены в варианте без внесения микроудобрений – 9,0 г/га (содержание меди – 4,4 мг/кг) при урожайности 20,4 ц/га сухой массы. Количество меди в варианте фон + Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe составило 9,1 г/га (содержание меди – 4,3 мг/кг) при урожайности 21,2 ц/га сухой массы. В варианте фон + ЭлеГум-Медь количество меди составило 8,2 г/га при урожайности 18,7 ц/га (содержание меди – 4,4 мг/кг).

При урожайности райграса пастбищного 4-го г. ж. третьего укоса 18,4 ц/га наблюдалось значительное количество меди в сухой массе растений – 13,3 г/га (при максимальном содержании данного микроэлемента 7,2 мг/кг). В варианте без внесения микроудобрений количество меди в сухой массе составило 6,4 г/га при урожайности 16,3 ц/га (содержание меди – 3,9 мг/кг). В варианте фон + ЭлеГум-Медь количество меди составило 4,5 г/га при урожайности 16,1 ц/га (пониженное содержание меди – 2,8 мг/кг) – наиболее низкие показатели. В варианте фон + $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ количество меди – 8,5 г/га (содержание меди – 4,4 мг/кг) при урожайности 19,2 ц/га сухой массы.

Заключение. Установлено, что в зависимости от применяемых форм микроудобрений содержание меди в надземной части растений изменяется по укосам на протяжении 2-го и 4-го г. ж. и находится в пределах от 2,5 мг/кг в контроле на 2-м г. ж. в первом укосе до 7,2 мг/кг в варианте с Наноплант – Со, Мп, Сu, Fe на 4-м г. ж. в третьем укосе. В корневой системе райграса пастбищного 2-го г. ж. в слое 0–20 см внесение Нанопланта обеспечило содержание подвижной меди 11,3 мг/кг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Greendeer [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://greendeer.ru/stati/vidi-trav/rajgras-pastbiwnyj-lolium-perenne-1.html>. – Дата доступа: 17.09.2021.
2. Анспок, П. И. Микроудобрения: справочник / П. И. Анспок. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ленинград: Агропромиздат, 1990. – 272 с.
3. Лашкевич, Г. И. Применение микроудобрений на торфяных почвах / Г. И. Лашкевич. – Минск: Гос. изд-во БССР, 1955. – 250 с.
4. Бирюкович, А. Л. Влияние микроудобрения «Наноплант» на урожайность многолетних трав / А. Л. Бирюкович, А. Н. Тузлаева // Мелиорация. – 2017. – № 1 (79). – С. 45–48.
5. Zerno [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.zerno-ua.com/journals/2012/yanvar-2012-god/helatnye-udobreniya-i-ih-perspektivy>. – Дата доступа: 17.09.2021.

УДК 628.1/54-41

РЕАГЕНТЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ПРОМЫВКИ ОБРАТНООСМОТИЧЕСКИХ МЕМБРАН ВОДООЧИСТНОЙ УСТАНОВКИ «ИСТОК-1200-К»

Е. Н. Иванова, бакалавр

ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет
имени И. Т. Трубилина»,
Краснодар, Российская Федерация

Водоочистная установка «Исток-1200-К» эксплуатируется на станции очистки и необходима для подготовки воды из артезианской скважины до нужного качества.

Работа водоочистной установки основывается на применении следующих основных технологических этапов: предварительная очистка от механических примесей на системе автоматической фильтрации; фильтрование на обратноосмотических мембранах и обеззараживание ультрафиолетом.

Полное название системы очистки артезианской воды, в которой используется данная водоочистная установка, – СО-1200-ОО УФО «Исток-К». Это расшифровывается следующим образом: станция очистки с производительностью установки по очистке воды 1200 м³/сут, работающая на основе технологии обратного осмоса, применяющая технологию ультрафиолетового обеззараживания и представленная в виде контейнерного исполнения.

Установка «Исток-1200-К» агрегатирована, поэтому ее подготовка к работе составляет 7 дней после продажи, монтажа и пуска в эксплуатацию. В паспорте водоочистной установки указывается дата и ставится подпись ответственного представителя завода-изготовителя установки.

Для проведения периодических промывок обратноосмотических мембран водоочистной установки «Исток-1200-К» применяются следующие реагенты:

1. Трилон Б (щелочная промывка).
2. Лимонная кислота (кислотная промывка).
3. Перекись водорода (дезинфекция).

Все реагенты, перед тем как попасть в систему обратноосмотических мембран, смешиваются в баке, а затем с помощью насосов подаются в систему.

Трилон Б – название торговой марки, первоначальное название – динатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА). Помимо ЭДТА, динатриевая соль хромотроповой кислоты также является ценным химическим продуктом, который применяется в промышленности и химии.

Трилон Б представляет собой белый порошок, структурированный в виде кристаллов, производится хлорированием водного раствора натрия. Динатриевая соль растворяется в щелочах, в воде и почти не растворяется в спиртах.

Трилон Б не токсичен и взрывобезопасен. Данный реагент имеет низкую стоимость, цена динатриевой соли обусловлена известностью препарата и его производства. Динатриевая соль применяется в разных сферах промышленности за счет свойств активного растворения нерастворимых солей, в том числе металлов.

При промывке обратноосмотических мембран рекомендовано использовать индивидуальные средства защиты (перчатки, респираторы, халаты), так как он может вызвать раздражение кожи, слизистых оболочек, дыхательных органов.

Промывка мембраны обратного осмоса лимонной кислотой позволяет удалять неорганические отложения и коллоидные вещества. Для снижения кислотности ее используют в сочетании с гидрохлоридом аммония.

Растворы 2%-ной лимонной кислоты (pH 4), 1%-ного HCl (pH 2,5) применяют для растворения осадков CaSO_4 , CaCO_3 , SrSO_4 , BaSO_4 , гидроксидов железа, никеля, марганца, цинка, коллоидных веществ неорганической природы.

Лимонная кислота проявляет хелатные свойства, которые усиливаются при добавлении гидрохлорида аммония. NaOH для изменения pH использовать нельзя. Раствор HCl проявляет более агрессивное воздействие на загрязнители.

Применение перекиси водорода (H_2O_2) более широко распространено в санитарной обработке систем фильтрации, так как она фактически устраняет проблемы вкуса и запаха, связанные с очисткой хлорной известью, и является весьма эффективным средством. Однако иногда бывает достаточно трудно и неэкономично по времени добиться того, чтобы 3%-ная перекись водорода была активной при очистке типичного накопительного бака, обратноосмотической мембраны и линии подачи воды.

Концентрация пищевой перекиси водорода (35%-ной) более чем в 10 раз сильнее, чем в 3%-ной. Благодаря этому пищевая перекись водорода H_2O_2 является гораздо более сильным дезинфицирующим средством. Одна капля на галлон воды равна концентрации 9 мг/л, и это эквивалентно концентрации озона 12 мг/л. Одной маленькой бутылочки пищевой перекиси водорода массой 56 г будет достаточно для эффективной санитарной обработки 20 обратных осмосов или 20 кулеров с одnogалонным резервуаром.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлюченко, И. Г. Влияние органических веществ на плодородие почв / И. Г. Павлюченко, В. А. Саркисян, В. И. Орехова // Итоги и перспективы развития агро-промышленного комплекса: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф. – с. Солёное Займище, 2020. – С. 326–328.
2. Терещенко, С. И. Конструкция, технологические схемы локальных очистных сооружений, применяемых для обеспечения экологической безопасности в П. Бухта Инал Туапсинского района / С. И. Терещенко, В. И. Орехова // Современные проблемы обеспечения экологической безопасности: сб. материалов Всерос. очно-заочной науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Орел, 2017. – С. 318–323.
3. Дёмочкина, Я. И. Водохозяйственный комплекс Ставропольского края / Я. И. Дёмочкина, Ю. Е. Карпушкина, В. И. Орехова // Теория и практика современной

аграрной науки: сб. III Нац. (Всерос.) науч. конф. с междунар. участием. – Новосибирск, 2020. – С. 444–446.

4. Гладущенко, Т. А. Загрязнение гидросферы / Т. А. Гладущенко, В. И. Орехова // Экология речных ландшафтов: сб. ст. по материалам IV Междунар. науч. эколог. конф. – Краснодар, 2020. – С. 28–30.

5. Козыч, И. Н. Качество земельно-ресурсного потенциала – важнейшее условие распределения государственной поддержки агропромышленного комплекса (на примере Павлоградского р-на Омской обл.) / И. Н. Козыч, А. И. Делех // Вестн. НГАУ. – Новосибирск, 2015. – С. 134–135.

УДК 631.8:633.1(571.13)

ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ПШЕНИЦЫ ЯРОВОЙ НА ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЧВЕ

М. В. Иванова, аспирантка

ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет
имени П. А. Столыпина»,
Омск, Российская Федерация

Применение азотных удобрений в поздние фазы развития растений пшеницы повышает урожайность, улучшает качество продукции, увеличивая в ней содержание белка, незаменимых аминокислот, витаминов, других веществ, требующихся для питания человека и животных, а также способствует улучшению посевных качеств семян [4, 5].

Черноземные почвы Западной Сибири часто имеют недостаточно нитратного азота для получения высокого и качественного урожая [1–3]. Поэтому применение дополнительно в течение вегетации азотных удобрений может оптимизировать питание растений.

Цель исследования – изучить влияние азотных удобрений на урожайность и качество пшеницы яровой сорта Столыпинская 2 на лугово-черноземной почве южной лесостепи Западной Сибири.

Методика исследований. Объектами исследований являлись: яровая пшеница сорта Столыпинская 2, почва лугово-черноземная, минеральные удобрения: азотные, фосфорные.

Полевые исследования проводились в 2018–2020 гг. на опытном поле Омского ГАУ. Расположение делянок на опытном участке систематическое. Площадь делянок – 20 м². Повторение вариантов в опыте трехкратное, расположение повторений – в три яруса. Дозы удобрений определялись в фазах кушения* и выхода в трубку** на основе почвенной (ПД) и растительной (РД) диагностики.

Схема опыта включала следующие варианты:

1. Без удобрений.
2. N_{10}^* (РД).
3. N_{30}^{**} (РД).
4. $N_{10}^* + N_{30}^{**}$ (РД).
5. $N_{128}P_{95}$ (фон, ПД).
6. Фон + N_{10} (РД)*.
7. Фон + N_{30} (РД)**.
8. Фон + $N_{10}^* + N_{30}^{**}$ (РД).

Почва – лугово-черноземная маломощная среднегумусная тяжело-суглинистая. Содержание в слое почвы 0–20 см нитратного азота (по Грандваль-Ляжу) составляло 8,0–8,6 мг/кг, подвижного фосфора и калия – соответственно 126–129 и 241–304 мг/кг (по Чирикову).

Минеральные удобрения вносили весной перед посевом в форме карбамида и двойного суперфосфата под предпосевную культивацию, подкормку проводили 10%-ным раствором мочевины.

В почвенных пробах определяли содержание нитратного азота с дисульфифеноловой кислотой по Грандваль-Ляжу; подвижного фосфора и калия – из одной вытяжки по Чирикову (ГОСТ 26204-84). Показатели качества определяли общепринятыми методами.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате эксперимента установлено, что изучаемые минеральные удобрения и способы их применения положительно действовали на урожайность зерна пшеницы яровой на лугово-черноземной почве в условиях лесостепи (табл. 1).

Таблица 1. Урожайность пшеницы яровой в зависимости от применения азотных удобрений на лугово-черноземной почве Омской области (среднее за 2018–2020 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка	
		т/га	%
1. Без удобрений	4,29	–	–
2. N_{10}	4,43	0,14	3,26
3. N_{30}	4,58	0,29	6,76
4. $N_{10} + N_{30}$	4,69	0,40	9,32
5. $N_{128}P_{95}$ (фон)	5,29	1,00	23,3
6. Фон + N_{10}	5,42	1,13	26,3
7. Фон + N_{30}	5,54	1,25	29,1
8. Фон + $N_{10} + N_{30}$	5,59	1,30	30,3
НСР ₀₅	0,16		

Некорневые подкормки N_{30} и $N_{10} + N_{30}$ как на фоне без основного внесения, так и на фоне $N_{128}P_{95}$ положительно повлияли на урожай-

ность зерна. На фоне без основного внесения прибавки составили соответственно 0,29 и 0,40 т/га (контроль – 4,29 т/га). На фоне $N_{128}P_{95}$ увеличение урожайности от азотных подкормок составило 0,25 и 0,30 т/га (фон – 5,29 т/га).

Подкормка N_{10} в фазе кущения способствовала формированию прибавок 0,14 и 0,13 т/га, что несколько меньше НСР.

Основными показателями качества зерна являются содержание белка и сырой клейковины (табл. 2), которое во многом зави . ОнОсс м

ЛИТЕРАТУРА

1. Агротехническая диагностика потребности полевых культур в азотных удобрениях / В. М. Красницкий [и др.] // Плодородие. – 2020. – № 6 (117). – С. 40–44.
2. Гамзиков, Г. П. Практические рекомендации по почвенной диагностике азотного питания полевых культур и применению азотных удобрений в сибирском земледелии / Г. П. Гамзиков. – Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. – 48 с.
3. Агрохимические нормативные показатели минерального питания яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири / Н. В. Гоман [и др.] // Изв. ТСХА. – 2021. – № 1. – С. 5–17.
4. Преимущества и проблемы применения жидких азотных удобрений в земледелии / А. А. Завалин [и др.] // Агрохимия. – 2014. – № 5. – С. 20–26.
5. Применение жидких азотных удобрений при возделывании зерновых культур в Омской области: рекомендации производству / И. А. Бобренко [и др.]. – Омск: Изд-во ИП Макшеевой Е. А., 2020. – 44 с.

УДК 635.21:631.8

НОВЫЕ ФОРМЫ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ ДЛЯ ОСНОВНОГО ВНЕСЕНИЯ И ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ НА КАРТОФЕЛЕ

Е. Л. Ионас, канд. с.-х. наук

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Развитие сельскохозяйственного производства, повышение продуктивности неразрывно связаны с интенсификацией отрасли, одним из важнейших условий которой является применение удобрений. Результаты научных исследований, мировой опыт показывают, что внесение научно обоснованных доз удобрений обеспечивает не только высокую продуктивность пашни, но и отличное качество растениеводческой продукции при снижении ее себестоимости [5].

Большой интерес представляет использование новых форм удобрений для основного внесения с содержанием макро- и микроэлементов при возделывании картофеля.

Впервые на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве северо-восточной части Беларуси исследовалось влияние новых форм комплексных удобрений для основного внесения – азотно-фосфорно-калийного (АФК) удобрения марки 16:12:24 с содержанием В, Си и S, разработанного в Институте почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, комплексного бесхлорного органоминерального гранулированного удобрения (ОМУ) для картофеля с содержанием макро- и микроэле-

ментов (N – 6,0 %, P_2O_5 – 8,0 %, K_2O – 9,0 %, MgO – 2,0 %, Fe – 0,07 %, Mn – 0,1 %, Cu – 0,01 %, B – 0,025 %, массовая доля гуминовых соединений – 2,0 %), производимого в России, на урожайность, химический состав клубней и вынос элементов питания у картофеля сорта Манифест.

Органоминеральное бесхлорное гранулированное удобрение выравнивали в эквивалентных дозах по NPK по варианту 3, в котором применялись стандартные формы минеральных удобрений, путем добавления карбамида и сернокислого калия.

Исследования проводили в 2014–2016 гг. в полевых опытах на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА» и в химико-экологической лаборатории БГСХА.

Почва опытного участка по годам исследований имела низкое и среднее содержание гумуса (1,2–1,7 %), кислую и слабокислую реакцию почвенной среды (pH_{KCl} 5,1–5,8), высокое содержание подвижных форм фосфора (262–318 мг/кг), среднюю и повышенную обеспеченность подвижным калием (173,3–214,5 мг/кг), низкое и среднее содержание подвижной меди (1,54–2,13 мг/кг), среднее содержание подвижного цинка (3,06–4,52 мг/кг), среднее и высокое содержание подвижного бора (0,54–0,77 мг/кг).

Схема опыта с картофелем включала следующие варианты:

1. Без удобрений.
2. $N_{90}P_{68}$.
3. $N_{90}P_{68}K_{135}$ – фон.
4. $N_{90}P_{68}K_{135}$ (АФК хлорсодержащее).
5. ОМУ бесхлорное + $N_{39}K_{58}$ (по NPK эквивалентно варианту 3).

Предшественником картофеля были зерновые культуры. Общая площадь делянки – 25,2 м², учетная – 16,8 м², повторность в опыте – четырехкратная, расположение делянок рендомизированное. Густота посадки – 47,6 тыс. клубней на 1 га.

В растительных образцах ботвы, клубнях картофеля определяли: общий азот – по Кьельдалю (ГОСТ 13496-93) [2], фосфор – на фотоэлектроколориметре (ГОСТ 26657-97) [1], калий – пламеннофотометрически (ГОСТ 30504-97) [3]. Содержание цинка и меди определяли на атомно-адсорбционном спектрофотометре (ГОСТ 30692-2000) [4].

Применение азотных и фосфорных удобрений ($N_{90}P_{68}$) в среднем за 2014–2016 гг. увеличивало урожайность клубней картофеля сорта Манифест по сравнению с неудобренным контролем на 6,8 т/га (с 25,6 до 32,4). Внесение калийных удобрений (K_{135}) в форме хлористого калия

на фоне $N_{90}P_{68}$ способствовало увеличению урожайности клубней на 2,9 т/га (с 32,4 до 35,3).

Внесение до посадки бесхлорного АФК-удобрения и хлорсодержащего по действию на урожайность клубней было равнозначным и повышало урожайность по сравнению с вариантом, в котором в эквивалентных дозах были внесены азот, фосфор и калий ($N_{90}P_{68}K_{135}$) в форме стандартных удобрений, на 10,3 (с 35,3 до 45,6) и на 8,9 т/га (с 35,3 до 44,2) соответственно. Окупаемость 1 кг НРК кг клубней при внесении бесхлорного ОМУ и хлорсодержащего АФК-удобрения по сравнению с применением стандартных удобрений возросла на 35 и 30 кг.

В вариантах с применением для основного внесения бесхлорного ОМУ и хлорсодержащего АФК-удобрения химический состав ботвы картофеля сорта Манифест был следующим: азот – 1,35–1,26 % на сухое вещество, фосфор – 0,29–0,30 %, калий – 7,42–7,73 %. Он существенно не отличался от фонового варианта.

Внесение до посадки хлорсодержащего АФК-удобрения с микроэлементами увеличивало содержание калия, меди и цинка в клубнях картофеля по сравнению с вариантом, в котором в эквивалентных дозах были внесены азот, фосфор и калий ($N_{90}P_{68}K_{135}$) в форме стандартных удобрений, на 0,29 % (с 2,67 до 2,96), 0,4 мг/кг (с 3,8 до 4,2) и 0,6 мг/кг (с 10,7 до 11,3) соответственно.

Оптимальное значение содержания меди в растениеводческой продукции составляет 7–12, цинка – 20–40 мг/кг сухого вещества. Содержание меди и цинка в клубнях картофеля в наших исследованиях не превышало допустимой нормы для продовольственного картофеля и не достигало оптимального значения.

Внесение бесхлорного ОМУ с микроэлементами и регулятором роста увеличивало содержание цинка в клубнях картофеля по сравнению с вариантом, в котором в эквивалентных дозах были внесены азот, фосфор и калий ($N_{90}P_{68}K_{135}$) в форме стандартных удобрений, на 2,1 мг/кг (с 10,7 до 12,8).

Варианты с применением до посадки картофеля бесхлорного ОМУ и хлорсодержащего АФК-удобрения по общему выносу азота в среднем за три года исследований существенно не различались (152,4 и 156,2 кг/га), но способствовали увеличению выноса этого элемента по сравнению с вариантом, в котором в эквивалентных дозах были внесены азот, фосфор и калий ($N_{90}P_{68}K_{135}$) в форме стандартных удобрений, на 19,5 и 23,3 кг/га. Данные новые формы удобрений для основного внесения также увеличивали общий вынос фосфора на 13,8 (с 47,2 до

61,0) и 8,7 кг/га (с 47,2 до 55,9) и калия на 91,5 (с 349,9 до 441,4) и 127,6 кг/га (с 349,9 до 477,5) соответственно.

Удельный вынос азота и фосфора в вариантах с применением удобрений значительно не изменялся. Применение азотных и фосфорных удобрений ($N_{90}P_{68}$) и внесение бесхлорного ОМУ повышало удельный вынос фосфора на 1,4 кг.

Использование хлорсодержащего АФК-удобрения незначительно увеличивало удельный вынос калия на 0,8 кг (с 10,0 до 10,8) по сравнению с вариантом, в котором в эквивалентных дозах были внесены азот, фосфор и калий ($N_{90}P_{68}K_{135}$) в форме стандартных удобрений.

Таким образом, внесение комплексного хлорсодержащего удобрения для картофеля с В, Си и S, разработанного РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси», и комплексного органоминерального бесхлорного удобрения для картофеля российского производства по действию на урожайность клубней было равнозначным и по сравнению с использованием в эквивалентных дозах ($N_{90}P_{68}K_{135}$) карбамида, аммофоса и хлористого калия повышало урожайность клубней картофеля сорта Манифест с 35,3 до 44,2 и 45,6 т/га соответственно.

Также применение до посадки картофеля бесхлорного ОМУ и хлорсодержащего АФК-удобрения на общий вынос азота в среднем за три года исследований существенного влияния не оказало (152,4 и 156,2 кг/га), но способствовало увеличению выноса этого элемента по сравнению с внесением в эквивалентных дозах азота, фосфора и калия ($N_{90}P_{68}K_{135}$) в форме стандартных удобрений на 19,5 и 23,3 кг/га. Новые формы удобрений для основного внесения также увеличивали общий вынос фосфора на 13,8 (с 47,2 до 61,0) и 8,7 кг/га (с 47,2 до 55,9) и калия на 91,5 (с 349,9 до 441,4) и 127,6 кг/га (с 349,9 до 477,5) соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания фосфора : ГОСТ 26657-97 [Электронный ресурс] // База нормативных документов. – 2010. – Режим доступа: http://www.complexdok.ru/2026657-97/gost_26657-97.pdf. – Дата доступа: 30.09.2014.

2. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и «сырого протеина»: ГОСТ 13496.4-93 [Электронный ресурс] // База нормативных документов. – 2011. – Режим доступа: [http://www.complexdok.ru/pdf/ГОСТ %2013496.4-93/gost_13496.4-93.pdf](http://www.complexdok.ru/pdf/ГОСТ%2013496.4-93/gost_13496.4-93.pdf). – Дата доступа: 30.09.2014.

3. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Пламенно-фотометрический метод определения содержания калия: ГОСТ 30504-97 [Электронный ресурс] // Информационный ресурс юридической фирмы «Интернет и право». – 1999. – Режим доступа: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/8956/>. – Дата доступа: 30.09.2014.

4. Практикум по агрохимии: учеб. пособие / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, С. П. Кукреша. – Минск: Ураджай, 1998. – 272 с.

5. Система применения удобрений: учеб. пособие / В. В. Лапа [и др.]; под ред. В. В. Лапы. – Гродно: ГГАУ, 2011. – 418 с.

УДК 631.582:338(470.57)

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОЛЕВЫХ СЕВООБОРОТОВ СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Р. Ш. Иргалина, канд. биол. наук, доцент

Н. Г. Курмашева, канд. с.-х. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»,
Уфа, Российская Федерация

Новые принципы построения современных систем земледелия опираются на севообороты, адаптированные к условиям агроландшафтов конкретного хозяйства. Исходя из этого изучение продуктивности освоенных и принятых севооборотов в различных условиях хозяйствования имеет актуальность.

Цель исследований – определение продуктивности различных видов полевых севооборотов, освоенных на территории землепользования ООО КФХ «Апрель» Бирского района Республики Башкортостан, по выходу зерна, кормовых единиц и переваримого протеина с 1 га севооборотной площади и их агротехническая и экономическая оценка.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи: 1) определить продуктивность полевых севооборотов хозяйства по выходу зерна, кормовых единиц, переваримого протеина и кормопротеиновых единиц с 1 га севооборотной площади; 2) провести экономическую оценку полевых севооборотов хозяйства.

Согласно природно-сельскохозяйственному районированию земельного фонда территория хозяйства относится к Северной лесостепной зоне и входит в I агроклиматический район, который характеризуется сравнительно теплым, незначительно засушливым климатом. Продолжительность безморозного периода составляет 95–105 дней.

Сумма температур за период с температурой выше 10 °С составляет 1800–2000 °С, гидротермический коэффициент – 1,4–1,2. Продолжительность периода с температурой выше 5 °С составляет 164 дня, выше 10 °С – 128 дней. Сумма осадков за период с температурой выше 10 °С составляет 270 мм. Преобладающие ветры в летний период – юго-западные и южные. Число дней с суховеями за период апрель – сентябрь – в среднем 32 дня. В целом климатические условия района благоприятны для возделывания всех сельскохозяйственных культур данной зоны. По данным Бирской метеостанции, агроклиматические условия в хозяйстве следующие: среднегодовая температура – 1,2 °С; среднесуточная температура самого холодного дня (январь) – –33,3 °С; среднесуточная температура самого теплого дня (июль) – 22,3 °С; сумма температур за период с температурой выше 0 °С – 2680 °С, выше 10 °С – 2000 °С. Дата последнего заморозка – 26 мая (–3,2 °С). Дата первого заморозка – 10 сентября (–1,8 °С). Запас продуктивной влаги на начало вегетационного периода: в слое 0–10 см – 27,2 мм; 0–20 см – 59,3 мм; 0–50 см – 151,2 мм; 0–100 см – 235,6 мм. Запас продуктивной влаги на конец вегетационного периода: в слое 0–10 см – 1,3 мм; 0–20 см – 2,1 мм; 0–50 см – 17,6 мм; 0–100 см – 81,7 мм. Продолжительность пастбищного периода – 130 дней [4].

Почвенный покров представлен в основном черноземами выщелоченными и аллювиальными почвами. Средняя мощность гумусового горизонта составляет 45–50 см. Содержание гумуса в пахотном слое колеблется от 6,7 до 8,3 %, подвижного фосфора – от 5 до 10 мг, обменного калия – от 13 до 21 мг на 100 г почвы. Реакция почвенного раствора близка к значениям pH 4,5–5,0. Механический состав почв тяжело- и среднесуглинистый. В хозяйстве имеется 1230 га эродированных земель, в том числе на пашне – 850 га, сенокосах – 158 га, пастбищах – 123 га. Анализ почвы показывает, что на почвах хозяйства можно возделывать все основные зерновые, технические, овощные и другие сельскохозяйственные культуры, которые характерны для Северной лесостепной зоны Республики Башкортостан [4].

Агротехника отдельных культур, возделываемых в севооборотах хозяйства, соответствовала их биологическим требованиям и почвенно-климатическим условиям Северной лесостепной зоны. В данной работе приводим лишь агротехнику одной культуры – яровой пшеницы (в качестве примера). Основная (зяблевая) обработка почвы под яровую пшеницу состояла из лущения стерни на глубину 6–8 см и вспашки на глубину 20–22 см через 10–12 дней после лущения. Весной

при наступлении физической спелости почвы проводили боронование с целью закрытия влаги, уничтожения сорняков и выравнивания поверхности почвы боронами БЗТС-1,0 со шлейфами. Предпосевную культивацию проводили на глубину заделки семян культиваторами КПС-4 + БЗСС-1,0. Посев яровой пшеницы сорта Омская 35 проводили сеялками СЗ-3,6 с одновременным внесением минеральных удобрений из расчета 5,5 млн. всхожих зерен на 1 га и NPK по 25 кг каждого действующего вещества на 1 га. После посева поле прикатывали кольчато-шпоровыми катками марки ЗККШ-6А. В фазе кущения проводили обработку посевов гербицидом Гран-при из расчета 25 г/га для уничтожения двудольных сорных растений. Уборку проводили прямым комбайнированием при полной спелости зерна комбайнами «ДОН-1500» и «Джон-Дир» [3, 4].

Методика исследований. Исследования проводили в освоенных полевых севооборотах ООО КФХ «Апрель» Бирского района Республики Башкортостан.

Севообороты имеют следующее чередование культур:

I. Полевой зернопаропропашной, 66,6 % зерновых (д. Печенкино), средняя площадь поля – 220 га. 1. Чистый пар. 2. Тритикале озимое. 3. Яровая пшеница. 4. Ячмень. 5. Овес 6. Подсолнечник.

II. Полевой зернотравяной, 50 % зерновых (д. Печенкино), средняя площадь поля – 180 га. 1. Чистый пар. 2. Тритикале озимое. 3. Яровая пшеница + многолетние травы. 4. Многолетние травы 1-го г. п. 5. Многолетние травы 2-го г. п. 6. Многолетние травы 3-го г. п. 7. Яровая пшеница. 8. Ячмень.

III. Кормовой травяной (д. Печенкино), средняя площадь поля – 146 га. 1. Многолетние травы 1-го г. п. 2. Многолетние травы 2-го г. п. 3. Многолетние травы 3-го г. п. 4. Многолетние травы 4-го г. п. 5. Однолетние травы + многолетние травы.

Площади полей в каждом севообороте составляют соответственно 220, 180 и 146 га.

Перед внедрением в производство того или иного агротехнического приема необходимо установить его экономическую эффективность для хозяйства. С этой целью нами проведена экономическая оценка полевых севооборотов хозяйства. Основными показателями экономической эффективности севооборотов являются продуктивность севооборотов в кормовых единицах и в стоимости всей произведенной продукции, сумма чистого дохода в расчете на 1 га севооборотной площади, уровень рентабельности производства продукции растениеводства, произ-

водительность труда [1, 2, 5]. Эти показатели были рассчитаны по общепринятой методике. Стоимость продукции была определена исходя из ее количества и цены реализации на зерно овса (закупочные цены на зерно овса за 2015 г. составляли 7500 руб/т). Трудовые и производственные затраты взяли из отчетов хозяйства, фактические затраты, полученные при возделывании сельскохозяйственных культур, – согласно технологическим картам. Себестоимость 1 ц кормовых единиц находим как отношение всей суммы издержек производства (по всем культурам севооборота) к продуктивности 1 га севооборотной площади. Чистый доход определим как разницу между стоимостью продукции с 1 га в рублях и производственными затратами на 1 га. Наибольший чистый доход с 1 га севооборотной площади был получен в зернопаропропашном севообороте со степенью насыщения зерновыми 66,6 % и составил 11813 руб. с уровнем рентабельности 265 %. В зернотравяном севообороте со степенью насыщения зерновыми 50 % чистый доход составил 11388 руб. с уровнем рентабельности 270 %. Несмотря на более высокую продуктивность 1 га севооборотной площади, зернопаропропашной севооборот со степенью насыщения зерновыми 66,6 % оказался менее рентабельным. По уровню рентабельности кормовой севооборот (278 %) превосходит полевые севообороты.

Таким образом, с экономической точки зрения в условиях хозяйства наиболее эффективным является кормовой севооборот с уровнем рентабельности 278 %, а из полевых севооборотов наиболее рентабелен зернотравяной (50 % зерновых), в котором уровень рентабельности составляет 270 %. Исходя из полученных результатов исследований рекомендуем: вместо менее рентабельных культур включить в схему севооборота высокорентабельные культуры (гречиха, рапс, лен); изыскать возможности по повышению рентабельности возделывания зерновых культур в хозяйстве; в кормовом севообороте обновить набор многолетних трав, распахать поля со старовозрастными многолетними травами, а также ввести бобовые многолетние травы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахматханова, А. А. Эффективность применения ресурсосберегающих приемов основной обработки почвы при возделывании яровой пшеницы на черноземе выщелоченном / А. А. Ахматханова, Н. Г. Курмашева // Студент и аграрная наука: сб. тр. VIII студ. науч. конф. – Уфа, 2014. – С. 9–10.
2. Иргалина, Р. Ш. Экономическая оценка возделывания кормовых культур в УНЦ БГАУ / Р. Ш. Иргалина // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. материалов

XV Междунар. науч.-практ. конф. – Барнаул: Изд-во Алт. гос. аграр. ун-та, 2020. – С. 225–227.

3. Курмашева, Н. Г. Основы статистического анализа результатов полевых исследований / Н. Г. Курмашева. – Уфа: Изд-во Башк. ГАУ, 2020. – 48 с.

4. Научно обоснованные системы земледелия по зонам БАССР / под ред. Н. Р. Бахтизина. – Уфа: Башк. кн. изд-во, 1990. – 264 с.

5. Юламанова, Г. И. Влияние регуляторов роста на урожайность люцерны синегрибной / Г. И. Юламанова, Р. Ш. Иргалина, И. Р. Разетдинов // Актуальные проблемы аграрной науки: прикладные и исследовательские аспекты: сб. науч. тр. Всерос. (Нац.) науч.-практ. конф. – Нальчик, 2021. – С. 145–148.

УДК 632.981.3:633.88

БИОЛОГИЧЕСКАЯ И ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОПРЕПАРАТА EMULPAR 940 ЕС ПРОТИВ ВРЕДИТЕЛЕЙ НА ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЯХ

Т. Н. Камедько, канд. с.-х. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Вследствие интенсификации процессов сельского хозяйства происходит ускорение микроэволюционных процессов флоры и фауны. Появляются резистентные расы, штаммы, экотипы возбудителей заболеваний, вредителей, происходит перестройка структуры энтомо- и фитоценозов. Одним из обязательных приемов возделывания культур является их защита от вредителей и болезней, а это связано с большой пестицидной нагрузкой на окружающую среду и немалыми экономическими затратами. Поэтому важнейшую роль в росте продуктивности растений играет как создание сортов, устойчивых к различным вредителям и болезням, так и экологически ориентированное производство [2, 6].

Как правило, продуктивность «чистого» экологического производства на 20 % ниже по сравнению с традиционным. Однако такое снижение компенсируется обеспечением высокого качества сельскохозяйственной продукции, отсутствием затрат на ядохимикаты, повышением привлекательности для агро- и экотуризма.

Применение в органическом производстве экологически безопасных препаратов и природных физиологически активных веществ, которые способны улучшить минеральное питание растений, обеспечить их защиту от фитопатогенов и вредителей, повысить иммунитет расте-

ний и их устойчивость к стрессовым условиям, служит реальной альтернативой агрохимикатам [5].

Цель исследования – оценить биологическую и хозяйственную эффективность биопрепарата EMULPAR 940 ЕС в борьбе с тлей на календуле.

Спектр применения календулы широк, известны ее ранозаживляющие, бактерицидные и противовоспалительные свойства. Интерес к ее выращиванию в Беларуси растет. Однако у календулы существует широкий спектр вредителей, которые создают проблемы при выращивании ее в промышленном масштабе.

Тли (лат. *Aphidoidea*) – маленькие насекомые-вредители, поражающие почти все цветочные растения, поселяясь колониями на молодых нежных листьях и побегах, высасывая из них сок. В результате листья скручиваются, наблюдается патологический рост побегов и цветков [1]. Для контроля численности этого фитофага предусматриваются агротехнические меры и применение химических средств защиты. Применение биологических препаратов не получило широкого распространения вследствие относительно невысокой эффективности исследованных препаратов – 33–55 % [4]. Исходя из этого подбор и изучение биопрепаратов, оказывающих положительное действие в борьбе с тлей, является актуальным.

Исследования проводили на опытном поле кафедры плодовоовощеводства УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия».

Погодные условия в годы исследований были благоприятными для развития и распространения тли, что позволило объективно оценить эффективность биопрепарата EMULPAR 940 ЕС в борьбе с ней.

Оптимальные условия для развития разных видов тлей – постоянная температура воздуха выше 10 °С, отсутствие резких перепадов температуры в разное время суток и умеренное выпадение атмосферных осадков.

Почва участка дерново-подзолистая, легкосуглинистая. Содержание подвижных форм фосфора – 585,2 мг/кг почвы, калия – 294,0 мг/кг почвы, гумуса – 2,3 %, pH 6,6.

Площадь опытной делянки – 25 м², повторность – четырехкратная.

Схема опыта включала следующие варианты: без обработки фунгицидами; биопрепарат на основе масла ним «Сохраняя урожай» (эталон) – 2,4 л/га; биопрепарат EMULPAR 940 ЕС – 3 л/га.

Проводилась однократная обработка при наличии 5 % растений с единичными колониями тлей.

Норма расхода рабочей жидкости составляла 300 л/га. Препараты против тли применяли 27.07.2020 в фазе активного роста растений.

Опрыскивание проводили с помощью ранцевого опрыскивателя «Jacto».

Учеты проводили до обработки (27.07.2020), на 3-й день (30.07.2020), на 7-й день (03.08.2020) после первой обработки, на 14-й день (10.08.2020) в соответствии с Методическими указаниями по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве [3].

На дату проведения обработки (27.07.2020) численность особей тли, представленная в основном личиночной стадией (таблица), составила в зависимости от варианта опыта от 49,3 до 57,5 особи/растение.

Биологическая эффективность биопрепарата EMULPAR 940 ЕС на календуле против тли

Вариант опыта	Среднее число имаго и личинок на 20 растениях каждой повторности	Биологическая эффективность, %, на день учета		
		День после обработки		
	До обработки	3-й	7-й	14-й
Контроль (без обработки)*	49,3	67,0	111	199
EMULPAR 940 ЕС	57,5	89,2	98,8	99,1
Эталон – биопрепарат на основе масла ним «Сохраняя урожай», Ж	57,3	76,5	97,2	98,9
НСР ₀₅	$F_{\Phi} < F_{05}$			

*В контроле приводится среднее число имаго и личинок на растение.

После применения биопрепарата «Сохраняя урожай» (эталон) против тли на растениях календулы на 3-й день после обработки биологическая эффективность составила 76,5 %, в варианте с EMULPAR 940 ЕС – 89,2 %. Эффективность биопрепарата EMULPAR 940 ЕС на 7-е и 14-е сутки после его применения составила 98,8 и 99,1 % соответственно. В варианте с применением эталона – 97,2 и 98,9 % соответственно.

В контрольном варианте без обработки отмечено увеличение численности особей тли в четыре раза.

Следует отметить, что действие биопрепарата EMULPAR 940 ЕС обеспечивало достаточную защиту против тли по отношению к эталону.

Таким образом, биопрепарат EMULPAR 940 ЕС проявил положительную инсектицидную активность против тли цветочных растений при изучаемой норме расхода. Защитный эффект обусловлен снижением численности фитофага.

ЛИТЕРАТУРА

1. Как защитить цветы от болезней и насекомых-вредителей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.maxidom.ru/blog/poleznye-sovety/kak-zashchitit-tsvety-ot-bolezney-i-nasekomykh-vreditel/>. – Дата доступа: 16.11.2021.
2. Камедько, Т. Н. Селекционная оценка сортов земляники садовой на устойчивость к пятнистостям листьев / Т. Н. Камедько, Р. М. Пугачев // Вестн. БГСХА. – 2013. – № 3. – С. 30–34.
3. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию; Ин-т защиты растений; под ред. Л. И. Трепашко. – Минск, 2009. – 319 с.
4. Мисриева, Б. У. Биоэкологическое обоснование защиты семенников капусты от основных вредителей в условиях юга России: автореф. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.11 / Б. У. Мисриева. – Москва, 2008. – 42 с.
5. Применение биопрепаратов в органическом растениеводстве / А. А. Шабанов [и др.] // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. / М-во сел. хоз-ва и прод. Респ. Беларусь, УО «Гродн. гос. аграр. ун-т». – Гродно: ГГАУ, 2018. – Т. 42: Агрономия. – С. 140–146.
6. Болезни и вредители лекарственных растений / В. А. Тимофеева [и др.] // Наука и инновации. – 2015. – № 8. – С. 59–63.

УДК 631.559+552.581+631.86

ИЗМЕНЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И КАЧЕСТВА РАСТЕНИЕВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДИАТОМИТА И ЕГО СОЧЕТАНИЙ С ПТИЧЬИМ ПОМЕТОМ

К. Ю. Ковальский, аспирант

А. Н. Арефьев, д-р с.-х. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет»,
Пенза, Российская Федерация

Важнейшей задачей современного земледелия является увеличение объемов производства экологически безопасной продукции растениеводства высокого качества. В связи с этим разработка технологических приемов использования местных сырьевых ресурсов с целью повышения урожайности и качества растениеводческой продукции является

актуальным направлением в современном земледелии. В этом отношении значительный интерес представляет разработка приемов использования в растениеводстве кремнийсодержащих агроруд. Результаты исследований многих авторов свидетельствуют о том, что использование кремнийсодержащих агроруд в комплексе с органическими удобрениями является высокоэффективным приемом повышения урожайности сельскохозяйственных культур [1–5].

Цель исследований – изучение действия и последствий различных норм кремнийсодержащей агроруды (диатомит) и ее сочетаний с птичьим пометом на урожайность сельскохозяйственных культур и качество растениеводческой продукции.

Для достижения поставленной цели в первом агропочвенном районе Пензенской области на серой лесной почве был заложен полевой опыт по следующей схеме: 1) без диатомита и птичьего помета (контроль); 2) птичий помет, 10 т/га; 3) диатомит, 4 т/га; 4) диатомит, 6 т/га; 5) диатомит, 8 т/га; 6) диатомит, 10 т/га; 7) диатомит, 4 т/га + птичий помет, 10 т/га; 8) диатомит, 6 т/га + птичий помет, 10 т/га; 9) диатомит, 8 т/га + птичий помет, 10 т/га; 10) диатомит, 10 т/га + птичий помет, 10 т/га.

Повторность опыта трехкратная. Варианты в опыте размещены методом рендомизированных повторений. В опыте в качестве кремнийсодержащего удобрения использовался диатомит Коржевского месторождения, расположенного в Никольском районе Пензенской области. В качестве органических удобрений использовался птичий помет. Диатомит и птичий помет были внесены под основную обработку почвы.

В варианте без использования диатомита и птичьего помета урожайность зерна кукурузы в условиях 2019 г. составляла 3,71 т/га. Прямое действие птичьего помета с нормой 10 т/га достоверно повышало урожайность зерна кукурузы на 1,52 т/га, или на 41,0 %. Урожайность в этом варианте составляла 5,23 т/га.

В вариантах одностороннего действия диатомита, в зависимости от его нормы, урожайность зерна кукурузы изменялась в пределах от 4,62 до 5,02 т/га, достоверно превышая контроль на 0,91–1,31 т/га, или на 24,5–35,3 %.

Максимальная урожайность зерна кукурузы была отмечена в вариантах с внесением различных норм диатомита в комплексе с птичьим пометом. Урожайность зерна кукурузы на их фоне изменялась в пределах от 5,48 до 5,92 т/га. Увеличение по отношению к контрольному варианту было достоверным и составляло 1,77–2,21 т/га, или 47,7–59,6 %.

Содержание переваримого протеина в зерне кукурузы в контрольном варианте и в вариантах с односторонним действием различных норм кремнийсодержащей агроруды было практически одинаковым и изменялось в пределах от 9,2 до 9,4 %. Достоверное увеличение содержания переваримого протеина в зерне кукурузы обеспечивало одностороннее действие птичьего помета с нормой 10 т/га и комплексное действие кремнийсодержащей агроруды с птичьим пометом. Содержание переваримого протеина на фоне их прямого действия варьировалось в интервале от 9,8 до 9,9 %, превышая контроль на 0,5–0,6 %.

Урожайность зерна яровой пшеницы в условиях 2020 г. в контрольном варианте равнялась 2,46 т/га. Последствие птичьего помета с нормой 10 т/га обеспечило достоверное повышение урожайности зерна яровой пшеницы на 0,57 т/га, или на 23,2 %.

Последствие диатомита с нормой 4 т/га в условиях 2020 г. не оказало достоверного влияния на урожайность зерна яровой пшеницы. Достоверное повышение урожайности зерна яровой пшеницы обеспечивал диатомит с нормами от 6 до 10 т/га. Урожайность зерна яровой пшеницы на фоне его последствия изменялась от 2,67 до 2,72 т/га, превышая контроль на 0,21–0,26 т/га, или на 8,5–10,6 %.

Наиболее существенное влияние на урожайность зерна яровой пшеницы оказало последствие диатомита в сочетании с птичьим пометом. Урожайность зерна яровой пшеницы в этих вариантах опыта варьировалась в интервале от 3,12 до 3,33 т/га. Увеличение по отношению к контрольному варианту было достоверным и составляло 0,66–0,87 т/га, или 26,8–35,4 %.

Содержание клейковины в зерне яровой пшеницы в варианте без использования диатомита и птичьего помета составляло 23,8 %. Последствие птичьего помета достоверно увеличивало содержание клейковины в зерне на 2,1 %. На фоне одностороннего последствия различных норм кремнийсодержащей агроруды содержание клейковины в зерне несущественно отличалось от контрольного варианта.

Максимальное содержание клейковины в зерне яровой пшеницы было отмечено на фоне последствия кремнийсодержащей агроруды в комплексе с птичьим пометом. Содержание клейковины на их фоне достоверно превышало контроль на 2,3–2,6 %.

В условиях 2021 г. урожайность сена однолетних трав в контрольном варианте равнялась 7,44 т/га. Птичий помет, при его одностороннем последствии, увеличивал урожайность сена однолетних трав на 1,48 т/га, или на 19,9 %.

На фоне одностороннего последствия диатомита достоверное увеличение урожайности сена однолетних трав было отмечено в вариантах с использованием диатомита с нормами 8 и 10 т/га. Урожайность сена в этих вариантах опыта составляла 8,13–8,71 т/га, превышая контроль на 0,69–1,27 т/га, или на 9,3–17,1 %.

В вариантах с последствием диатомита в комплексе с птичьим пометом урожайность сена однолетних трав варьировалась в интервале от 9,15 до 10,18 т/га. Увеличение по отношению к контролю было достоверным и изменялось в пределах от 1,71 до 2,74 т/га, или от 23,0 до 36,8 %.

В варианте без использования диатомита и птичьего помета сбор сырого протеина составлял 497,6 кг/га. Последствие птичьего помета с нормой 10 т/га увеличивало сбор сырого протеина на 119,8 кг/га, или на 24,1 %.

В вариантах с односторонним последствием различных норм диатомита сбор сырого протеина варьировался в интервале от 523,1 до 598,7 кг/га. Достоверное увеличение сбора сырого протеина в данном варианте обеспечивал диатомит с нормами 8 и 10 т/га.

Максимальный сбор сырого протеина обеспечивало последствие диатомита в комплексе с птичьим пометом. Сбор сырого протеина в этих вариантах опыта превышал контроль на 133,6–207,5 кг/га, или на 26,9–41,8 %.

Таким образом, наивысший эффект по влиянию на урожайность зерна кукурузы, яровой пшеницы, сена однолетних трав и качество растениеводческой продукции обеспечивало комплексное действие и последствие кремнийсодержащей агроруды с птичьим пометом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арефьев, А. Н. Характер зависимости урожайности сельскохозяйственных культур от факторов плодородия почвы / А. Н. Арефьев, Е. Е. Кузина, Е. Н. Кузин // Образование, наука, практика: инновационный аспект: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. Дню российской науки. – Пенза: РИО ПГСХА, 2015. – С. 147–149.
2. Арефьев, А. Н. Изменение физико-химических свойств лугово-черноземной почвы и продуктивности звена зернопаропропашного севооборота под влиянием осадков сточных вод и цеолита / А. Н. Арефьев, Е. Е. Кузина, Е. Н. Кузин // Нива Поволжья. – 2017. – № 1 (42). – С. 9–15.
3. Вильдфлуш, И. Р. Урожайность и качество кукурузы в зависимости от применяемых систем удобрения и регулятора роста при возделывании ее на зерно на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / И. Р. Вильдфлуш, С. С. Мосур // Современные цифровые технологии в агропромышленном комплексе: сб. материалов междунар. науч. конф. – 2020. – С. 20–25.
4. Вильдфлуш, И. Р. Влияние органических, макро-, микроудобрений и регулятора роста на фотосинтетическую деятельность посевов, урожайность и качество кукурузы

при возделывании на силос на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / И. Р. Вильдфлуш, С. С. Мосур, Г. В. Пироговская // Почвоведение и агрохимия. – 2020. – № 1 (64). – С. 205–220.

5. Особенности использования почв и удобрений в правобережной лесостепи Среднего Поволжья / Т. Б. Лебедева [и др.]. – Пенза, 2009. – 290 с.

УДК 632.95:635.21

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ КОМПАНИИ «ФРАНДЕСА» В ПОСАДКАХ КАРТОФЕЛЯ

В. Р. Кажарский, канд. с.-х. наук, доцент

С. Н. Козлов, канд. с.-х. наук, доцент

Ю. В. Коготько, канд. с.-х. наук

Е. И. Коготько, ст. преподаватель

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Актуальность. При средней урожайности картофеля в Новой Зеландии 502 ц/га, Нидерландах 447, Бельгии 423, Германии 423, Франции 432, Англии 405 ц/га, в России этот показатель составляет 165 ц/га, а в Беларуси в последние 10 лет – 194–232 ц/га. Одной из причин низкой урожайности являются потери от вредных организмов, уровень которых в зависимости от конкретной фитосанитарной обстановки колеблется в широком диапазоне, 10–60 %. В свете вышесказанного изучение эффективности современных средств защиты картофеля представляет собой актуальную задачу.

Цель исследования – оценка биологической и хозяйственной эффективности средств защиты картофеля отечественного производства и программ их комплексного применения.

Материалы и методика исследований. Исследования проведены на опытном поле БГСХА «Тушково» в 2021 г. в соответствии с общепринятыми методиками в защите растений [1–3].

Почва опытных участков дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком лессовидном суглинке. Агрохимические показатели: содержание гумуса – 1,97 %, подвижных форм фосфора и калия – 197 и 204 мг/кг, pH_{KCl} 5,97.

Предшественник – кукуруза. Исследования проведены на сорте Скарб. Агрофон питания: $N_{87}P_{60}K_{120}$. Обработка почвы: вспашка на

глубину 20–25 см, нарезка гребней КОН-4,2 – 14.05.2021. Посадку проводили сажалкой КСМ-4 с нормой 55 тыс. шт/га – 14.05.2021.

Протравливание клубней проводили препаратом Багрец Плюс, 0,6 л/т, перед посадкой – 14.05.2021. Междурядные обработки почвы проведены 27.05.2021 и 01.06.2021. В борьбе с сорной растительностью применяли Экстракорн, 3,5 л/га, до всходов – 02.06.2021 и Балансир, 0,2 л/га – 28.06.2021. Проводили 4 обработки фунгицидами: фунгицид 1 – Дариус, 0,8 л/га (28.06.2021, начало бутонизации); фунгицид 2 – Дариус, 0,8 л/га (14.07.2021); фунгицид 3 – Фланобин, 0,75 л/га (30.07.2021); фунгицид 4 – Фланобин, 0,75 л/га (13.08.2021).

Особенностями метеоусловий вегетационного периода 2021 г. были высокие температуры и дефицит осадков в летние месяцы, которые привели к позднему развитию болезней и снижению урожайности.

Результаты исследований и их обсуждение. Для подавления сорной растительности использовался довсходовый гербицид Экстракорн, 3,5 л/га. Через 30 дней после внесения гербицида численность сорняков в контрольном варианте составляла 73,4 шт/м² (табл. 1). Среди наиболее распространенных сорняков были просо куриное – 36,2 шт/м² и марь белая – 14,7 шт/м². Экстракорн показал биологическую эффективность на уровне 92,8 %. К уборке засоренность в контроле выросла до 101,5 шт/м². Итоговая эффективность Экстракорна, внесенного до всходов, и Балансира, внесенного по всходам картофеля в фазе пырея 3–5 листьев, составила 96,6 %.

Таблица 1. Биологическая эффективность гербицидов в посадках картофеля

Вариант	Всего, шт/м ²	Ромашка непахучая	Марь белая	Фиалка полевая	Подмаренник цепкий	Горец, виды	Пыкульник обыкновенный	Ярутка полевая	Пастушья сумка	Мятлик однолетний	Просо куриное	Пырей ползучий	Другие виды
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Через 30 дней после внесения гербицида Экстракорн													
<i>Засоренность, шт/м²</i>													
1. Контроль	73,4	2,3	14,7	2,9	0,9	2,8	4,2	2,6	1,1	2,7	36,2	0,9	2,1
<i>Биологическая эффективность, %</i>													
2. Экстракорн, 3,5 л/га	92,8	100	100	93,1	77,8	75,0	78,6	100	100	100	95,6	0	61,9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Перед уборкой													
Засоренность, шт/м²													
1. Контроль	101,5	2,9	16,4	2,3	1,3	4,2	7,4	3,0	2,5	3,3	51,6	1,8	4,8
Биологическая эффективность, %													
2. Экстра- корн, 3,5 л/га → Балансир, 0,2 л/га	96,6	96,6	97,0	91,3	92,3	73,8	97,3	100	100	100	99,6	100	77,1

Учет болезней листьев, проведенный в фазе отмирания ботвы (27.08.2021), показал, что развитие фитофтороза в контрольном варианте опыта составило 9,9 %, а альтернариоза – 79,7 %. В данных условиях эффективность системы защиты (табл. 2) составила против фитофтороза 86,9 %, а против альтернариоза – 88,1 %.

Таблица 2. Эффективность использования средств защиты растений в посадках картофеля против фитофтороза и альтернариоза

Вариант	28.06.2021 Смыкание ботвы	14.07.2021 Начало бутонизации	30.07.2021 Начало цветения	13.08.2021 Конец цветения	27.08.2021 Отмирание ботвы
Развитие фитофтороза, %					
Контроль, без обработки фунгицидами	0	0	0,6	3,4	9,9
Биологическая эффективность против фитофтороза, %					
Дариус (28.06.2021); Дариус (14.07.2021); Фланобин (30.07.2021); Фланобин (13.08.2021)	–	–	100	85,3	86,9
Развитие альтернариоза, %					
Контроль, без обработки фунгицидами	0	2,2	16,4	37,8	79,7
Биологическая эффективность против альтернариоза, %					
Дариус (28.06.2021); Дариус (14.07.2021); Фланобин (30.07.2021); Фланобин (13.08.2021)	–	100	98,2	91,5	88,1

Анализ клубней показал, что в контроле повреждение проволочником составило 12 %. Протравливание клубней препаратом Багрец Плюс, 0,6 л/т, снизило поврежденность на 91,7 % (табл. 3).

Таблица 3. Результаты клубневого анализа картофеля урожая 2021 г.

Вариант	Проволочник, % поврежденных клубней	Снижение относительно контроля в %
Контроль, без инсектицидов	12	–
Багрец Плюс, 0,6 л/т	1	91,7

Учет заселенности посадок картофеля личинками колорадского жука показал, что пик численности вредителя (32,4 шт/растение) наблюдался на момент 4-го учета (07.07.2021). Применение протравителя Багрец Плюс, 0,6 л/т, подавляло заселенность данным вредителем растений картофеля на 57,4–78,4 % (табл. 4).

Таблица 4. Заселенность посадок картофеля личинками колорадского жука и биологическая эффективность протравителей инсектицидного действия

Вариант	Заселенность кустов колорадским жуком, шт/растение в динамике				Биологическая эффективность, %			
	21.06.2021	26.06.2021	02.07.2021	07.07.2021	1-й	5-й	10-й	15-й
Контроль	5,1	12,2	19,9	32,4	–	–	–	–
Багрец Плюс, 0,6 л/т	1,1	3,3	7,3	13,8	78,4	73,0	63,3	57,4

Система защиты картофеля, состоящая из протравителя Багрец Плюс, 0,6 л/т, гербицидов Экстракорн, 3,5 л/га, и Балансир, 0,2 л/га, фунгицидов Дариус, 0,8 л/га (двукратно), Фланобин, 0,75 л/га (двукратно), обеспечила формирование урожайности на уровне 665 ц/га, при этом прибавка к контролю без ХСЗР составила 585,3 ц/га. Рост урожайности обусловлен почти трехкратным увеличением числа клубней под кустом и средней массы клубня с 35,8 до 104,4 г (табл. 5).

Таблица 5. Влияние комплекса ХСЗР на урожайность картофеля, 2021 г.

Вариант	Число клубней, шт/куст	Масса клубней, г/куст	Средняя масса клубня, г	Урожай- ность, ц/га
Контроль, без ХСЗР	4,0	143	35,8	78,7
Багрец Плюс, 0,6 л/т; Экстракорн, 3,5 л/га; Балансир, 0,2 л/га; Дариус, 0,8 л/га; Дариус, 0,8 л/га; Фланобин, 0,75 л/га; Фланобин, 0,75 л/га	11,6	1211	104,4	665
НСР ₀₅				34,7

Выводы. Последовательное применение гербицидов Экстракорн, 3,5 л/га, и Балансир, 0,2 л/га, снижает засоренность к уборке на 96,6 %. Двукратное применение фунгицида Дариус, 0,8 л/га, с последующим

двукратным внесением фунгицида Фланобин, 0,75 л/га, обеспечило к началу отмирания ботвы эффективность против фитофтороза и альтернариоза 86,9 и 88,1 % соответственно. Протравитель Багрец Плюс, 0,6 л/т, позволяет на 57,4–78,4 % сдерживать заселенность посадок колорадским жуком и на 91,7 % – повреждение клубней нового урожая проволочником. На фоне применения комплекса изучаемых средств защиты биологическая урожайность картофеля достигла 665 ц/га, прибавка к контролю при этом составила 586,3 ц/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / сост.: С. В. Сорока, Т. Н. Лапковская; РУП «Ин-т защиты растений». – Несвиж: МОУП «Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного», 2007. – 58 с.

2. Методические указания по проведению регистрационных испытаний фунгицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / под ред. С. Ф. Буги; РУП «Ин-т защиты растений». – Несвиж: МОУП «Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного», 2007. – 512 с.

3. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, родентицидов и феромонов в сельском хозяйстве / под ред. Л. И. Трепашко; РУП «Ин-т защиты растений». – Несвиж: МОУП «Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного», 2009. – 320 с.

УДК 628.01

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ РАСТЕНИЯМИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ПОЧВЕННЫХ ДОБАВОК

А. П. Колбас¹, канд. биол. наук, доцент

Е. А. Четырбок¹, магистрант

Н. А. Колбас², учащийся

¹УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»,

²ГУО «Лицей № 1 имени А. С. Пушкина г. Бреста»,

Брест, Республика Беларусь

Тяжелые металлы (ТМ) являются одной из наиболее опасных групп загрязняющих веществ, попадающих с бытовыми и промышленными отходами в окружающую среду. ТМ не поддаются биологической деградации, быстро включаются в пищевые цепи и накапливаются в организмах [2]. В последнее время исследователи из многих стран актив-

но обсуждают новые биологические способы очистки загрязненных почв и вод, основанные на использовании биологической продуктивности зеленых растений – методы фиторемедиации [3]. Металлоплавильные предприятия представляют риски загрязнения ТМ в Беларуси, поэтому данная тема является актуальной.

Цель исследования – выявить особенности накопления ТМ растениями, выращиваемыми на полиэлементно загрязненных почвах, при использовании различных почвенных добавок.

Материалы и методика исследований. Для проведения исследования использовали условно чистую почву с приусадебного участка в г. Бресте и свинцовую золу из ООО «Белинвестторг-сплав» г. Белозерска с заранее определенным содержанием ТМ методом атомно-абсорбционной спектрометрии на приборе SOLAAR MkII M6. Double Beam AAS в ГНУ «Полесский аграрно-экологический институт Национальной академии наук Беларуси» (табл. 1).

Таблица 1. Содержание ТМ в образцах для исследования относительно ПДК

Образец	ТМ					
	Pb	Cd	Cu	Zn	Ni	Mn
Свинцовая зола	2465,6	474,4	60,8	51,5	16,2	0,7
Условно чистая почва	0,2	0	0,1	0,3	0,1	0,1

В качестве добавок использовали дефекат, торф, компост и доломит, а также их смеси. Варианты почв формировались после тщательного перемешивания незагрязненной почвы со свинцовой золой в 1%-ной концентрации (именно при этом содержании отмечались первые фитотоксичные реакции растений в предыдущих исследованиях) и добавками в соотношениях, представленных в табл. 2.

В качестве тест-объектов были выбраны подсолнечник однолетний (*Helianthus annuus* L., мутантная линия 1/67-35-190-04) и фестулолиум (*Festulolium*). Выбор объектов обусловлен высокой скоростью роста и индикативностью к полиэлементному загрязнению, выявленной в предыдущих исследованиях.

В пластиковые горшки (0,5 л) высевали по 4 семени подсолнечника и по 50 семян фестулолиума. Опыт проводили в трех повторностях. Горшки помещали в климатизированное помещение Зимнего сада Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина [1]. Горшки поливались ежедневно. Растения были собраны через 4 недели на стадии двух-трех настоящих листьев. Побеги и корни каждого растения были

промыты в дистиллированной воде, были измерены масса и длина побегов и корней, определено содержание ТМ методом атомно-абсорбционной спектроскопии (Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси).

Таблица 2. Состав различных вариантов почв для исследования

Компо- ненты	Варианты							
	Контроль не за- грязненный (К+)	Контроль загрязненный (К-)	Дефекат (ДФ)	Торф (Т)	Компост (К)	Доломит (ДЛ)	Компост + доломит (К + ДЛ)	Дефекат + доломит (ДФ + ДЛ)
	Содержание компонентов, г							
% добавок	0	0	5	5	5	0,2	5 + 0,2	5 + 0,2
Чистая почва	450,0	445,5	423,0	423,0	423,0	444,6	422,1	422,1
Зола 1 %	0	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Добавки	0	0	22,5	22,5	22,5	0,9	23,4	23,4
Итого...	450	450	450	450	450	450	450	450

Результаты исследований. Наилучшим образом эффективность фитоэкстракции показывает параметр минераломассы надземной части растений (ММ) – произведение массы надземной части растений и концентрации ТМ в них. В табл. 3 и 4 показано отношение выноса ТМ надземной частью растений на почвах с различными добавками к загрязненному контролю.

Анализ данного показателя выявил, что Pb отлично выносился на почвах с почти всеми добавками, за исключением торфа. Наибольшее содержание Cd характерно при выращивании фестулолиума на почвах с добавлением компоста и смеси компоста и доломита. Си более выносилась при выращивании фестулолиума на почвах с добавлением дефеката, а также смеси дефеката и доломита. Zn больше всего выносился надземными частями фестулолиума при выращивании на почвах с такими добавками, как компост и дефекат. На увеличение выноса Mn повлиял торф. Также такая добавка, как торф, значительно повлияла на накопление Fe, это можно объяснить большей подвижностью Fe в кислой среде. Также неплохие результаты по накоплению железа показало выращивание на почве с дефекатом и

смесью дефеката и доломита. Ni хорошо выносился надземной частью фенулолиума при выращивании его на почвах с добавлением доломита и компоста. На вынос Сг все добавки повлияли положительно, кроме доломита.

Таблица 3. Отношение выноса ТМ надземной частью фенулолиума к загрязненному контролю при выращивании на различных добавках

Вариант	Отношение выноса ТМ к загрязненному контролю							
	Pb	Cd	Cu	Zn	Mn	Fe	Ni	Cr
ДФ	1,49	1,01	1,34	1,31	1,14	1,46	1,36	2,25
Т	1,01	1,15	1,13	1,11	1,45	2,80	1,31	1,33
К	1,40	1,79	1,27	1,43	0,99	1,21	1,42	1,96
ДЛ	1,31	1,21	1,32	1,26	1,16	1,21	1,51	1,04
К + ДЛ	1,25	1,66	1,11	1,17	0,84	1,11	1,16	2,80
ДФ + ДЛ	1,45	1,01	1,45	1,25	1,18	1,40	1,35	5,30

Таблица 4. Отношение выноса ТМ надземной частью подсолнечника к загрязненному контролю при выращивании на различных добавках

Вариант	Отношение выноса ТМ к загрязненному контролю							
	Pb	Cd	Cu	Zn	Mn	Fe	Ni	Cr
ДФ	0,83	0,77	1,35	1,27	0,57	1,57	0,46	2,98
Т	0,54	0,77	0,91	0,89	0,63	1,04	0,47	0,89
К	1,00	1,19	1,25	1,31	0,70	1,56	0,43	3,24
ДЛ	1,52	1,27	1,20	1,36	0,96	1,18	0,41	1,62
К + ДЛ	0,72	1,25	0,93	1,32	0,65	1,42	0,34	1,84
ДФ + ДЛ	1,05	0,84	1,29	1,29	0,70	1,34	0,58	6,05

Pb лучше выносился при выращивании подсолнечника на почве с доломитом. Наибольшее содержание Cd в надземной биомассе было характерно для почв с такими добавками, как компост, доломит и их смеси. Cu лучше выносится при выращивании подсолнечника на почвах с добавлением дефеката, компоста и смеси дефеката и доломита. На вынос Zn наибольшим образом повлияли все добавки, за исключением торфа. На вынос Mn все добавки повлияли отрицательно. На вынос Fe в большей степени повлияли такие добавки, как дефекат и компост, смесь компоста и доломита, смесь дефеката и доломита. На вынос Ni все добавки повлияли отрицательно. Большой вынос Сг по сравнению с загрязненным контролем установлен из-за значительного влияния таких добавок, как дефекат, компост и смесь дефеката и доломита. Остальные добавки, за исключением торфа, также повлияли положительно.

Заключение. При исследовании особенностей накопления ТМ растениями было выявлено, что практически все добавки увеличили вынос практически всех металлов у фестулолиума по сравнению с загрязненным контролем. У подсолнечника результаты дифференцированы: дефекат отрицательно повлиял на содержание Pb, Cd, Mn, Ni, а торф – на содержание всех металлов, за исключением железа. Остальные добавки также отрицательно влияли на содержание некоторых металлов. Таким образом, все почвенные добавки оказали влияние на ионный (химический) состав растений.

Работа выполнена в рамках проекта БРФФИ-БРЕСТ X19Б-003 «Фиторемедиация почв в условиях полиэлементного загрязнения территории тяжелыми металлами».

ЛИТЕРАТУРА

1. ISO 2005 Soil quality – Determination of the effects of pollutants on soil flora In Part 2: Effects of chemicals on the emergence and growth of higher plants, Geneva.
2. Давыдова, С. Л. Тяжелые металлы как супертоксиканты XXI века / С. Л. Давыдова, В. И. Тагасова. – Москва: Изд-во РУДН, 2002. – 140 с.
3. Прасад, М. Н. Практическое использование растений для восстановления экосистем, загрязненных металлами / М. Н. Прасад // Физиол. раст. – 2003. – Т. 50, № 5. – С. 764–780.

УДК 631.82:633.521

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОВМЕСТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ЛЬНЕ МАСЛИЧНОМ

Ю. С. Корнейкова, ассистент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Научно-технический прогресс в земледелии неразрывно связан с интенсивным использованием средств химизации (удобрений, пестицидов, регуляторов роста). Очень важно научиться управлять продуктивностью растений и качеством продукции, обеспечивая оптимальные условия питания растений на протяжении вегетационного периода за счет научно обоснованного внесения удобрений и других средств химизации.

Существенным фактором повышения урожайности сельскохозяйственных культур, по мнению ряда ученых [3, 4], является применение регуляторов роста растений класса брассиностероидов, которые способствуют гармоничному росту и развитию растений на всех стадиях онтогенеза, повышая их устойчивость к стрессовым условиям произрастания, к вредителям и болезням, в связи с чем увеличивается как урожайность, так и качество продукции.

Препараты на основе брассиностероидов способствуют повышению экологической чистоты продукции, снижая в ней накопление нитратов, тяжелых металлов и других поллютантов. Благодаря минимальным нормам расхода они позволяют снизить экологическую нагрузку на окружающую среду.

Вопрос о возможности применения регуляторов роста на льне масличном поставлен давно, однако его решение активизировалось лишь в последнее десятилетие. В связи с этим целью наших исследований явилось определение эффективности отечественных росторегуляторов Эпин и Гомобрассинолид на льне масличном как при инкрустировании семян, так и при совместном применении в баковой смеси с гербицидами.

Исследования проводились на опытном поле «Тушково» УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» в 2008–2010 гг. Почва опытного участка – дерново-подзолистая легкосуглинистая, характеризующаяся близкой к нейтральной реакцией среды; повышенной обеспеченностью подвижными соединениями фосфора и средней – подвижным калием; средним содержанием гумуса, средним содержанием бора и низким – цинка.

Общая площадь делянки – 28,8 м², учетная площадь делянки – 24,5 м². Повторность в опыте четырехкратная. Исследуемый сорт льна масличного – Брестский (позднеспелый, селекции Института льна НАН Беларуси). Из минеральных удобрений применяли карбамид, суперфосфат двойной гранулированный, хлористый калий. Агротехника в опыте – общепринятая для условий Могилевской области. Данные опытов обработаны на ПЭВМ дисперсионным методом анализа по Доспехову [1].

Из росторегуляторов в опытах использовали Эпин и Гомобрассинолид, синтезированные в ГНУ «Институт биоорганической химии НАН Беларуси».

Эпин – препарат на основе эпибрассинолида, который относится к недавно открытому классу природных фитогормонов – брассиностероидов. Он является биорегулятором роста и развития растений, антистрессовым адаптогеном, который повышает устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды (погодные условия, болезни, ядохимикаты и т. п.). Его регуляторная роль проявляется в растениях в процессе роста, фотосинтеза, белкового обмена, поступления ионов и других сторон обмена веществ. Очень важным свойством Эпина является способность положительно влиять на элементы продуктивности растений, что приводит к существенному повышению урожайности и качества сельскохозяйственных культур [3].

Гомобрассинолид, обладая полифункциональным действием, существенно влияет на регуляцию процессов фотосинтеза, белоксинтезирующей системы. Данный препарат характеризуется фунгицидными свойствами в отношении ряда заболеваний, вызванных грибами, бактериями и вирусами [3].

Предпосевную обработку семян регуляторами роста проводили полусухим методом, основой служил 0,5%-ный раствор крахмального геля. На 1 т семян льна расход воды составлял 5 л. Концентрация Эпина и Гомобрассинолида в растворе – $1 \cdot 10^{-5} \%$ [2]. Дозы брассиностероидов, вносимых по вегетирующим растениям, – 20 мг д. в/га. Из гербицидов использовали Агритокс (0,6 л/га) + Хармони (10 г/га).

Погодные условия в годы исследований имели ярко выраженную своеобразие. Так, в 2008 и 2009 гг. метеорологические условия были близкими к среднесезонным показателям, 2010 г. отличался повышенной температурой воздуха и недостаточным количеством атмосферных осадков, в то же время запасы продуктивной влаги под льном в мае – июле были оптимальными.

В технологии возделывания льна масличного при определении эффективности регуляторов роста растений большое значение имеет оценка показателей урожайности и качества получаемой продукции.

Исследования показали, что оптимальной дозой минеральных удобрений для льна масличного сорта Брестский является $N_{60}P_{60}K_{90}$, обеспечившая получение в среднем за три года урожайность семян 16,0 ц/га при их масличности 49,6 %. Брассиностероиды повышали урожайность основной продукции. Так, при внесении Эпина на фоне полного минерального питания семенная продуктивность составила от 15,7 до 16,7 ц/га, при использовании для регуляции роста и развития

растений Гомобрассинолида урожайность семян повысилась до 17,2 ц/га (таблица). При этом содержание жира в семенах льна изменялось в пределах 49,8–50,1 %.

Урожайность и качество семян льна масличного в зависимости от вносимых минеральных удобрений и регуляторов роста растений, среднее за 2008–2010 гг.

Вариант	Урожайность семян, ц/га	Масличность, %	Выход жира, ц/га
1. Контроль (без удобрений)	9,2	46,7	4,28
2. P ₆₀ K ₉₀	11,8	48,4	5,72
3. N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	14,4	49,0	7,09
4. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀	15,0	49,4	7,41
5. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	16,0	49,6	7,96
6. N ₇₅ P ₉₀ K ₁₂₀	15,6	49,7	7,76
7. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + ЭП ¹ (семена)	15,7	49,8	7,85
8. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + ЭП + гербицид («елочка»)	16,0	49,6	8,20
9. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + ЭП (семена) + ЭП + гербицид («елочка»)	16,7	49,7	8,30
10. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + ГД ² (семена)	15,7	49,7	7,80
11. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + ГД + гербицид («елочка»)	16,2	49,8	8,10
12. N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + ГД (семена) + ГД + гербицид («елочка»)	17,2	50,1	8,62
НСР ₀₅	0,3	0,27	

Примечание. 1 – ЭП – Эпин; 2 – ГД – Гомобрассинолид.

Максимальная урожайность льносемян получена при внесении brassinosteroidов в два приема: с семенами (инкрустирование) и при обработке посевов в фазе «елочки» баковой смесью росторегуляторов и гербицидов на фоне полного минерального питания в дозе N₄₅P₆₀K₉₀. Эффект, полученный от brassinosteroidов, можно приравнять к действию 30 кг/га минерального азота. Выход жира зависел от урожайности и масличности льносемян и был самым высоким (8,62 ц/га) при внесении под лен на фоне N₄₅P₆₀K₉₀ Гомобрассинолида в два приема.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва: Колос, 1973. – 336 с.
2. Жарина, И. А. Влияние физиологически активных веществ на морфофизиологические показатели и продуктивность различных генотипов льна-долгунца (*Linum usitatissimum* L.): автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.12 / И. А. Жарина; ГНУ «Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича». – Минск, 2005. – 22 с.

3. Брассиностероиды / В. А. Хрипач [и др.]. – Минск: Наука и техника, 1993. – С. 287.

4. Чайлахян, Л. А. Регуляторы роста в жизни растений и в практике сельского хозяйства / Л. А. Чайлахян // Вестн. АН СССР. – 1982. – № 1. – С. 11–26.

УДК 579.64:631.559:633.854.54

ВЛИЯНИЕ ДИАЗОТРОФНЫХ И ФОСФАТМОБИЛИЗУЮЩИХ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА СОДЕРЖАНИЕ УСВОЯЕМОГО АЗОТА, ПОДВИЖНОГО ФОСФОРА В ПОЧВЕ И УРОЖАЙНОСТЬ СЕМЯН МАСЛИЧНОГО ЛЬНА

Ю. С. Корнейкова, ассистент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Масличный лен является сельскохозяйственной культурой комплексного использования, возделываемой в основном для получения масла. Дальнейшее развитие производства льна масличного в республике ставит перед сельскохозяйственной наукой и практикой задачу совершенствования приемов его выращивания и переработки. Для повышения урожайности и качества льнопродукции важными факторами являются: а) максимальная реализация биологического потенциала сортов; б) разработка ресурсосберегающих и экологически обоснованных агрохимических приемов, создающих оптимальные условия для роста и развития культуры.

Один из путей решения этой задачи – частичная, а в отдельных случаях и полная замена традиционных минеральных удобрений «микробными» (биологическими) препаратами, способными за счет микроорганизмов обеспечивать питание растений азотом и фосфором, улучшать их развитие, повышать урожайность и качество сельскохозяйственной продукции. В связи с этим перспективным является изучение эффективности применения на льне масличном препаратов на основе диазотрофных и фосфатмобилизующих микроорганизмов и их бинарных смесей [1].

Дiazотрофная бактериализация – один из наиболее перспективных биотехнологических приемов при возделывании сельскохозяйственных культур. Преимущества бактериализации семян – экологическая безопасность, сокращение затрат минерального азота, повышение урожайности и качества.

Экологически безопасным и выгодным приемом повышения подвижности фосфора в почве и его доступности растениям является применение бактериальных препаратов, усиливающих мобилизацию фосфора из труднодоступных соединений почвы в легкодоступные – микробиологическая фосфатмобилизация. Эффективность применения фосфатмобилизирующих препаратов подтверждается опытами Т. Ф. Персиковой [2].

В последние годы успешно применяют совместную инокуляцию семян различных культур препаратами азотфиксирующих и фосфатмобилизирующих бактерий, что позволяет улучшить азотное и фосфорное питание растений и снизить дозы вносимых минеральных удобрений. К таким комплексным препаратам относится бинарный микробный инокулянт Биолинум, полученный на основе *Enterobacter* sp. Э10 и *Pseudomonas* sp. Ф3. Основные функциональные свойства этого препарата – нитрогеназная, фосфатмобилизующая, ростостимулирующая активности и антимикробный эффект на льне [3].

Исследования проводились на опытном поле БГСХА «Тушково» в 2008–2010 гг. Почва опытного участка – дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на лессовидном суглинке, подстилаемом моренным суглинком с глубины более 1 м, характеризующаяся близкой к нейтральной реакцией среды; повышенной обеспеченностью подвижными соединениями фосфора и средней – обменным калием; средним содержанием гумуса, низким – бора и цинка. Опыт закладывался в четырехкратной повторности. Общая площадь делянок – 28,8 м², учетная – 24,5 м². Исследуемый сорт льна масличного – Брестский. Бактериальные инокулянты, которые изучались в наших опытах, разработаны в Институте микробиологии НАН Беларуси. Это – diaзотрофный препарат Ризобактерин, фосфатмобилизующий препарат Фитостимифос и бинарный (на основе diaзотрофных и фосфатмобилизующих бактериальных компонентов (*Enterobacter* sp. Э10 и *Pseudomonas* sp. Ф3) микробный препарат Биолинум. Предпосевную обработку семян льна проводили непосредственно перед севом из расчета 200 мл инокулянта на гектарную норму семян.

Агротехника в опыте – общепринятая для условий Беларуси.

Согласно данным исследований выявлено, что максимальное содержание усвояемых форм азота во всех вариантах опыта отмечено в фазе бутонизации льна масличного. К фазе же цветения оно существенно снижалось. Установлена тенденция к увеличению содержания усвояемого азота по методу Семененко в ризосферной зоне пахотного

горизонта с повышением доз азота в составе полного минерального удобрения во все периоды роста и развития растений. Предпосевная инокуляция семян Ризобактерином способствовала достоверному увеличению содержания усвояемого азота в ризосферной зоне пахотного слоя почвы как на фоне РК, так и на фоне NPK-удобрений. Использование бинарной ассоциации (Ризобактерин + Фитостимифос) также приводило к существенному повышению этого показателя (табл. 1).

Таблица 1. Действие минеральных удобрений и бактериальных инокулянтов на содержание усвояемых форм азота в ризосфере льна масличного (среднее за 3 года)

Вариант	Содержание азота, мг/кг почвы			Урожайность семян, ц/га
	Интенсивный рост	Бутонизация	Цветение	
Контроль (без удобрений)	18,5	36,3	15,7	9,2
Контроль + Ризобактерин	30,9	60,0	25,4	12,6
Контроль + Фитостимифос	26,6	42,7	18,8	12,0
Контроль + Ризобактерин + Фитостимифос	40,8	58,9	26,2	13,0
Контроль + Биолинум	48,0	63,8	28,8	13,8
P ₆₀ K ₉₀ + Ризобактерин	39,0	58,4	27,0	14,5
N ₄₅ P ₃₀ K ₉₀	40,5	59,1	29,2	14,1
N ₄₅ P ₆₀ K ₉₀ + Ризобактерин	51,6	71,8	34,5	16,4
N ₄₅ P ₃₀ K ₉₀ + Фитостимифос	48,1	61,2	30,8	15,8
N ₄₅ P ₃₀ K ₉₀ + Ризобактерин + Фитостимифос	56,9	78,1	40,6	17,4
N ₄₅ P ₃₀ K ₉₀ + Биолинум	67,3	79,7	42,0	17,6
НСП ₀₅	0,6–1,86	1,04–2,07	1,05–1,50	

Наиболее высокое содержание усвояемых форм азота в ризосферной зоне пахотного слоя почвы отмечено в варианте с применением на льне масличном бинарного микробного препарата Биолинум на фоне N₄₅P₃₀K₉₀ (фаза бутонизации – 79,7 мг/кг почвы). В этом же варианте опыта получена и максимальная урожайность семян (17,6 ц/га).

Анализируя данные исследований о влиянии бактериальных инокулянтов и удобрений на содержание подвижных соединений фосфора в ризосфере льна масличного, необходимо отметить, что изучаемые приемы оказали существенное влияние на данный показатель. Так, при внесении минеральных удобрений в дозе P₆₀K₉₀ содержание подвижных соединений фосфора в ризосферной зоне пахотного горизонта почвы увеличивалось в течение вегетации на 15–32 мг/кг почвы по

сравнению с неудобренным вариантом. Применение бинарного микробного препарата Биолиnum на фоне полного минерального питания $N_{45}P_{30}K_{90}$ повысило содержание подвижных форм фосфора в фазе интенсивного роста на 38 мг/кг почвы; бутонизации – 36 мг/кг почвы; цветения – 28 мг/кг почвы, а смеси бактериальных препаратов (Ризобактерин + Фитостимифос) – на 32, 29, 21 мг/кг почвы соответственно в сравнении с контролем (табл. 2).

Таблица 2. Действие минеральных удобрений и бактериальных инокулянтов на содержание подвижных форм фосфора в ризосфере льна масличного (среднее за 3 года)

Вариант	Содержание подвижного фосфора, мг/кг почвы		
	Интенсивный рост	Бутонизация	Цветение
Контроль (без удобрений)	158	144	135
Контроль + Ризобактерин	156	148	133
Контроль + Фитостимифос	179	164	148
Контроль + Ризобактерин + Фитостимифос	181	168	153
Контроль + Биолиnum	186	172	153
$P_{60}K_{90}$ + Ризобактерин	186	168	151
$N_{45}P_{30}K_{90}$	183	171	150
$N_{45}P_{60}K_{90}$ + Ризобактерин	188	169	155
$N_{45}P_{30}K_{90}$ + Фитостимифос	185	166	152
$N_{45}P_{30}K_{90}$ + Ризобактерин + Фитостимифос	190	173	156
$N_{45}P_{30}K_{90}$ + Биолиnum	196	180	160
НСР ₀₅	1,87–2,25	2,04–2,24	1,85–2,11

Достоверное увеличение содержания подвижных соединений фосфора в ризосферной зоне пахотного горизонта обеспечила инокуляция семян льна масличного Фитостимифосом на фоне внесения небольших доз фосфорных минеральных удобрений (P_{30}).

Таким образом, применение Ризобактерина и Фитостимифоса позволяет снизить дозы минерального питания на 15 кг/га, дозы P_2O_5 – на 30 кг/га и более без снижения урожайности семян. Высокая эффективность отмечена при инокуляции семян льна бинарным микробным препаратом Биолиnum на фоне полного минерального питания ($N_{45}P_{30}K_{90}$).

ЛИТЕРАТУРА

1. Михайловская, Н. А. Диазотрофная бактериализация как перспективный биотехнологический прием при возделывании ячменя / Н. А. Михайловская, Н. Д. Волкова //

Экологические приемы повышения урожайности сельскохозяйственных культур: материалы междунар. конф. – Харьков, 1999. – С. 351–352.

2. Применение диазотрофных и фосфатомобилизующих бактериальных препаратов при возделывании основных сельскохозяйственных культур: рекомендации / сост.: Т. Ф. Персикова [и др.]. – Горки: БГСХА, 2003. – 28 с.

3. Суховицкая, Л. А. Функциональные свойства бактериальных компонентов нового микробного препарата Биолиnum под культуру льна-долгунца / Л. А. Суховицкая, С. В. Мохова, Н. В. Мельникова // Проблемы и пути повышения эффективности растениеводства в Беларуси: тезисы юбил. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию образов. Ин-та земледелия, г. Жодино, 29 июня 2007 г. / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – С. 270–272.

УДК 632.952:633.853.494”324”

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ФУНГИЦИДОВ В ПОСЕВАХ ОЗИМОГО РАПСА

Я. С. Красноженова, студентка

Н. В. Устинова, ст. преподаватель

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Озимый рапс является основной масличной культурой в Республике Беларусь. Семена рапса содержат 40–46 % жира, 22–27 % протеина и служат сырьем для производства фритюрного и салатного масла, маргарина, майонеза и других продуктов, а также высокобелкового шрота. В настоящее время посевные площади рапса в республике составляют 363,6 тыс. га, а средняя урожайность – 20,6 ц/га [3].

Одним из факторов, оказывающих влияние на урожайность культуры, является развитие фитопатогенного комплекса микроорганизмов. К числу наиболее распространенных и вредоносных болезней озимого рапса в Беларуси относятся альтернариоз, склеротиниоз, серая гниль, тифулез, фузариозное и вертициллезное увядание, фомоз [2].

В период проведения эксперимента доминирующими возбудителями болезней озимого рапса являлись *Alternaria brassicae* (Berk.) Sacc и *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary.

Вредоносность альтернариоза заключается в преждевременном растрескивании стручков, недобор урожая семян может достигать 20 % и более, масличность сокращается на 11–27 % [2].

При поражении главного стебля возбудителем склеротиниоза в период цветения – формирования стручков семена не образуются, при

более позднем заражении образуются щуплые семена, масса 1000 семян снижается на 20–60 %, масличность – более чем на 20 %.

Условиями, оптимальными для развития данных заболеваний, являются: загущенные посевы, температура воздуха – 15–18 °С, повышенная влажность воздуха, задержка с обмолотом и механические повреждения, в том числе вредителями [2].

Цель исследования – изучить эффективность применения фунгицидов в посевах озимого рапса.

Опыт проведен в условиях ЗАО «АК «Заря» в 2021 г., почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная, подстилаемая лессовидным суглинком, содержание подвижных форм фосфора и калия составляет 250 мг/кг почвы, содержание гумуса – 1,98 %. В опыте использован гибрид СИ Карло (среднерослый, высокоинтенсивный, масличность – 42–43 %, толерантен к фомозу), семена протравлены препаратом Круйзер Рапс, СК, удобрения вносились в дозе $N_{160}P_{80}K_{90}$. В период вегетации культуры контроль сорняков осуществлен с помощью гербицидов Миура, КЭ, Галера Супер 364, ВР, для контроля вредителей использовали инсектицид Авант, КЭ. Предшествующая культура – яровой ячмень.

Схема опыта включала в себя следующие варианты: 1) контроль (без обработки); 2) Пиктор, КС, 0,5 л/га; 3) Пропульс, СЭ, 1 л/га; 4) Аканто Плюс, КС, 0,6 л/га.

Опыт заложен в четырехкратной повторности, площадь опытных делянок – 100 м², размещение вариантов опыта – систематическое. Фунгициды согласно схеме опыта вносили в фазе бутонизации.

Учет альтернариоза осуществляли на стручках – на каждой опытной делянке осматривали 30 стручков на 10 учетных растениях. Учет склеротиниоза на растениях проводили на каждой опытной делянке на трех площадках по 0,25 м². Распространенность и развитие альтернариоза на стручках и склеротиниоза на растениях рапса рассчитывали по общепринятой методике с использованием соответственно пяти- и четырехбалльной шкалы [1].

В изучаемых вариантах опыта получена высокая биологическая эффективность применения фунгицидов (табл. 1).

Распространенность альтернариоза в контрольном варианте опыта составила 50,4 %, в изучаемых вариантах варьировалась в диапазоне от 15,0 до 28,6 %. За счет системного действия флуопирама, входящего в состав фунгицида Пропульс, СЭ, в данном варианте опыта получено максимальное значение биологической эффективности в контроле степени развития альтернариоза, которое составило 70,2 %.

Таблица 1. Биологическая эффективность применения фунгицидов в посевах озимого рапса, ЗАО «АК «Заря»»

Вариант опыта	Альтернатив			Склеротиниоз		
	Р	Р	БЭ	Р	Р	БЭ
1. Контроль (без обработки)	50,4	25,2	—	34,2	16,8	—
2. Пиктор, КС (0,5 л/га)	19,5	9,3	63,0	13,4	3,8	77,3
3. Пропульс, СЭ (1 л/га)	15,0	7,5	70,2	10,2	3,0	82,1
4. Аканто Плюс, КС (0,6 л/га)	28,6	10,4	58,7	17,0	8,8	47,6

Примечание. Р – распространенность болезни, %; Р – развитие болезни, %; БЭ – биологическая эффективность, %.

Частота встречаемости склеротиниоза составила 34,2 %, развитие – 16,8 % без применения фунгицидов. Минимальная степень развития белой гнили (3,0 %) получена в варианте опыта с использованием фунгицида Пропульс, СЭ, 1 л/га, распространенность болезни соответственно составила 10,2 %. Биологическая эффективность в изучаемых вариантах опыта варьировалась в диапазоне от 47,6 до 82,1 %. Максимальный контроль степени развития склеротиниоза получен за счет системного действия и высокой эффективности против видов гнилей боскаллада, входящего в состав фунгицида Пиктор, КС, и флуопирама, входящего в состав Пропульс, СЭ.

Во всех изучаемых вариантах опыта величина сохраненного урожая достоверна (табл. 2).

Таблица 2. Хозяйственная эффективность применения фунгицидов в посевах озимого рапса, ЗАО «АК «Заря»»

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Величина сохраненного урожая	
		ц/га	%
1. Контроль (без обработки)	27,5	—	—
2. Пиктор, КС (0,5 л/га)	35,0	7,5	27,3
3. Пропульс, СЭ (1 л/га)	42,4	14,9	54,2
4. Аканто Плюс, КС (0,6 л/га)	32,2	4,7	17,1
НСР ₀₅	2,067		

Урожайность озимого рапса в контрольном варианте опыта составила 27,5 ц/га, величина сохраненного урожая варьировалась от 4,7 до 14,9 ц/га. Максимальная урожайность культуры составила 35,0 и 42,4 ц/га в вариантах с применением Пиктор, КС, и Пропульс, СЭ.

Таким образом, анализ биологической и хозяйственной эффективности применения фунгицидов в посевах озимого рапса в условиях

ЗАО «АК «Заря» показал, что препараты Пиктор, КС, 0,5 л/га, и Пропульс, СЭ, 1,0 л/га, позволяют сохранить урожай семян свыше 20 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Налобова, В. Л. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / В. Л. Налобова, В. А. Тимофеева; под ред. С. Ф. Буга. – Несвиж: Несвиж. укрупн. тип. им. С. Будного, 2007. – 510 с.
2. Сельскохозяйственная фитопатология: учеб. пособие / Г. А. Зезюлина [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 584 с.
3. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сб. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь; под ред. И. В. Медведева [и др.]. – Минск, 2019. – 211 с.

УДК 631.147+631.559+633.11

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Е. Н. Кузин, д-р с.-х. наук, профессор
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет»,
Пенза, Российская Федерация

Оценкой эффективности агротехнологий служит урожайность сельскохозяйственных культур и качество растениеводческой продукции. Интенсификация сельскохозяйственного производства на основе внедрения элементов биологического земледелия позволяет получать высокие урожаи сельскохозяйственных культур. Навоз, все формы сидерации и биологические препараты положительно влияют на продуктивность большинства сельскохозяйственных культур. В связи с этим актуальным является разработка и внедрение в аграрное производство агробиологических приемов, адаптированных к почвенно-климатическим условиям региона, с целью сохранения, повышения эффективного плодородия и увеличения продуктивности сельскохозяйственных культур [1–5].

Цель исследований – изучение влияния элементов биологического земледелия на формирование урожайности яровой пшеницы.

Исследования проводились на лугово-черноземной выщелоченной малогумусной среднемошной почве в условиях лесостепного Поволжья. Полевой опыт был заложен в 2017 г. по следующей схеме.

Пар чистый (2017 г.).

1. Навоз, 8 т/га с. п. (контроль).

2. Навоз, 8 т/га с. п. + биодеструктор стерни.
Пар сидеральный (2017 г.) + промежуточная сидерация (2020 г.).
3. Редька масличная (2017, 2020 гг.).
4. Горчица белая (2017, 2020 гг.).
5. Кормовые бобы (2017, 2020 гг.).
6. Люпин белый (2017 г.), вика яровая (2020 г.).
7. Редька масличная (2017, 2020 гг.) + биодеструктор стерни.
8. Горчица белая (2017, 2020 гг.) + биодеструктор стерни.
9. Кормовые бобы (2017, 2020 гг.) + биодеструктор стерни.
10. Люпин белый (2017 г.), вика яровая (2020 г.) + биодеструктор стерни.

Повторность опыта трехкратная. Размещение вариантов в опыте рендомизированное. В вариантах с биодеструктором стерни навоз и измельченная биомасса сидеральных культур (2017, 2020 гг.) и измельченные стебли кукурузы (2019 г.) обрабатывались биодеструктором стерни. Норма биопрепарата составляла 1 л/га. В комплексе с биодеструктором использовалась аммиачная селитра с нормой 10 кг д. в. на гектар. Норма расхода рабочего раствора составляла 300 л/га. В контроле и в вариантах без использования биодеструктора почва обрабатывалась раствором аммиачной селитры из расчета 10 кг д. в/га, при норме рабочего раствора 300 л/га. В опыте использовался биодеструктор стерни (Биокомплекс БТУ), предназначенный для обработки стерни, других послеуборочных остатков и почвы. Наземная биомасса озимой пшеницы в 2018 г. и кукурузы в 2019 г. была использована во всех вариантах опыта в качестве органического удобрения, в комплексе с ней были внесены азотные удобрения из расчета 10 кг д. в. на тонну побочной продукции. В 2020 г. после уборки однолетних трав в вариантах с сидеральным паром был произведен промежуточный посев сидеральных культур согласно схеме опыта. Заделка наземной массы сидератов после обработки их биодеструктором была проведена в октябре. В 2021 г. в опыте возделывалась яровая пшеница сорта Гранни. Агротехника яровой пшеницы была общепринятой для Пензенской области.

Исследованиями установлено, что элементы биологического земледелия оказали определенное влияние на формирование элементов структуры урожая яровой пшеницы.

В период уборки яровой пшеницы число продуктивных стеблей в вариантах опыта варьировалось в интервале от 387 до 402 шт/м². Различия между вариантами опыта были недостоверными.

Длина колоса в контрольном варианте равнялась 7,7 см. На фоне последействия навоза в комплексе с биодеструктором стерни длина колоса составляла 8,2 см, достоверно превышая контроль на 0,5 см.

В вариантах с последействием самостоятельной и прямым действием промежуточной сидерации с использованием крестоцветных культур длина колоса яровой пшеницы несущественно отличалась от контроля и составляла 7,8–7,9 см. На фоне бобовых сидератов длина колоса равнялась 8,2 см, достоверно превышая контроль на 0,5 см.

Длина колоса в вариантах с последействием самостоятельной и прямым действием промежуточной сидерации в комплексе с биодеструктором стерни варьировалась в интервале от 8,2 до 8,9 см, достоверно превышая контроль на 0,5–1,2 см.

Число зерен в колосе яровой пшеницы, выращенной в контрольном варианте, составляло 26,2 шт. Последействие навоза в комплексе с биодеструктором стерни достоверно увеличило число зерен в колосе на 2,4 шт.

На фоне последействия самостоятельной и прямого действия промежуточной сидерации с использованием крестоцветных культур была отмечена тенденция к увеличению числа зерен в колосе. Число зерен в этих вариантах опыта составляло 27,1–27,3 шт., превышая контроль на 0,9–1,1 шт. Бобовые сидераты на фоне последействия самостоятельной и прямого действия промежуточной сидерации достоверно увеличивали число зерен в колосе на 2,5 шт.

В вариантах с последействием самостоятельной и прямым действием промежуточной сидерации в комплексе с биодеструктором стерни число зерен в колосе варьировалось в пределах от 28,5 до 30,0 шт. Увеличение по отношению к контролю было достоверным и составляло 2,3–3,8 шт. Наибольшее влияние на число зерен в колосе в данном случае оказали бобовые сидераты.

Масса зерна с колоса в контрольном варианте равнялась 0,79 г. Навоз в комплексе с биодеструктором стерни достоверно повышал массу зерна с колоса на 0,10 г.

В вариантах с последействием самостоятельной и прямым действием промежуточной сидерации масса зерна с колоса варьировалась от 0,84 до 0,90 г, а в комплексе с биодеструктором стерни – от 0,88 до 0,97 г. Увеличение по отношению к контрольному варианту было достоверным и составляло в первом случае 0,05–0,11 г, во втором – 0,09–0,18 г.

Масса 1000 зерен варьировалась по вариантам опыта от 30,2 до 32,3 г. Достоверное увеличение массы 1000 зерен было отмечено в вариантах с последействием самостоятельной и прямым действием

промежуточной сидерации с использованием бобовых культур в комплексе с биодеструктором стерни. Масса 1000 зерен в этих вариантах превышала контроль на 2,0–2,1 г и составляла 32,2–32,3 г.

Урожайность зерна яровой пшеницы в контрольном варианте в условиях 2021 г. составляла 3,08 т/га. На фоне последствия навоза в комплексе с биодеструктором стерни урожайность зерна яровой пшеницы равнялась 3,46 т/га, достоверно превышая контроль на 0,38 т/га, или на 12,3 %.

Урожайность зерна яровой пшеницы, выращенной в вариантах с последствием самостоятельной и прямым действием промежуточной сидерации с использованием капустных культур, варьировалась в интервале от 3,25 до 3,30 т/га. Увеличение по отношению к контрольному варианту было достоверным и составляло от 0,17 до 0,22 т/га, или от 5,5 до 7,1 %. В вариантах с последствием самостоятельной и прямым действием промежуточной сидерации с использованием бобовых культур урожайность зерна яровой пшеницы составляла 3,50–3,52 т/га, достоверно превышая контроль на 0,42–0,44 т/га, или на 13,6–14,3 % (таблица).

**Влияние элементов биологического земледелия на урожайность
зерна яровой пшеницы**

Вариант	Урожайность, т/га	Отклонение от контроля	
		т/га	%
Пар чистый (2017 г.)			
1. Навоз, 8 т/га с. п. (контроль)	3,08	–	–
2. Навоз, 8 т/га с. п. + биодеструктор стерни	3,46	0,38	12,3
Пар сидеральный (2017 г.) + промежуточная сидерация (2020 г.)			
3. Редька масличная (2017, 2020 гг.)	3,30	0,22	7,1
4. Горчица белая (2017, 2020 гг.)	3,25	0,17	5,5
5. Кормовые бобы (2017, 2020 гг.)	3,50	0,42	13,6
6. Люпин белый (2017 г.), вика яровая (2020 г.)	3,52	0,44	14,3
7. Редька масличная (2017, 2020 гг.) + биодеструктор стерни	3,60	0,52	16,9
8. Горчица белая (2017, 2020 гг.) + биодеструктор стерни	3,52	0,44	14,3
9. Кормовые бобы (2017, 2020 гг.) + биодеструктор стерни	3,86	0,78	25,3
10. Люпин белый (2017 г.), вика яровая (2020 г.) + биодеструктор стерни	3,90	0,82	26,6
НСР ₀₅		0,16	

Максимальная урожайность зерна яровой пшеницы в условиях 2021 г. была получена в вариантах с бобовыми сидератами в комплексе с биодеструктором стерни. Урожайность в этих вариантах опыта составляла 3,86–3,90 т/га, достоверно превышая контроль на 0,78–0,82 т/га, или на 25,3–26,6 %.

На фоне последействия самостоятельной и прямого действия промежуточной сидерации с использованием капустных сидератов в комплексе с биодеструктором стерни урожайность зерна яровой пшеницы составляла 3,52–3,60 т/га. Отклонение от контроля было достоверным и равнялось 0,44–0,52 т/га, или 14,3–16,9 %.

Таким образом, наиболее существенное влияние на элементы структуры урожая и урожайность зерна яровой пшеницы в условиях 2021 г. оказало последействие самостоятельной и прямое действие промежуточной сидерации с использованием бобовых сидератов в комплексе с биодеструктором стерни.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арефьев, А. Н. Характер зависимости урожайности сельскохозяйственных культур от факторов плодородия почвы / А. Н. Арефьев, Е. Е. Кузина, Е. Н. Кузин // Образование, наука, практика: инновационный аспект: сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. Дню российской науки. – Пенза: РИО ПГСХА, 2015. – С. 147–149.
2. Гришин, Г. Е. Изменение урожайности и качества продукции под влиянием цеолита и удобрений / Г. Е. Гришин, Е. Е. Кузина, Л. А. Кузина // Нива Поволжья. – 2009. – № 2 (11). – С. 7–12.
3. Кузин, Е. Н. Изменение плодородия чернозема выщелоченного и продуктивности сельскохозяйственных культур под действием полимерной мелиорации и удобрений / Е. Н. Кузин, А. Н. Арефьев, Е. Е. Кузина. – Пенза, 2011. – 168 с.
4. Куликова, А. Х. Повышение эффективности использования соломы и сидерата в системе удобрения озимой пшеницы / А. Х. Куликова, Е. А. Яшин, А. Е. Яшин // Вестн. Ульян. ГСХА. – 2016. – № 3. – С. 20–24.
5. Персикова, Т. Ф. Эффективность сидератов в промежуточной культуре на дерново-подзолистых почвах Беларуси / Т. Ф. Персикова, К. И. Довбан, А. В. Какшинцев // Развитие агропромышленного комплекса: перспективы, проблемы и пути решения: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 450-летию г. Астрахань. – Астрахань, 2008. – С. 129–130.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИАЗОТРОФНЫХ И ФОСФАТМОБИЛИЗУЮЩИХ ПРЕПАРАТОВ КАК ПРИЕМ ВЛИЯНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ ТРАВСТОЕВ

А. С. Кукреш, канд. с.-х. наук, доцент

Ю. Н. Дуброва, канд. с.-х. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Одним из эффективных приемов освоения земель является использование возможности многолетних бобовых трав фиксировать биологический азот из атмосферы и усиления этого явления использованием экологически безопасных бактериальных diaзотрофных препаратов. Немалое значение имеет и обеспечение почвы легкодоступными формами фосфора путем применения фосфатмобилизующих препаратов. Кроме того, использование многолетних трав для освоения мелиорированных земель позволит дополнительно получить продукцию для животноводства.

Особо важным фактором для роста большинства сельскохозяйственных культур является содержание усвояемого азота, подвижного фосфора. Что касается азота, то его содержание в почве можно увеличить путем внесения азотных удобрений либо использования бактериальных препаратов. Бактериальные препараты способствуют активизации процесса молекулярной фиксации азота из атмосферы и создают предпосылки для отказа от азотных удобрений на кормовых угодьях либо снижения их дозы до стартовой (40 кг по д. в.). Что касается второго по значимости для растений элемента – фосфора, то его содержание в почве достаточно велико, но большая его часть содержится в труднодоступной для растений форме. Для его мобилизации мы рекомендуем к использованию фосфатмобилизующие препараты, которые способствуют мобилизации данного элемента. В Республике Беларусь проведен ряд опытов по изучению использования данного типа препаратов на различных сельскохозяйственных культурах. Исследования показывают высокую эффективность этих препаратов на таких культурах, как горох посевной, люпин узколистый, соя, галега восточная, однако исследований по изучению эффективности применения на сенокосных сложнокомпонентных травостоях бактериальных препаратов не проводилось.

Цель исследований – изучить эффективность применения бактериальных препаратов на сенокосных сложнокomпонентных травостоях.

Методика и материалы исследований. Для решения этих задач на опытном поле УО БГСХА были проведены исследования по выявлению эффективности совместного применения diaзотрофных и фосфатмобилизующих препаратов и минеральных удобрений при возделывании бобово-злаковой травосмеси 2-го и 3-го года пользования, включающей: клевер луговой Долголетний, клевер ползучий Волат, тимopheевку луговую Волна, кострец безостый Моршанский 760.

Схема опыта включала следующие блоки: контроль (без удобрений), $P_{60}K_{110}$ и $P_{60}K_{110} + N_{40}$. Блоки включали по четыре варианта: контроль (без инокуляции), инокуляция бобовых компонентов травосмеси Сапронитом, инокуляция злаковых компонентов Азобактерином, совместная инокуляция бобовых и злаковых компонентов Сапронитом и Фитостимифосом.

Обработка семян многолетних трав бактериальными препаратами велась из расчета 200 г на гектарную норму семян.

Полевые опыты, наблюдения, учеты в период вегетации трав, учеты урожайности, химические анализы выполнены по общепринятым методикам в соответствии с нормативными документами Республики Беларусь.

Результаты исследований и их обсуждение. Важным показателем при оценке эффективности работы бактериальных препаратов является накопление травосмесями биологического азота за счет использования этих препаратов. Изучение накопления биологического азота за счет применения данных препаратов проводилось балансовым методом. Результаты исследований показали, что использование минеральных удобрений в сочетании с бактериальными препаратами оказало достоверно положительное влияние на накопление травосмесью биологического азота (табл. 1).

Таблица 1. Накопление биологического азота бобово-злаковой травосмесью, кг/га

Вариант	Годы использования травостоя		В среднем за 2 года
	Травостой 2-го года пользования	Травостой 3-го года пользования	
1	2	3	4
Контроль (без удобрений)			
Без инокуляции	48,1	29,6	38,8
Сапронит	76,0	51,2	63,6

1	2	3	4
Азобактерин	57,2	36,4	46,8
Сапронит + Фитостимифос	75,4	49,3	62,3
$P_{60}K_{110}$			
Без инокуляции	60,4	40,1	50,2
Сапронит	96,9	72,3	84,6
Азобактерин	78,6	57,8	68,2
Сапронит + Фитостимифос	94,8	71,7	83,2
$P_{60}K_{110} + N_{40}$			
Без инокуляции	61,2	41,9	51,5
Сапронит	97,3	76,4	86,8
Азобактерин	80,8	62,2	71,5
Сапронит + Фитостимифос	96,2	74,9	85,5

Так, наибольшие значения накопления биологического азота травосмесью прослеживались в вариантах с сочетанием обработки семян бобовых трав Сапронитом и использования минеральных удобрений. Применение Сапронита в контроле без использования удобрений способствовало увеличению накопления биологического азота в среднем за годы исследований на 24,8 кг/га, на фоне $P_{60}K_{110}$ – на 34,4 кг/га и $P_{60}K_{110} + N_{40}$ – на 35,3 кг/га по сравнению с аналогичными вариантами без инокуляции.

Несколько меньший, но положительный эффект в накоплении биологического азота бобово-злаковой травосмесью отмечен также при инокуляции семян злаковых трав Азобактерином. Увеличение накопления биологического азота травосмесью в контроле без применения удобрений составило 8,0 кг/га, на фоне $P_{60}K_{110}$ – 17,0 кг/га и $P_{60}K_{110}$ и стартовой дозы азота – 20,0 кг/га по сравнению с вариантами без инокуляции.

Использование бактериальных препаратов для обработки семян многолетних трав на фоне минеральных удобрений способствовало повышению урожайности травостоя (табл. 2). В среднем за годы исследований использование минеральных удобрений способствовало увеличению урожайности травосмеси в сумме за два укоса на 1,26 т/га, а использование стартовой дозы азота в дополнение к фону минерального питания $P_{60}K_{110}$ – соответственно на 2,84 т/га. Из изучаемых бактериальных препаратов наиболее эффективным было использование для обработки семян бобовых компонентов травосмеси симбиотического препарата Сапронит. Применение данного препарата способствовало повышению урожайности бобово-злаковой травосмеси в кон-

троле без удобрений на 0,85 т/га; на фоне $P_{60}K_{110}$ – на 1,09 т/га и $N_{40}P_{60}K_{110}$ + орошение – на 1,24 т/га по сравнению с соответствующими вариантами без инокуляции.

Использование бактериальных препаратов помимо положительного влияния на урожайность способствовало увеличению продуктивности травостоев.

Так, наибольший эффект был получен при сочетании применения минеральных удобрений в дозе $P_{60}K_{110}$ с использованием стартовой дозы азота N_{40} и инокуляции семян бобовых Сапронитом. При этом увеличение сбора переваримого протеина составило 529,8 кг/га, сбора кормовых единиц – 3,15 т/га, обеспеченности кормовой единицы переваримым протеином – 20,6 г по сравнению с вариантом без инокуляции в неудобренном блоке.

Данные экономической оценки эффективности применения бактериальных препаратов подтверждают их высокую эффективность при возделывании бобово-злаковой травосмеси (табл. 2).

Таблица 2. Эффективность использования бактериальных препаратов при возделывании бобово-злаковой травосмеси

Вариант	Урожайность, т/га с. в.	Сбор кормовых единиц, т/га	Сбор переваримого протеина, кг/га	Агроэнергетический коэффициент
Контроль (без удобрений)				
Без инокуляции	6,91	5,0	565,8	2,9
Сапронит	7,76	5,68	703,1	3,2
Азобактерин	7,15	5,19	601,7	3,0
Сапронит + Фитостимифос	7,41	5,40	639,9	3,1
$P_{60}K_{110}$				
Без инокуляции	8,17	5,97	712,0	3,0
Сапронит	9,26	6,83	896,7	3,4
Азобактерин	8,63	6,32	778,1	3,1
Сапронит + Фитостимифос	8,91	6,55	831,8	3,2
$P_{60}K_{110} + N_{40}$				
Без инокуляции	9,75	7,17	869,8	3,0
Сапронит	10,99	8,15	1095,6	3,4
Азобактерин	10,40	7,67	964,7	3,2
Сапронит + Фитостимифос	10,65	7,90	1026,6	3,3
НСР ₀₅ А	0,14			
НСР ₀₅ В	0,16			

Так, расчет энергетической эффективности применения бактериальных препаратов показал, что наиболее высокие ее показатели отме-

чены в варианте с сочетанием использования на фоне $P_{60}K_{110}$ стартовой дозы азота N_{40} и инокуляции семян бобовых компонентов травосмеси Сапронитом. Это выразилось в снижении затрат совокупной энергии на производство 1 кг сырого протеина и кормовой единицы и повышении коэффициента энергетической эффективности. Так, при сочетании инокуляции бобовых компонентов Сапронитом с минеральными удобрениями в дозе $P_{60}K_{110} + N_{40}$ по сравнению с вариантом без инокуляции в блоке без применения удобрений коэффициент энергетической эффективности повысился на 0,4 ед.

Выводы. Таким образом, наиболее перспективным приемом повышения продуктивности и эффективности возделывания бобово-злаковых травосмесей является использование бактериального препарата Сапронит на фоне внесения стартовой дозы азота N_{40} . Это позволяет улучшить условия произрастания многолетних трав и развития полезной микрофлоры, получать высокие урожаи многолетних трав высокого качества, а также сократить дозы применения азотных удобрений. Последнее в современной экологической ситуации имеет важное значение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Темирсултанов, Э. Э. Продуктивность агрофитоценозов в зависимости от обогащения их бобовым компонентом и внесение удобрений / Э. Э. Темирсултанов // Кор-производство. – 2002. – № 9. – С. 8–13.
2. Грислис, С. В. Фосфорное удобрение под клевер луговой на почве с низким плодородием / С. В. Грислис, Н. И. Арзамасцев // Земледелие. – 2002. – № 5. – С. 21.
3. Коваль, И. М. Применение биопрепаратов на зернобобовых культурах / И. М. Коваль // Ахова раслін. – 2001. – № 6. – С. 20–22.

УДК 631.416.4(470.57)

ДИНАМИКА АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ ИШИМБАЙСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Н. Г. Курмашева, канд. с.-х. наук, доцент

Р. Ш. Иргалина, канд. биол. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»,
Уфа, Российская Федерация

Ключевые слова: плодородие почвы, чернозем выщелоченный, кислотность, обменный калий, подвижный фосфор, гумус.

Плодородие – это система процессов и свойств, которые способствуют росту и развитию растений [1, 3]. Это способность почв удовлетворять потребности растений. Плодородная почва – это почва, имеющая комплекс незаменимых питательных веществ, таких как: фосфор, азот, калий, магний, медь, сера и многие другие [2–4]. Основа плодородных почв – органическое вещество почвы, богатое питательными веществами, необходимыми растениям, называемое гумусом. Все вышеперечисленные вещества взаимосвязаны между собой, и малейшее отклонение от нормы одного компонента приведет к изменению количества вещества другого [5].

Цель исследования – оценка агрохимических показателей почв Ишимбайского района Республики Башкортостан.

Основная часть. Восточная часть территории района относится к западным передовым хребтам Южного Урала с абсолютной высотой до 845 м, увлажненным климатом, покрыта широколиственными и березово-осиновыми лесами. Западная часть района находится на Прибельской увалисто-волнистой равнине с незначительно засушливым климатом и лесостепным ландшафтом [1].

Общая площадь составляет 400 тыс. га, площадь сельскохозяйственных угодий – 109,2 тыс. га, в том числе площадь пашни – 40,3, сенокосов – 26,0, пастбищ – 42,1 тыс. га. Специализация района – зерновое хозяйство, молочно-мясное скотоводство, свиноводство, овощеводство, картофелеводство. Развиваются пчеловодство и рыбоводство.

Климат района умеренно континентальный с холодной зимой и умеренно жарким летом, неустойчивостью по годам и временам года, резкой сменой тепла и холода [4].

Исследования по изучению состояния почв проводились в Ишимбайском районе Республики Башкортостан.

Объект исследования – черноземы выщелоченные Ишимбайского района. Отбор проводился на территории хозяйств ИП КФХ «Лейтер Г. Г.», ИП КФХ «Шагиева А. Г.», ООО «Салават».

Было отобрано 15 проб массой около 300 г. Каждый отобранный образец маркировали и упаковывали. Отобранные образцы почв подготавливали к агрохимическому анализу путем предварительного подсушивания на воздухе.

Гумус – часть органического вещества почвы, представленная совокупностью специфических и неспецифических органических веществ почвы, за исключением соединений, входящих в состав живых организмов и их остатков [3, 4].

На основании полученных результатов (табл. 1) мы делаем вывод, что наблюдается незначительное снижение в почве органических веществ. Если этот процесс продолжится, это приведет к уменьшению запасов элементов питания, ухудшению структуры почвы и ее физических свойств.

Таблица 1. Показатели содержания гумуса и кислотности почв Ишимбайского района Республики Башкортостан

Место проведения отбора	Тип почвы	Глубина взятия образца, см	Мощность гумусового горизонта, см	Гумус, %	pH солевой вытяжки
ООО «Салават»	Чернозем выщелоченный	0–31	49	8,7	5,4
		32–49		8,4	4,9
		50–72		–	4,7
ИП КФХ «Лейтер Г. Г.»	Чернозем выщелоченный	0–30	42	7,9	5,8
		31–42		7,5	5,5
		43–60		–	5,2
ИП КФХ «Шагиева А. Г.»	Чернозем выщелоченный	0–30	45	8,3	5,5
		31–45		8,0	5,3
		46–65		–	5,1

Результаты определения степени кислотности показали, что почва района имеет слабокислую и близкую к нейтральной реакцию почвенного раствора, что является благоприятной средой для развития сельскохозяйственных культур.

В жизни растений фосфор играет огромную роль, при его недостатке приостанавливается рост культур. Фосфорное питание способствует развитию корневой системы, она глубже проникает в почву. Фосфор ускоряет рост растений и улучшает водный режим растений [3, 4].

В почве ИП КФХ «Лейтер Г. Г.» содержание подвижного фосфора на глубине от 0 до 30 см составило 78,0 мг/кг почвы, а на глубине от 31 до 42 см – 61,5 мг/кг почвы (табл. 2).

Таблица 2. Содержание подвижного фосфора в почве Ишимбайского района Республики Башкортостан

Место проведения отбора	Тип почвы	Глубина взятия образца, см	Подвижный фосфор, мг/кг почвы
1	2	3	4
ООО «Салават»	Чернозем выщелоченный	0–31	87,0
		32–49	82,3
		50–72	–

1	2	3	4
ИП КФХ «Лейтер Г. Г.»	Чернозем выщелоченный	0–30	78,0
		31–42	61,5
		43–60	–
ИП КФХ «Шагиева А. Г.»	Чернозем выщелоченный	0–30	110,0
		31–45	106
		46–65	–

В почве ИП КФХ «Шагиева А. Г.» на глубине от 0 до 30 см содержание фосфора составляет 110,0 мг/кг, что является одним из самых высоких показателей в наших опытах, на глубине от 31 до 45 см – 106,0 мг/кг почвы.

В ООО «Салават» нами было замечено некоторое уменьшение содержания фосфора по сравнению с другими годами анализа почвенных проб (на 7 мг/кг почвы). Для поддержания баланса подвижного фосфора в условиях сельских поселений Ишимбайского района Республики Башкортостан можно рекомендовать использовать различные способы внесения фосфоритной муки или внесение суперфосфата в небольших дозах.

Калий – один из важных для растений элементов питания. Он способствует передвижению питательных веществ в растениях, повышает их устойчивость к морозам, болезням, увеличивает прочность волокон [1–4].

Как видно из данных табл. 3, в почве ООО «Салават» на глубине от 0 до 31 см содержание обменного калия составляет 133,0 мг/кг, на глубине от 32 до 49 см – 108,0 мг/кг.

**Таблица 3. Содержание обменного калия в почве
Ишимбайского района Республики Башкортостан**

Место проведения отбора	Тип почвы	Глубина взятия образца, см	Обменный калий, мг/кг почвы
ООО «Салават»	Чернозем выщелоченный	0–31	133,0
		32–49	108,0
		50–72	–
ИП КФХ «Лейтер Г. Г.»	Чернозем выщелоченный	0–30	129,0
		31–42	120,8
		43–60	–
ИП КФХ «Шагиева А. Г.»	Чернозем выщелоченный	0–30	107,0
		31–45	103,5
		46–65	–

В почве ИП КФХ «Лейтер Г. Г.» на глубине от 0 до 30 см содержание калия составляет 129,0 мг/кг, на глубине от 31 до 42 см – 120,8 мг/кг почвы.

В почве ИП КФХ «Шагиева А. Г.» содержание калия на глубине от 0 до 30 см составило 107,0 мг/кг почвы, а на глубине от 31 до 45 см – 103,5 мг/кг почвы.

Выводы. На основании полученных результатов по содержанию органических веществ и кислотности почв можно сделать вывод, что наблюдается незначительное снижение на изучаемой территории содержания в почве органических веществ. Если процесс уменьшения органических веществ продолжится, это приведет к сокращению запасов элементов питания, ухудшению структуры почвы и ее физических свойств. По причине снижения содержания гумуса снижается биологическая активность почвы, происходит развитие ветровой и водной эрозии. По результатам изучения кислотности почвы можно сделать вывод, что активная реакция почвенной среды является весьма благоприятной для развития сельскохозяйственных культур и характеризуется как слабокислая и близкая к нейтральной.

В почвах определено среднее содержание подвижного фосфора, доступного для растений. Степень обеспеченности обменным калием характеризовалась как повышенная и высокая.

ЛИТЕРАТУРА

1. Асылбаев, И. Г. Оценка геохимического состояния почв Южного Урала: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / И. Г. Асылбаев. – Уфа, 2015. – 42 с.
2. Бясов, К. Х. Пути повышения плодородия почв РСО-Алания / К. Х. Бясов. – Владикавказ, 2006. – 171 с.
3. Органическое вещество почвы и урожайность сельскохозяйственных культур в системе ресурсосберегающего земледелия / З. З. Аюпов [и др.] // Агроэкологические и социально-экономические проблемы и перспективы развития АПК Зауралья: сб. материалов регион. науч.-практ. конф. / М-во обр. и науки РФ, Заурал. фил. ФГОУ ВПО «Башк. гос. аграр. ун-т». – Уфа, 2009. – С. 8–11.
4. Влияние обработки почвы, удобрений и севооборота на гумусно-азотное состояние выщелоченного чернозема южной лесостепи Республики Башкортостан / Ф. И. Галиева [и др.] // Рос. электр. науч. журнал. – 2019. – № 4 (34). – С. 141–155.
5. Нафикова, М. В. Баланс микроэлементов в черноземных почвах Республики Башкортостан / М. В. Нафикова, Н. Г. Курмашева // Аграрная наука в инновационном развитии АПК: сб. материалов междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию Башк. гос. аграр. ун-та, в рамках XXV Междунар. специализ. выставки «Агрокомплекс-2015» / Башк. гос. аграр. ун-т. – Уфа, 2015. – С. 117–121.

ДИНАМИКА ПРОТИВОЭРОЗИОННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВ В ТЕЧЕНИЕ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА

И. А. Логачёв, мл. науч. сотрудник

В. Б. Цырибко, канд. с.-х. наук, доцент

РУП «Институт почвоведения и агрохимии»,

Минск, Республика Беларусь

Интенсификация земледелия без соответствующего учета природно-ландшафтных условий приводит к усилению процессов деградации почвенного покрова, снижению продуктивности пахотных земель. В Беларуси одним из распространенных видов деградации почв является водная и ветровая эрозия. Эродированные и эрозионно опасные земли занимают в республике более 2,0 млн. га, в том числе подверженные эрозии – около 10 %, эрозионно опасные – около 40 %.

Свойства почвы, наряду с климатом, рельефом, растительностью и деятельностью человека, являются важнейшим фактором эрозии. Под эродирруемостью (размываемостью) почвы понимается способность ее подвергаться разрушающему воздействию потоков воды и капель дождя. Противоэрозионная стойкость (устойчивость) почв – понятие, обратное размываемости, т. е. способность их противостоять разрушающему действию дождевых капель и водного потока [1].

Цель исследования – изучить внутригодовую динамику изменения противоэрозионной устойчивости дерново-подзолистых почв, в разной степени подверженных эрозионной деградации.

Для лабораторных исследований были отобраны ненарушенные почвенные монолиты для проведения структурно-агрегатного анализа по методу Н. И. Саввинова [2, 3] и определения следующих показателей, характеризующих противоэрозионную стойкость почв:

водоустойчивость (содержание агрегатов более 0,25 мм при мокром просеивании) (%);

коэффициент водопрочности ($K_{впр}$), который представляет собой соотношение количества водопрочных агрегатов более 0,5 мм (%) при водном и сухом просеивании;

содержание водопрочных агрегатов 0,5 мм (%);

содержание агрономически ценных агрегатов (частиц менее 10 мм и более 0,25 мм) (%);

коэффициент структурности (Кстр) – отношение содержания агрономически ценных агрегатов (0,25–10 мм) к сумме агрегатов более 10 мм и менее 0,25 мм при сухом просеивании.

Для оценки состояния противозрозионной стойкости почвы использовали шкалу С. И. Долгова, Н. А. Качинского и шкалу М. С. Кузнецова (табл. 1).

Таблица 1. Оценка структурного состояния и водоустойчивости почвы [2, 3]

Состояние	Содержание агрономически ценных агрегатов (10–0,25 мм) (%)	Кстр	Водоустойчивость (%)
Хорошее	Более 60	Более 1,5	75–40
Удовлетворительное	60–40	1,5–0,67	40–30
Неудовлетворительное	Менее 40	Менее 0,67	Менее 30 Более 75

В результате проведенного лабораторного анализа были получены данные о структурном состоянии изучаемых почв. На стационаре «Стоковые площадки» (табл. 2) возделывались яровой рапс (2019 г.) и яровая пшеница (2020 г.), а также люцерна. На площадке под люцерной, несмотря на отдельные колебания, отмечается постепенное увеличение содержания агрономически ценных агрегатов. Внутригодового изменения не отмечается.

Таблица 2. Структурное состояние дерново-подзолистых почв разной степени эродированности, сформированных на лессовидных суглинках (стационар «Стоковые площадки», ОАО «Щомыслица» Минского района)

Агрофон	Применение удобрений	Эродированность почвы											
		Неэродированная				Среднеэродированная				Сильноэродированная			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Содержание агрономически ценных агрегатов (5,00–0,25 мм), %													
Травяно-зерновой (Кз = 0,83)	РК	48,8	53,8	63,0	55,5	32,0	31,2	34,0	33,5	29,1	23,7	30,4	22,6
Зерновой (Кз = 0,57)	НРК	64,0	55,0	68,2	70,3	54,4	47,4	42,7	37,3	43,0	31,8	35,5	30,7
	НРК + доломит. мука	58,2	53,5	68,4	57,6	41,2	36,8	46,2	47,8	40,3	33,4	38,5	36,1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	НРК + навоз	62,2	41,7	57,7	52,6	56,5	43,5	48,7	43,2	57,4	32,9	39,6	40,7
	НРК + доломит. мука + навоз	65,2	58,4	63,3	67,5	58,7	43,5	48,2	40,9	55,8	26,5	41,7	33,5
Коэффициент структурности													
Травяно- зерновой (Кз = 0,83)	РК	2,0	2,4	4,4	2,7	0,9	1,1	1,7	1,4	0,8	0,8	1,2	0,7
Зерновой (Кз = 0,57)	НРК	3,5	2,6	4,4	4,6	2,5	1,8	1,5	1,2	1,4	1,0	1,1	0,7
	НРК + доломит. мука	3,0	1,9	4,1	2,4	1,5	1,3	1,7	1,8	1,2	1,1	1,3	1,2
	НРК + навоз	3,3	1,4	2,3	2,1	2,7	1,4	2,1	1,5	2,4	1,2	1,4	1,5
	НРК + доломит. мука + навоз	3,8	2,6	3,4	4,4	2,8	1,7	2,2	1,2	2,5	0,9	1,8	1,0

Примечание. 1 – середина вегетации 2019 г.; 2 – конец вегетации 2019 г.; 3 – середина вегетации 2020 г.; 4 – конец вегетации 2020 г.

На площадках, где возделывались яровой рапс и яровая пшеница, отмечается четкое улучшение структурного состояния в середине вегетации и снижение показателей содержания агрономически ценных агрегатов и коэффициента структурности в конце вегетационного периода. Для подтверждения данного тезиса был проведен статистический анализ (сравнение выборок по критерию Стьюдента) для оценки различия выборок в программном пакете MS Excel. Полученное значение ($P(T \leq t)$) двухстороннее 0,006, при уровне значимости $p < 0,01$) указало на статистическую значимость отличий.

Стоит отметить, что независимо от варианта внесения удобрений и степени проявления эрозионных процессов структурное состояние дерново-подзолистых почв характеризуется как удовлетворительное (для эродированных разновидностей) и хорошее (для незэродированных, а также среднеэродированных в середине вегетации), что обусловлено благоприятным естественным состоянием лессовидных почвообразующих пород.

Для почв стационара «Браслав», сформированных на моренных почвообразующих породах, не удалось установить наличие устойчивых тенденций по внутригодовой динамике показателей структурного состояния (табл. 3).

Таблица 3. Структурное состояние дерново-подзолистых почв разной степени эродированности, сформированных на моренных суглинках (стационар «Браслав», ОАО «Межань» Браславского района)

Агрофон	Эродированность почвы															
	Неэродированная				Слабо-эродированная				Средне-эродированная				Сильно-эродированная			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Содержание агрономически ценных агрегатов (5,00–0,25 мм), %																
Травяно-зерновой (Кз = 0,72)	56,0	53,3	46,1	43,5	37,8	47,5	38,0	35,8	36,4	24,4	21,5	27,5	22,5	18,6	25,3	19,0
Зерно-травяной (Кз = 0,47)	42,6	35,8	32,4	47,1	44,9	38,1	40,4	43,2	19,3	21,9	24,1	33,8	20,2	17,8	22,9	19,8
Коэффициент структурности																
Травяно-зерновой (Кз = 0,72)	2,8	2,2	2,1	1,9	1,6	1,9	1,7	1,2	1,6	0,9	0,9	0,8	0,8	0,6	0,6	0,5
Зерно-травяной (Кз = 0,47)	1,5	1,4	0,9	1,9	1,6	1,3	1,4	1,6	0,5	0,6	0,6	1,1	0,6	0,5	0,6	0,5

Примечание. 1 – середина вегетации 2019 г.; 2 – конец вегетации 2019 г.; 3 – середина вегетации 2020 г.; 4 – конец вегетации 2020 г.

Это обусловлено в основном выбором сельскохозяйственных культур (люцерна и горохо-овсяная смесь). Отмечается некоторое снижение величины коэффициента структурности в 2020 г. в сравнении с 2019 г., что вызвано метеорологическими особенностями данного года (большее количество осадков способствовало усилению эрозионных процессов, а низкие температуры в течение мая препятствовали активной вегетации люцерны).

По результатам структурно-агрегатного анализа был определен ряд показателей, характеризующих противозэрозионную устойчивость дерново-подзолистых почв, сформированных на лессовидных суглинках (табл. 4).

Таблица 4. Показатели противозрозионной устойчивости дерново-подзолистых почв разной степени эродированности, сформированных на лессовидных суглинках (стационар «Стоковые площадки», ОАО «Щомыслица» Минского района)

Агрофон	Эродированность почвы												
Севооборот	Применение удобрений	Неэродированная				Среднеэродированная				Сильноэродированная			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Содержание водопрочных агрегатов крупнее 0,5 мм, %													
Травяно-зерновой (Кз = 0,83)	РК	9,9	5,1	6,7	10,2	7,6	8,5	6,6	8,9	9,2	10,4	6,7	3,4
Зерновой (Кз = 0,57)	НPK	4,7	4,1	5,5	8,7	3,8	3,7	3,7	9,3	5,6	6,5	4,1	6,4
	НPK + доломит. мука	3,6	9,5	10,3	12,5	4,1	2,2	7,4	8,7	2,9	2,4	3,3	5,5
	НPK + навоз	7,6	7,7	8,8	7,1	7,9	7,2	5,6	6,4	7,1	4,0	3,4	9,4
	НPK + доломит. мука + навоз	8,4	9,0	11,6	8,1	5,0	5,1	5,2	4,5	4,0	3,1	3,7	5,4
Водоустойчивость, %													
Травяно-зерновой (Кз = 0,83)	РК	21,6	16,4	15,9	18,3	13,0	15,8	13,0	16,4	14,7	17,3	11,4	8,3
Зерновой (Кз = 0,57)	НPK	13,2	11,6	12,3	19,0	9,6	9,6	6,7	15,1	9,3	9,7	7,6	13,4
	НPK + доломит. мука	12,7	15,9	16,6	21,5	12,3	6,2	12,1	14,9	7,4	8,2	9,3	11,5
	НPK + навоз	14,6	17,5	17,9	18,6	17,5	15,0	12,8	18,5	14,2	8,2	8,8	16,8
	НPK + доломит. мука + навоз	20,7	18,2	23,9	24,2	13,7	14,5	10,8	15,9	9,7	7,7	9,7	14,8
Коэффициент водопрочности													
Травяно-зерновой (Кз = 0,83)	РК	0,1	<0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1
Зерновой (Кз = 0,57)	НPK	0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1	0,1
	НPK + доломит. мвка	<0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,1	0,1	0,1	<0,1	0,1	<0,1	0,1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	NPК + навоз	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1
	NPК + доломит. мука + навоз	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,1	0,1

Примечание. 1 – середина вегетации 2019 г.; 2 – конец вегетации 2019 г.; 3 – середина вегетации 2020 г.; 4 – конец вегетации 2020 г.

Независимо от варианта внесения удобрения, возделываемой культуры и степени эродированности величины водоустойчивости находятся в диапазонах неудовлетворительных значений. При этом в варианте с внесением органических удобрений значения данного показателя на неэродированных разновидностях выше, а в варианте с внесением органического удобрения и доломитовой муки приближаются к диапазону удовлетворительных значений (30–40 %).

Характеризуя данные, представленные в табл. 4, следует указать на отсутствие существенных различий в значениях водоустойчивости, содержания водопрочных агрегатов и особенно коэффициента водопрочности в течение вегетационного периода.

Величины коэффициента водопрочности практически неизменны на протяжении периода исследований, значения других показателей варьируются, однако их изменимость статистически незначима. Сравнение выборок водоустойчивости ($(P(T \leq t))$ двухстороннее 0,128, при уровне значимости $p < 0,01$) и содержания водопрочных агрегатов ($(P(T \leq t))$ двухстороннее 0,795, при уровне значимости $p < 0,01$) по критерию Стьюдента подтвердило отсутствие статистически значимых отличий в параметрах противозерозионной устойчивости в середине и конце вегетационного периода.

Исследования противозерозионной устойчивости дерново-подзолистых почв разной степени эродированности, сформированных на моренных суглинках, показали их более высокий уровень резистентности к процессам эрозионной деградации (табл. 5).

Таблица 5. Показатели противозрозионной устойчивости дерново-подзолистых почв разной степени эродированности, сформированных на моренных суглинках (стационар «Браслав», ОАО «Межаны» Браславского района)

Агрофон	Эродированность почвы															
	Неэродированная				Слабоэродированная				Среднеэродированная				Сильноэродированная			
Севооборот	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Содержание водопрочных агрегатов крупнее 0,5 мм, %																
Травяно-зерновой (Кз = 0,72)	30,1	17,3	20,3	32,3	22,2	13,9	17,2	24,1	23,0	20,1	14,2	20,6	27,1	16,5	14,5	26,3
Зерно-травяной (Кз = 0,47)	21,3	12,0	22,5	19,1	18,8	14,7	14,6	20,3	29,6	14,5	16,9	18,3	15,2	9,9	13,1	17,0
Водоустойчивость, %																
Травяно-зерновой (Кз = 0,72)	48,4	40,8	40,3	51,8	47,7	39,7	36,9	42,6	45,2	41,2	37,7	43,5	47,2	37,7	35,3	40,9
Зернотравяной (Кз = 0,47)	43,8	51,4	41,4	40,3	43,2	34,7	42,6	44,3	47,2	38,0	39,7	37,6	39,2	31,9	30,7	36,2
Коэффициент водопрочности																
Травяно-зерновой (Кз = 0,72)	0,4	0,2	0,2	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3
Зернотравяной (Кз = 0,47)	0,3	0,1	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2

Примечание. 1 – середина вегетации 2019 г.; 2 – конец вегетации 2019 г.; 3 – середина вегетации 2020 г.; 4 – конец вегетации 2020 г.

Значения коэффициента водопрочности на почвах стационара «Браслав» в 2–4 раза выше, чем на почвах стационара «Стоковые площадки». Величины водоустойчивости соответствуют диапазонам хороших и удовлетворительных значений.

С целью выявления наличия закономерной изменчивости в показателях устойчивости к эрозии был проведен двухвыборочный t-тест в программном пакете MS Excel. Сравнение выборок водоустойчивости ($P(T \leq t)$ двухстороннее 0,649, при уровне значимости $p < 0,01$) и содержания водопрочных агрегатов ($P(T \leq t)$ двухстороннее 0,455, при уровне значимости $p < 0,01$) по критерию Стьюдента выявило от-

сутствие статистически значимых отличий в них в середине и конце вегетационного периода.

Проведенные исследования внутригодового изменения противоэрозионной устойчивости дерново-подзолистых почв, в разной степени подверженных эрозионной деградации, показали, что устойчивых направленных сезонных изменений в них нет. Это подтверждается статистическим анализом данных показателей в середине и конце вегетационного периода ($P(T \leq t)$ двухстороннее больше уровня значимости $p < 0,01$).

Изучение структурного состояния почв, сформированных на лессовидных суглинках, позволило выявить устойчивую динамику коэффициента структурности в течение вегетационного периода. Величины данного показателя существенно выше в середине вегетации, чем в конце (разница статистически значима – $P(T \leq t)$ двухстороннее 0,0006, при уровне значимости $p < 0,01$). Это обусловлено периодом времени, прошедшим с момента обработки почвы; к концу вегетационного периода почва приближается к естественному «равновесному состоянию», увеличивая свою плотность и размеры агрегатов, соответственно снижая долю агрономически ценных агрегатов. На почвах стационара «Браслав» такой закономерности не выявлено, что обусловлено набором сельскохозяйственных культур (многолетние травы, однолетние травы).

ЛИТЕРАТУРА

1. Жилко, В. В. Эродированные почвы Белоруссии и их использование / В. В. Жилко; Беларус. науч.-исслед. ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: Ураджай, 1976. – 168 с.
2. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почв / А. Ф. Вадюнина, З. А. Карчагина. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
3. Кузнецов, М. С. Об оценке противоэрозионной стойкости почв второй очереди освоения Каршинской степи / М. С. Кузнецов, В. Я. Григорьев // Науч. докл. высш. шк. биол. науки. – 1976. – № 7. – С. 133–138.

ВЛИЯНИЕ ДОЗ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОДНОЛЕТНИХ КОРМОВЫХ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ

Н. П. Лукашевич, д-р с.-х. наук, профессор

Т. М. Шлома, канд. с.-х. наук, доцент

И. В. Ковалева, канд. с.-х. наук, доцент

УО «Витебская государственная ордена «Знак Почета»
академия ветеринарной медицины»,
Витебск, Республика Беларусь

Источником травяных кормов являются как однолетние, так и многолетние культуры. Обеспечить бесперебойное поступление зеленой массы в течение весенне-осеннего периода в рационы крупного рогатого скота возможно только при возделывании высокоурожайных видов однолетних кормовых культур. В группу однолетних кормовых культур включены растения, выращиваемые в севооборотах. Основным преимуществом этих растений является быстрый рост и формирование полноценного стеблестоя зеленой массы. Их выращивают в чистом и смешанном виде для заготовки зеленого корма, силоса, сенажа.

Достоинством однолетних культур является получение 2–4 урожаев зеленой массы за счет формирования кормовых смесей, обладающих высокой степенью отавности. Такие посевы обеспечивают стабильное функционирование зеленого конвейера в пастбищный период, повышение продуктивности поля однолетних трав и рост производства кормов без расширения площадей под кормовые культуры.

Многие авторы отмечают, что травосмеси в большинстве случаев продуктивнее одновидовых посевов. В засушливые годы в формировании зеленой массы преимущество имеют культуры семейства Мятликовые по сравнению с культурами семейства Бобовые. В большинстве случаев смешанные посевы развивают большую листовую поверхность и характеризуются более равномерным распределением листьев по высоте, что способствует лучшему использованию ими солнечной энергии. Включение бобового компонента повышает экономическую эффективность за счет уменьшения дозы внесения минерального азота и способствует улучшению качества корма. Большую часть

потребности в азоте они могут возместить за счет симбиотической деятельности клубеньковых бактерий, поселяющихся на корнях бобовых культур [1, 2].

Цель исследований – изучить влияние различных доз внесения минеральных азотных удобрений на формирование урожайности зеленой массы при посеве райграса однолетнего в чистом виде и смешанных агрофитоценозах с участием бобового компонента.

Полевые опыты проведены в поселке Тулово Витебского района на дерново-подзолистой, среднесуглинистой, подстилаемой с глубины 1 м моренным суглинком почве. Она имела следующую агрохимическую характеристику пахотного горизонта: pH (в KCl) – 5,9–6,0; содержание подвижного фосфора – 244 мг и обменного калия – 287 мг на 1 кг почвы; гумуса – 2,1 %. Технология возделывания изучаемых культур соответствовала требованиям отраслевых регламентов и рекомендаций [3]. В качестве объекта исследований использовались однолетние культуры, адаптированные к почвенно-климатическим условиям северо-восточного региона Беларуси.

Схема опыта включала следующие варианты:

1. Райграс однолетний, без азота.
2. Райграс однолетний, N_{180} (60 + 60 + 60) кг д. в/га.
3. Вика посевная + ячмень + райграс однолетний, без азота.
4. Вика посевная + ячмень + райграс однолетний, N_{45+60} кг д. в/га.
5. Горох полевой + ячмень + райграс однолетний, без азота.
6. Горох полевой + ячмень + райграс однолетний, N_{60+60} кг д. в/га.
7. Люпин узколистный + ячмень + райграс однолетний, без азота.
8. Люпин узколистный + ячмень + райграс однолетний, N_{45+60} кг д. в/га.

В соответствии с программой исследований в опытах проводились соответствующие учеты и лабораторные анализы. Математическая обработка полученных экспериментальных данных проведена с использованием компьютерных программ согласно методикам проведения исследований. Анализ метеорологических и почвенных условий, а также выбранная методика проведения опытов соответствуют теме исследований, что позволило выполнить поставленные задачи.

Урожайность зеленой массы культур формируется в результате взаимодействия растений с комплексом факторов окружающей среды. На рост и развитие растений наиболее значимое влияние оказывают такие факторы, как свет, влага, тепло, тип почвы, режим минерального

питания. Анализ полученных нами экспериментальных данных показал, что урожайность зеленой массы в смешанных посевах зависит как от вида бобового компонента, так и от дозы внесения минерального азота.

Формирование высокой урожайности надземной биомассы райграса однолетнего в одновидовых посевах требует внесения не менее 180 кг д. в. азотных удобрений на 1 га. В контрольном варианте (без внесения азотных удобрений) урожайность зеленой массы райграса однолетнего за три укоса сформировалась на уровне 15,0 т/га. Трехкратное внесение минерального азота в дозе по 60 кг д. в/га способствовало увеличению урожайности зеленой массы более чем в три раза. Этот показатель составил 48,0 т/га. Следует отметить, что максимальная продуктивность посева райграса однолетнего была сформирована в первом укосе, а минимальная – в третьем (21,1 и 10,6 т/га соответственно).

Включение в травосмесь бобового компонента позволило даже без внесения азотных удобрений сформировать уровень надземной биомассы за три укоса от 40,2 до 55,4 т/га. Использование минерального азота при возделывании бобово-злаковых смесей с подсевом райграса однолетнего обеспечило прибавку урожайности зеленой массы 5,0–12,5 т/га. Максимальная урожайность зеленой массы за три укоса составила 59,9 т/га при возделывании райграса однолетнего совместно с ячменем и викой посевной на фоне минерального азота в дозе 45 + 60 кг д. в/га.

На величину сбора сухого вещества с урожаем зеленой массы оказывает влияние два показателя: урожайность зеленой массы и содержание в ней сухого вещества. В наших исследованиях сбор сухого вещества в зависимости от состава смеси при использовании минерального азота составил 8,8–9,7 т/га.

Среди возделываемых в опыте смесей преимущество по сбору обменной энергии имеют посевы с включением вики посевной и гороха, в которых сбор обменной энергии с урожаем зеленой массы составил соответственно 12300 и 9900 МДж/га.

В кормопроизводстве чрезвычайно важно сочетание количественных оценок урожайности сельскохозяйственных культур с качественными ее показателями. В условиях постоянного дефицита кормового белка актуальным является белковая характеристика кормов. Полученные нами экспериментальные данные показали, что величина сбора переваримого протеина с урожаем зеленой массы посевов райграса

однолетнего зависела как от включения в смесь бобового компонента, так и от внесения минерального азота. Наибольший сбор белка обеспечили высокопродуктивные посевы с участием вики посевной при внесении минерального азота (0,9 т/га). Ценозы с участием гороха и люпина узколистного по сбору протеина были равнозначны (0,8 т/га).

Расчеты обеспеченности 1 ЭКЕ переваримым протеином показали преимущество по питательным качествам многокомпонентных смесей по сравнению с одновидовыми посевами райграса однолетнего. Если у первых она составила 91–96 г в 1 ЭКЕ, то у райграса – 75 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шлома, Т. М. Особенности формирования высокопродуктивных однолетних агрофитоценозов / Т. М. Шлома, Н. П. Лукашевич, И. М. Коваль // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 3. – С. 3–6.
2. Лукашевич, Н. П. Реализация биологического потенциала продуктивности однолетних и многолетних агрофитоценозов: монография / Н. П. Лукашевич, Н. Н. Зенькова. – Витебск: ВГАВМ, 2014. – 200 с.
3. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: рекомендации / К. В. Коледа [и др.]; под общ. ред. К. В. Коледы, А. А. Дудука. – Гродно: ГГАУ, 2010. – 340 с.

УДК 631.811.98

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРОИЗВОДНОГО 24-ЭПИБРАССИНОЛИДА БС-960 НА РОСТ СТЕБЛЯ И УРОЖАЙНОСТЬ СЕМЯН ЛЬНА МАСЛИЧНОГО СОРТА БРЕСТСКИЙ

И. Д. Лукьянчик, канд. с.-х. наук, доцент

Н. А. Иванюк, выпускник

УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»,
Брест, Республика Беларусь

Лен – одна из важнейших технических культур Республики Беларусь. Продукция льна всегда занимала важное место в экономике сельского хозяйства Беларуси, но, вопреки высокой значимости льна, производство его остается на недостаточно эффективном уровне, что предполагает продолжение исследований технологических и биологических особенностей возделывания данной культуры [2, 4].

Среди современных регуляторов роста растений (РРР) популярностью пользуются представители класса брассиностероидов (БС), которые получили распространение благодаря синтезу химических аналогов природным соединениям [3, 5]. Спектр синтеза производных БС

расширяется, и представляет интерес изучение действия новосинтезированных соединений на рост и развитие растений, в том числе в сравнении с ранее изученными исходными веществами [3].

Цель исследований – оценить биологическую активность раствора сульфатпроизводного 24-эпибрасинолида БС-960 в концентрации 10^{-10} % и эффективность его применения в виде внекорневых обработок на рост стебля и урожайность семян льна масличного сорта Брестский в сравнении с ЭБ – 10^{-10} % и препаратами торговых марок «Энерген» и «Экосил».

Полевые исследования проводились в 2020 г. на базе отдела агробиологии Центра экологии Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина.

Объектом исследования служило сульфатпроизводное ЭБ – БС-960. Для определения эффективности воздействия также использовали исходное для синтеза соединение – ЭБ и в качестве стандартных регуляторов роста льна – препараты торговых марок «Экосил» и «Энерген». Тест-объект – техническая культура лен (*Linum usitatissimum* L.), представленная льном масличным сорта Брестский. Материалы исследования – растворы БС в концентрации 10^{-10} % (величина концентрации определена в ходе предшествующих экспериментов на льне-долгунце сорта Ализе [2]), водные растворы Экосила и Энергена (технологическая концентрация – 10^{-4} %), стебли и семена растений.

Закладка полевого опыта осуществлялась по методике Б. А. Доспехова с использованием деляночного метода и рендомизированного распределения повторностей [1]. Площадь делянки одной повторности составляла 0,5 м². Повторность каждого варианта – трехкратная. Агротехнические мероприятия соответствовали таковым для культуры лен. Удобрения не вносились.

Почвенный покров участка представлен дерново-подзолистой супесчаной почвой, которая подстилается с глубины 30–40 см моренным песком. Химические свойства почвы: рН 5,5–6 (слабокислая), Р₂О₅ = 15 мг/100 г почвы, К = 15 мг/100 г почвы, содержание гумуса – 1,5–2 %. В составе поглощенных катионов – Ca²⁺, Mg²⁺, Н⁺, Al³⁺. Степень насыщенности основаниями – 40–70 %.

Метеоусловия во время проведения опыта в г. Бресте: средняя температура за период вегетации днем составила 22,26 °С, ночью – 12,14 °С. Количество солнечных дней составило 41. Длина светового дня за период вегетации льна увеличилась с 14,85 до 15,2 часа. Среднее количество осадков составило 2,81 мм, общее – 278,5 мм. За период вегетации было отмечено 28 дождливых дней.

Для поиска оптимальных форм внекорневых обработок исследуемыми БС схема обработок включала как двукратное (на стадиях елочки, начала бутонизации), так и трехкратное (на стадиях елочки, длинной елочки и начала бутонизации) опрыскивание растений.

Критерии оценки биологической активности: техническая длина стебля и урожайность семян. Статистическая обработка результатов проводилась по П. Ф. Рокицкому с использованием программы Microsoft Excel 2010.

Результаты исследований представлены в таблице. Анализ данных, отражающих влияние различных вариантов обработок растворами БС и РРР на формирование технической длины стебля, показал, что каждый вид раствора стимулировал данный показатель при различном уровне значимости.

Влияние видов внекорневых обработок льна масличного сорта Брестский растворами БС в концентрации 10^{-10} % и стандартными РРР на техническую длину стеблей и урожайность семян

Вариант опыта	Кратность обработок	Техническая длина стебля, $\bar{X}_{\text{ср}} \pm m$, см	Урожайность семян, г/м ²
Контроль	0	$37,83 \pm 0,51$	$402,3 \pm 2,04$
БС-960 – 10^{-10} %	2	$41,15 \pm 0,28^*$	$505,1 \pm 3,05^{**}$
	3	$40,51 \pm 0,35^{**}$	$670,7 \pm 3,00^*$
ЭБ – 10^{-10} %	2	$40,48 \pm 0,39^{**}$	$489,4 \pm 2,09^{**}$
	3	$41,30 \pm 0,42^*$	$442,9 \pm 2,01$
Экосил (стандарт)	2	$39,92 \pm 0,40^{**}$	$344,6 \pm 3,00^{**}$
	3	$39,94 \pm 0,39^{**}$	$483,6 \pm 1,90^{**}$
Энерген (стандарт)	2	$42,22 \pm 0,32^*$	$734,4 \pm 2,09^*$
	3	$44,41 \pm 0,40^*$	$712,2 \pm 3,22^*$

* Достоверно при уровне значимости $p \leq 0,05$; ** достоверно при уровне значимости $p \leq 0,01$.

При проведении сравнительного анализа результатов использования раствора БС-960 – 10^{-10} % и других форм обработок было установлено, что эффективность дву- и трехкратных обработок раствором БС-960 – 10^{-10} % не имела достоверных различий и приравнивалась по величине к эффективности исходного для синтеза соединения ЭБ – 10^{-10} %, а также Экосила. Однако биологическая активность Энергена, используемого для трехкратной внекорневой обработки растений, оказалась выше, чем БС-960 – 10^{-10} %.

Анализ влияния БС и стандартных регуляторов роста растений на урожайность семян льна масличного показал, что трехкратные обработки растений раствором БС-960 – 10^{-10} % привели к увеличению урожайности на 66,7 % по отношению к контролю и на 51,4 % по отношению к ЭБ – 10^{-10} %, т. е. внекорневые обработки раствором БС-960 – 10^{-10} % оказались более эффективными, чем использование исходного для синтеза соединения ЭБ – 10^{-10} %. Однако при сравнении с действием стандартных регуляторов роста растений эффективность БС-960 – 10^{-10} % оказалась ниже таковой от использования дву- и трехкратных обработок Энергеном, но выше, чем в опытах с Экосилом.

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы о биологической активности раствора новосинтезированного сульфат-производного 24-эпибрассинолида БС-960 – 10^{-10} %. Данный раствор при использовании его для дву- и трехкратных обработок растений стимулировал рост технической части стебля по отношению к контролю, но по эффективности не отличался от исходного соединения ЭБ – 10^{-10} % и уступал по действию тройной обработке Энергеном.

Также дву- и трехкратная обработка исследуемым раствором БС-960 – 10^{-10} % стимулировала плодообразование, что проявилось в увеличении урожайности семян: максимум – при трехкратной обработке (+66,7 % по отношению к контролю и +51,4 % по отношению к ЭБ – 10^{-10} %). Однако эффективность использования БС-960 – 10^{-10} % была ниже таковой, чем при обработках Энергеном.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва: Колос, 1979. – 416 с.
2. Иванюк, Н. А. Влияние растворов брассинолида-990 на плодообразование *Linum usitatissimum* L. сорта Ализе / Н. А. Иванюк // Научный взгляд молодежи на современные проблемы АПК: сб. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. студентов и магистрантов / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: Ю. Л. Тибец (гл. ред.) [и др.]. – Горки, 2020. – С. 21–24.
3. Ходянков, А. А. Влияние брассиностероидов на устойчивость растений льна-долгунца к засухе / А. А. Ходянков // Агрохим. вестн. – 2008. – № 1. – С. 21–25.
4. Шаршунов, В. А. Состояние льноводческой отрасли Республики Беларусь и пути повышения ее эффективности / В. А. Шаршунов, А. С. Алексеенко, М. В. Цайц // Вестн. БГСХА. – 2019. – № 2. – С. 267–271.
5. Khripach, V. A. New practical aspects of brassinosteroids and results of their ten-year agricultural use in Russia and Belarus / V. A. Khripach, V. N. Zhabinskii, N. B. Khripach // Brassinosteroids. Edited by S. Hayat, A. Ahmad. – Kluwer Academic Publishers, 2003. – P. 189–230.

СОРТОВАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ *LACTUCA SATIVA* L. К НАКОПЛЕНИЮ НИТРАТОВ В ЛИСТЬЯХ

И. Д. Лукьянчик, канд. с.-х. наук, доцент

И. В. Мошук, магистрант

УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»,
Брест, Республика Беларусь

Исследования, приведенные в данной статье, касаются решения проблемы снижения последствий антропогенного воздействия человека на окружающую среду и здоровье населения. Одним из таких факторов является негативное влияние нитратов на здоровье человека.

Токсическое действие на организм нитратов обусловлено следующим: нитраты, превратившись в желудочно-кишечном тракте в нитриты, попадают в кровь и окисляют двухвалентное железо гемоглобина в трехвалентное. При этом образуется метгемоглобин, неспособный переносить кислород к тканям и органам, в результате чего может наблюдаться удушье, т. е. тканевая гипоксия, вследствие чего накапливается молочная кислота, холестерин и резко падает количество белка в организме [3].

Большая часть нитратов в растениях накапливается в клетках мезофилла листьев; фрукты и семена обладают низким уровнем нитратов, потому что нитраты транспортируются исключительно через ксилему. Органы растений по накоплению нитратов можно перечислить в порядке убывания: черешок > лист > стебель > корень > соцветие > клубень > луковица > плод > семя. Такие различия связаны со спецификой нитратредуктазной активности, генетически закрепленным исходным уровнем активности нитратредуктазы, спецификой распределения этого фермента по органам, интенсивностью протекания процесса ассимиляции нитратов у каждой культуры [2].

Зеленные культуры (в том числе салат *Lactuca sativa* L.), которые реализуются круглогодично торговой сетью Республики Беларусь, а также выращиваются в частном секторе, входят в группу овощей с максимальным уровнем накопления нитратов. Возделывание листовых овощных культур в тепличных комбинатах регламентируется искусственным поддержанием сбалансированного минерального питания, но для частных подворий, где вносятся в почву чаще органические

удобрения, контроль за уровнем накопления поллютантов в овощной продукции часто отсутствует.

Данная ситуация делает актуальными исследования, результатами которых станет оценка влияния сортового ассортимента салата на его способность накопления нитратного азота на фоне повышенного количества азотных удобрений в почве, а также поиск способов снижения уровня накопления нитратов в листовой продукции.

Цель исследований – определение чувствительности салата *Lactuca sativa* L. ряда сортов, реализуемых через торговую сеть г. Бреста населению, к накоплению избыточной дозы нитратов в листьях с последующей рекомендацией сортов для выращивания на почвах с повышенным содержанием соединений азота.

Полевые исследования проводились в 2021 г. на базе отдела агробиологии Центра экологии Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина. Объект исследования – салат посевной (*Lactuca sativa* L.). Выбор ассортимента сортов был обусловлен наибольшим спросом покупателей в торговой сети г. Бреста: это 10 сортов от различных фирм-производителей, которые отличались по срокам созревания, форме розетки и наличию антоциановой окраски: 1) листовые – Лолла Бионта (ранний, лист гофрированный), Гранатовый сад (ранний, лист гофрированный, с антоциановой окраской), Грюнетта (ранний), Лолла Росса (ранний, лист гофрированный, с антоциановой окраской), Обжорка (ранний, лист гофрированный, с антоциановой окраской), Одесский кучерявец (среднеспелый), Гейзер (среднеспелый), Дубовый лист красный (среднеранний, с антоциановой окраской); 2) кочанные – Айсберг (среднеспелый), Королева лета (среднеспелый).

Закладка полевого опыта проводилась с использованием методики Б. А. Доспехова [1]. Почвенный покров участка представлен дерново-подзолистой супесчаной почвой, которая подстилается с глубины 30–40 см моренным песком. Химические свойства почвы: pH 5,5–6 (слабокислая), $P_2O_5 = 15$ мг/100 г почвы, $K = 15$ мг/100 г почвы, содержание гумуса – 1,5–2 %. В составе поглощенных катионов – Ca^{2+} , Mg^{2+} , H^+ , Al^{3+} . Степень насыщенности основаниями – 40–60 %.

Схема внесения нитратов – двукратный полив растений в период вегетации насыщенным раствором карбамида (мочевины) (4 г/л при норме 2 мг/л). На стадии формирования зрелых розеток листьев проводился анализ накопления нитратов в вегетативной массе растений при помощи прибора нитратометра рх-150.1, ГОСТ 29270-95, на базе кафедры зоологии и генетики БрГУ им. А. С. Пушкина. Стандартно допустимая норма накопления нитратов для салата – 1500 мг/кг.

Результаты проведенного исследования представлены в таблице. Анализ результатов показал, что салат *Lactuca sativa* L. характеризуется внутривидовым полиморфизмом признаков минерального питания и способностью аккумулировать нитраты. Это видно из таблицы, в которой показан различный уровень накопления нитратов как в контрольных образцах, так и в опытных.

Накопление нитратов в различных сортах салата *Lactuca sativa* L.

№	Сорт	Вариант опыта	Уровень накопления нитратов	
			Хср $\pm$ m, мг/кг	Отклонение от контроля, %
1	Лолла Бионта	Контроль	143,3 $\pm$ 3,9	358,0
		Опыт	655,1 $\pm$ 4,2	
2	Гранатовый сад	Контроль	204,3 $\pm$ 4,0	75,0
		Опыт	357,6 $\pm$ 3,9	
3	Грюнетта	Контроль	143,0 $\pm$ 4,2	106,3
		Опыт	295,1 $\pm$ 3,8	
4	Лолла Росса	Контроль	175,2 $\pm$ 3,1	212
		Опыт	546,4 $\pm$ 4,0	
5	Обжорка	Контроль	140,3 $\pm$ 3,5	105,7
		Опыт	288,3 $\pm$ 4,4	
6	Одесский кучерявец	Контроль	267,0 $\pm$ 3,4	245,3
		Опыт	922,0 $\pm$ 4,0	
7	Гейзер	Контроль	162,3 $\pm$ 3,0	111,7
		Опыт	343,1 $\pm$ 4,0	
8	Дубовый лист красный	Контроль	128,5 $\pm$ 3,3	384,3
		Опыт	620,5 $\pm$ 4,1	
9	Айсберг	Контроль	187,1 $\pm$ 4,0	163,6
		Опыт	493,1 $\pm$ 3,8	
10	Королева лета	Контроль	256,3 $\pm$ 3,0	52,3
		Опыт	143,0 $\pm$ 5,1	

Так, при посеве в почву без внесения нитратов различия в их накоплении между сортами составили 128,5–267,0 мг/кг (соответственно у сортов Дубовый лист красный (ранний, листовой) и Одесский кучерявец (среднеспелый, листовой)). Все сорта салата *Lactuca sativa* L. по чувствительности к накоплению нитратов при естественном питании (контроль, без внесения мочевины) можно представить в виде следующего ряда (здесь и далее знак «>» указывает на достоверное отличие между значениями уровней накопления): Одесский кучерявец = Королева лета > Гранатовый сад > Айсберг > Лолла Росса > Гейзер > Лолла Бионта = Грюнетта = Обжорка > Дубовый лист.

Анализ данных по накоплению нитратов в опытных образцах, представленных в таблице, показал, что уровень накопления нитратов при избыточном внесении в почву мочевины повысился с 288,3 до 922,0 мг/кг, и, следовательно, сорта по уровню их накопления можно представить в виде ряда: Одесский кучерявец > Лолла Бионта > Дубовый лист красный > Лолла Росса > Айсберг > Королева лета > Гранатовый сад = Гейзер > Грюнетта = Обжорка.

Однако проведенный анализ способности аккумулировать нитрат-ионы при их избыточном содержании в почве (отклонение уровня от контроля) показал, что ряд чувствительности несколько иной: Дубовый лист красный (+384,3 % к контролю) > Лолла Бионта (+358 %) > Одесский кучерявец (+245,3 %) > Лолла Росса (+212 %) > Айсберг (+163,6 %) > Гейзер (+111,7 %) = Грюнетта (+106,3 %) = Обжорка (105,7 %) > Гранатовый сад (+75,0 %) > Королева лета (+52,3 %).

Таким образом, у салата *Lactuca sativa* L. среди 10 исследуемых сортов установлена изменчивость в способности усвоения нитратов из почвы. При этом на фоне внесения избыточного количества мочевины в почву у сортов изменялась аккумулятивная способность, которая не была связана со скороспелостью, формой куста или наличием антоциановой окраски. Остается открытым поиск маркерных признаков, указывающих на способность к аккумулятивному избытку нитратов. А для выращивания салата на почвах с повышенным содержанием нитратов можно рекомендовать сорта листового салата Гранатовый сад, Грюнетта и Обжорка, а из кочанных – Королева лета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва: Колос, 1979. – 416 с.
2. Обуховская, Л. В. Влияние различных норм азотных удобрений и ингибиторов нитрификации на накопление нитратов в овощных культурах: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Л. В. Обуховская. – Москва, 1991. – 18 с.
3. Очерет, Н. П. Содержание нитратов в пищевых продуктах и их влияние на здоровье человека / Н. П. Очерет, Ф. В. Тугуз // Вестн. АГУ. – 2018. – № 221, вып. 2. – С. 86–92.

НОВЫЕ РЕГУЛЯТОРЫ РОСТА РАСТЕНИЙ САХАРНОГО ГОРОХА НА ОСНОВЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДНЫХ ПИРИМИДИНА

**И. В. Минаева, В. А. Цыганкова, С. Г. Пильо, С. В. Ключко,
В. С. Броварец**

Отдел № 2 химии биоактивных азотосодержащих гетероциклических
оснований Института биоорганической химии
и нефтехимии имени В. П. Кухаря НАН Украины,
Киев, Украина

Перспективным направлением усовершенствования технологии сельскохозяйственного производства является применение разнообразных химических средств управления биологическими процессами. Использование регуляторов роста растений позволяет повысить качественные характеристики растений и увеличить урожайность сельскохозяйственных культур. Стимулирующие препараты широко применяются для улучшения процессов активации онтогенеза растений, ретарданты – для угнетения вегетации сорняков. Сокращаются затраты на выращивание, увеличивается рентабельность производства, в результате чего сельское хозяйство становится более интенсивным. Поэтому разработка и внедрение новых экологически чистых и эффективных регуляторов роста растений является актуальным направлением современной агробιοтехнологии [1].

В Институте биоорганической химии и нефтехимии (ИБОНХ) им. В. П. Кухаря НАН Украины разрабатывают новые синтетические регуляторы роста растений на основе различных классов низкомолекулярных гетероциклических соединений с биологической активностью, в значительной степени сходной с активностью природных регуляторов роста (фитогормонов). В последние годы сотрудниками группы биологического скрининга ИБОНХ им. В. П. Кухаря НАН Украины проводится скрининг новых эффективных регуляторов роста на важных для сельского хозяйства видах растений (кукуруза, соя, пшеница, ячмень, рожь, горох, фасоль, тыква, салат, огурец, томат, лен и рапс) среди синтетических низкомолекулярных гетероциклических соединений – производных пиридина, пиримидина, пиразолотриазинона, [1,3]оксазоло[4,5-d]пиримидина, изофлавоноидов, фосфорилирован-

ных и N-сульфонилзамещенных 1,3-оксазолов. Проведенные исследования показали, что низкомолекулярные соединения демонстрируют высокую ростостимулирующую активность, причем в диапазоне наномолярных концентраций в водном растворе 10^{-8} – 10^{-12} М, которая либо подобна, либо превышает активность фитогормонов ауксинов (ИУК и НУК), цитокининов (Кинетина и БАП) [2–4]. Благодаря отсутствию токсического эффекта синтетических соединений за счет их применения в низких наномолярных концентрациях, становится возможным предотвратить негативное влияние на окружающую среду и здоровье человека по сравнению с химическими протравителями и применяемыми в настоящее время регуляторами роста растений, которые используются в больших концентрациях и имеют значительные периоды полураспада, а также характеризуются вредными побочными эффектами.

Цель исследований – изучить влияние синтетических низкомолекулярных гетероциклических соединений, производных пиримидина, на рост и развитие растений сахарного гороха на протяжении 32 суток вегетации.

Горох – важная агрономическая однолетняя овощная культура. Ряд преимуществ делают культуру гороха (и сахарного, в частности) очень востребованной и широко выращиваемой: культура достаточно неприхотливая, дает хорошие урожаи, устойчивая к пониженным температурам, чрезмерной влажности и кратковременным засухам, нетребовательная к предшественникам. Горох является ценным высококалорийным продуктом, содержащим множество питательных веществ, макро-, микроэлементов, белков, аминокислот и витаминов. Широко применяется в кулинарии: отличается питательностью, хорошей усвояемостью и отличным вкусом.

Кроме того, горох является лучшим предшественником для многих других сельскохозяйственных культур, повышает плодородие почвы и урожайность в севообороте. Это типичный азотфиксатор, характеризующийся способностью корней поставлять малорастворимые и труднодоступные для злаков минеральные соединения из более глубинных слоев в пахотный слой.

Сахарный горох (*Pisum sativum* L. *conv.* *axiphium* Alef.) – один из подвидов гороха посевного, объединяющий большое количество сортов. Главной отличительной чертой, отличающей сахарные сорта гороха от лущильных, является отсутствие жесткого несъедобного пергаментного слоя на внутренней стороне створок бобов-лопаток, благо-

даря чему его можно употреблять в пищу целиком. Зеленые лопатки сахарных сортов употребляют в пищу вместе с семенами: они очень нежные и сладкие. В сахарном горохе отсутствует токсичный фазин, вследствие чего его можно употреблять в сыром виде.

Тестируемые химические соединения. Поиск новых регуляторов роста сахарного гороха (*Pisum sativum* L. convar. *axiphium* Alef.) был осуществлен среди соединений синтетических производных пиримидина: № 1 – 2-этилсульфанил-6-метилпиримидин-4-ол, № 2 – 6-метил-2-пропилсульфанилпиримидин-4-ол, № 3 – 2-бензилсульфанил-6-метилпиримидин-4-ол, № 4 – 2-изопропил-6-метил-пиримидин-4-ол, № 5 – 4-гидроксипиримидин-2-тиолят натрия, № 6 – 2-метилсульфанилпиримидин-4-ол, № 7 – 2-бензилсульфанилпиримидин-4-ол.

Росторегулирующую активность синтетических соединений, применяемых в концентрации 10^{-7} М, сравнивали с активностью природного экзогенного ауксина ИУК (2-(1*H*-индол-3-ил)уксусная кислота), а также с активностью синтетических регуляторов роста растений, проявляющих подобную ауксинам активность: Метиур (натриевая соль 6-метил-2-меркапто-4-гидроксипиримидина), Каметур (калиевая соль 6-метил-2-меркапто-4-гидроксипиримидина), Ивин (*N*-оксид-2,6-диметилпиридина) и 2,4-Д (2,4-дихлорофенокси)уксусная кислота), применяемых в аналогичной концентрации.

Условия выращивания растений. Проростки сахарного гороха (*Pisum sativum* L. convar. *axiphium* Alef.) выращивали в лабораторных условиях. Проводили предпосевную обработку семян: стерилизацию 1%-ным раствором перманганата калия в течение 5–10 мин (для устранения грибковых заражений), после чего семена промывали 3 раза в отфильтрованной воде и замачивали в течение 24 ч в водных растворах химических соединений в концентрации 10^{-7} М при комнатной температуре (28 °С) в темноте. Контрольный раствор содержал отфильтрованную воду. Обработанные семена высаживали в кюветы с грунтом (по 24 горошины в каждую кювету) и выращивали проростки в световом блоке при температуре 24–25 °С, влажности воздуха 60–80 %, освещении интенсивностью 3000 люкс и 16/8-часовом световом дне в течение 32 суток. После этого измеряли морфометрические параметры 32-суточных растений [5].

Результаты исследований и их обсуждение. Проведенные исследования показали, что производные пиримидина, применяемые в концентрации 10^{-7} М в водном растворе, оказывают подобную ауксину ИУК ростостимулирующую активность на формирование и развитие

корневой системы и рост побегов у растений сахарного гороха (*Pisum sativum* L. *convar. axiphium* Alef.).

Проведенный анализ и статистическая интерпретация полученных в ходе скрининга данных свидетельствуют, что морфометрические показатели 32-суточных растений гороха: масса растения (г), общая масса корня (г), длина побега (мм), длина главного корня (мм), количество боковых корней (шт.), длина боковых корней (мм), количество боковых побегов (шт.), количество листьев (шт.), выращенных с предварительной обработкой семян в 10^{-7} М водном растворе производных пиримидина, превышали аналогичные показатели растений, выращенных на отфильтрованной воде (контроль).

По показателю прироста массы растений наивысшую активность проявили: Метиур – до 49,3 %, 2,4-Д и соединение № 2 – до 28,4 %, соединение № 7 – до 10,5 %, соединение № 6 – до 1,5 % по отношению к контролю. По показателю прироста массы корней наивысшую активность проявили: Метиур – до 86,7 %, 2,4-Д – до 80,0 %, соединение № 2 – до 60,0 %, соединение № 5 – до 40,0 %, Каметур – до 26,7 %, соединение № 7 – до 20 %, соединения № 3 и № 6 – до 13,3 %, Ивин и соединение № 1 – до 6,7 % по отношению к контролю. По показателю прироста длины побегов наивысшую активность проявили: Метиур – до 26,3 %, соединение № 7 – до 7,8 %, Каметур – до 3,2 % и 2,4-Д – до 2,6 % по отношению к контролю. По показателю прироста длины главного корня наивысшую активность проявили: Метиур – до 75,2 %, соединение № 7 – до 24,2 %, 2,4-Д – до 13,7%, соединение № 4 – до 12,8 %, соединение № 6 – до 12,4 %, ИУК – до 3,8 % и соединение № 2 – до 1,3 % по отношению к контролю. По показателю прироста количества боковых корней наивысшую активность проявили: Метиур – до 85,7 %, соединение № 2 – до 53,6 %, соединение № 7 – до 36,9 %, 2,4-Д – до 35,7 %, Ивин – до 23,2 %, ИУК – до 7,1 % по отношению к контролю. По показателю прироста длины боковых корней наивысшую активность проявили: Каметур – до 194,3 %, Метиур – до 109,4 %, соединение № 2 – до 71,7 %, соединение № 4 – до 58,0 %, 2,4-Д – до 50,9 %, соединение № 7 – до 41,5 %, соединение № 6 – до 39,6 %, соединение № 5 – до 28,9 %, Ивин – до 20,8 % и соединение № 1 – до 15,6 % по отношению к контролю. Наивысшую активность по показателю прироста количества листьев на растении проявили: Метиур – до 34,3 %, соединение № 7 – до 21,4 %, Каметур – до 20,0 %, Ивин и 2,4-Д – до 17,1 %, соединение № 2 – до 8,6 % и соединение № 4 – до 5,4 % по отношению к контролю.

Результаты проведенных исследований показали, что при обработке семян растений сахарного гороха (*Pisum sativum* L. *convar. axiphium Alef.*) водными растворами синтетических регуляторов роста: Метиуром, Каметуром, Ивином и 2,4-Д, а также растворами химических соединений – производных пиримидина в низкой, не токсичной для окружающей среды и здоровья человека концентрации 10^{-7} М, значительно улучшаются морфометрические параметры растений на протяжении периода вегетации. Наивысшую регулируемую рост активность проявили следующие синтетические регуляторы роста растений: Метиур, 2,4-Д, Каметур и Ивин, а также химические соединения № 2, 4, 5, 6 и 7; менее выраженную росторегулирующую активность проявили химическое соединение № 1 и ауксин ИУК.

Анализ химической структуры исследованных синтетических соединений позволяет предположить, что наличие определенных боковых заместителей играет важную роль в связывании этих соединений с активными сайтами молекул-мишеней, что обуславливает их высокую росторегулирующую активность. Наивысшую активность проявили следующие химические соединения: соединение № 2, содержащее пропилтиогруппу в положении 2, гидроксильную группу в положении 4 и метильную группу в положении 6; соединение № 4, содержащее изопропилный заместитель в положении 2, гидроксильную группу в положении 4 и метильную группу в положении 6; соединение № 5, являющееся натриевой солью 4-гидроксипиримидин-2-тиолята; соединение № 6, содержащее метилтиогруппу в положении 2 и гидроксильную группу в положении 4; соединение № 7, содержащее бензилтиогруппу в положении 2 и гидроксильную группу в положении 4. Менее выраженную росторегулирующую активность продемонстрировало соединение № 1, содержащее этилтиогруппу в положении 2, гидроксильную группу в положении 4 и метильную группу в положении 6.

Выводы. Полученные результаты подтверждают перспективность применения выбранных синтетических соединений, которые проявили наивысший уровень активности: № 2, 4, 5, 6 и 7 в качестве новых эффективных регуляторов роста растений сахарного гороха. Предложено также практическое использование синтетических регуляторов роста, которые проявляют ауксиноподобную активность, – Метиур, 2,4-Д, Каметур и Ивин – для улучшения ростовых показателей растений сахарного гороха на протяжении периода вегетации, а также для повышения урожайности этой культуры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аналіз масштабів застосування регуляторів росту стимулюючої дії в рослинництві / Ю. М. Марчук [та ін.] // Science without borders – 2018: materials of the XIII international scientific and practical conference. – 2018. – Vol. 9. – P. 42–45.
2. Застосування Івіну, Метіуру та Каметуру для регуляції росту рослин кукурудзи (*Zea mays* L.) сорту Діалог ФАО 300 / В. А. Циганкова [та ін.] // Теоретичні та експериментальні аспекти сучасної хімії та матеріалів: зб. матеріалів доп. учасн. IV Всеукр. наук. конф., 10 квітня 2020 р. – Дніпро, 2020. – С. 158–161.
3. Phytohormone-like effect of pyrimidine derivatives on regulation of vegetative growth of tomato / V. Tsygankova [et al.] // International Journal of Botany Studies. – 2018. – № 3 (2). – P. 91–102.
4. Study of regulating activity of synthetic low molecular weight heterocyclic compounds, derivatives of pyrimidine on growth of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) seedlings / V. A. Tsygankova [et al.] // International Journal of ChemTech Research. – 2019. – Vol. 12, No. 05. – P. 26–38.
5. Plant Physiology: Praktikum / O.V. Voytsehovska [et al.]; ed. T. V. Parshikova. – Lutsk: Teren, 2010. – 420 p.

УДК 633.321:631.559:631.8

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЯЕМЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ

О. И. Мишура, канд. с.-х. наук, доцент

Е. И. Вильдфлуш, ст. науч. сотрудник

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Из многолетних бобовых трав наибольшие площади посева в Беларуси занимают многолетние виды клевера. Доминирующим из них является клевер луговой, или красный, – 400 тыс. га в смесях трав и почти 200 тыс. га в чистом виде. Клевер луговой – наиболее приспособленная культура к погодным и почвенным условиям республики. Посевы клевера лугового при минимальных затратах способны давать до 700 ц/га зеленой массы и 120 ц/га сена.

В настоящее время большое внимание уделяется внедрению энергосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Одним из приемов снижения энергетических затрат и повышения экономической эффективности является использование комплексных удобрений со сбалансированным соотношением элементов питания для конкретных сельскохозяйственных культур.

Разработаны новые формы удобрений в хелатной и органоминеральной форме, эффективность которых значительно выше, чем простых солей. Повысить эффективность применения микроудобрений

можно за счет перевода их в комплексные соединения (хелаты), которые хорошо совместимы с регуляторами роста растений. При этом первостепенное значение имеют регуляторы роста природного происхождения (Экосил, Гуматы и др.), которые имеют преимущества, поскольку они включаются в естественные природные цепи превращений, легко расщепляются до простых химических соединений.

Цель исследований – изучение влияния макро-, микроудобрений и регуляторов роста на урожайность и качество клевера лугового.

Исследования с клевером проводили в 2012–2013 гг. на дерново-подзолистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м моренным суглинком, на территории УНЦ «Опытные поля БГСХА». Почва опытных участков имела слабокислую и близкую к нейтральной реакцию (pH_{KCl} 5,8–6,2), среднее содержание гумуса (1,67–1,71 %), повышенное – подвижного фосфора (202–228 мг/кг), среднее и повышенное – калия (191–213 мг/кг).

Определение агрохимических показателей почвы и качества урожая клевера производили по общепринятым методикам согласно ГОСТу и ОСТу. Экспериментальные данные обработаны методом дисперсионного анализа на ЭВМ. Общая площадь делянки в опытах – 36 м², учетная – 24,7 м², повторность – четырехкратная, способ учета урожая – сплошной, поделяночный. Клевер сорта ТОС высевался сеялкой СПУ-3 под ячмень с нормой высева семян 10 кг/га.

Минеральные удобрения применяли в форме аммонизированного суперфосфата и хлористого калия. Некорневые подкормки клевера проводили микроудобрениями ЭлеГум бор (150 г/л В, 10 г/л гуминовых веществ), ЭлеГум медь (50 г/л Cu, 10 г/л гуминовых веществ), МикроСил бор, медь (40,0 г/л В, 40,0 г/л Cu, 130 г/л N, 30,0 мл/л Экосила), Адоб бор (в одном литре – 150 г бора). ЭлеГум бор, ЭлеГум медь и МикроСил медь, бор вносились в дозе 1 л/га, молибдат аммония (0,08 кг/га) и борная кислота (0,6 кг/га) – в фазе отрастания клевера. Регуляторы роста Эпин в дозе 80 мл/га и Экосил в дозе 50 л/га применялись также в фазе отрастания клевера.

В 2013 г. и в среднем за 2012–2013 гг. на почве, хорошо обеспеченной подвижными формами фосфора и калия, с благоприятной реакцией почвенной среды была получена высокая урожайность клевера лугового, которая составила 664 ц/га зеленой массы, или 139,4 ц/га кормовых единиц (табл. 1).

Таблица 1. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на урожайность клевера лугового

Вариант опыта	Урожайность зеленой массы, ц/га							Среднее за 2 года		
	2012 г.			2013 г.			Среднее за 2012–2013 гг.	Окупаемость 1 кг NPK, кг з/м	Урожайность сухой массы, ц/га	Выход к. ед., ц/га
	1-й укос	2-й укос	Сумма 2 укосов	1-й укос	2-й укос	Сумма 2 укосов				
1. Без удобрений	334	351	685	304	340	644	664	–	141,4	139,4
2. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ в подкормку весной	438	411	849	450	371	821	835	103,0	177,9	175,4
3. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ в подкормку весной + Эпин	451	416	867	443	396	839	853	113,9	181,7	179,1
4. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ в подкормку весной + Экосил	439	422	861	430	387	817	839	105,4	178,8	176,2
5. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + ЭлеГум бор	492	452	944	458	445	903	923	156,0	196,6	193,8
6. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + МикроСил бор, медь	494	460	954	478	472	950	952	172,3	202,8	199,9
7. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ + ЭлеГум медь	357	395	752	491	415	906	829	99,4	176,6	174,1
8. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ в подкормку весной + бор, молибден	496	452	948	468	395	849	895	97,0	190,6	187,9
9. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀ в подкормку весной + Адоб бор	501	458	859	466	441	907	933	162,0	198,7	195,9
НСР ₀₅	15,6	16,2	18,9	19,1	13,2	20,9	18,1	–	–	–

При внесении в подкормку весной $N_{16}P_{60}K_{90}$ урожайность зеленой массы клевера возросла по сравнению с неудобренным контролем на 177 ц/га. Окупаемость 1 кг NPK килограммами зеленой массы в этом варианте опыта составила 103,0 кг. Внесение Эпина и Экосила на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной не обеспечило достоверной прибавки урожайности зеленой массы клевера.

Обработка посевов микроэлементами и комплексными препаратами на основе микроэлементов и регуляторов роста, кроме препарата ЭлеГум медь, обеспечила существенную прибавку урожайности зеленой массы клевера.

Применение Адоб бор на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной увеличило урожайность зеленой массы клевера в среднем за 2012–2013 гг. на 98 ц/га, ЭлеГум бор – на 88, бора и молибдена – на 60, МикроСил бор, медь – на 129 ц/га. Комплексный препарат ЭлеГум медь не способствовал повышению урожайности зеленой массы клевера.

Наиболее высокая урожайность зеленой массы клевера (952 ц/га) и сухой массы (202,8 ц/га) получена в варианте с применением комплексного микроудобрения с регулятором роста МикроСил бор, медь на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной. В этом варианте был максимальным и выход кормовых единиц с 1 га (199,9 ц/га).

Более высоким содержание сырого белка было в вариантах с внесением бора, молибдена (25,52 %) и Адоб бора (25,06 %) на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной. Наибольшим выход сырого белка (5,05 т/га) был в варианте с внесением МикроСил бор, медь и в варианте Адоб бор (4,97 т/га) на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной (табл. 2).

Таблица 2. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на качество клевера лугового (среднее за 2012–2013 гг.)

Вариант опыта	Сырой белок, %	Выход сырого белка, т/га	Выход переваримого протеина, т/га	Обеспеченность к. ед. переваримым протеином, г
1	2	3	4	5
1. Без удобрений	23,14	3,27	1,96	140,6
2. $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной	24,03	4,27	2,56	146,0
3. $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной + Эпин	24,75	4,49	2,69	150,2
4. $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной + Экосил	24,53	4,38	2,62	147,0
5. $N_{16}P_{60}K_{90}$ + ЭлеГум бор	24,93	4,90	2,94	151,7

1	2	3	4	5
6. $N_{16}P_{60}K_{90}$ + МикроСил бор, медь	24,93	5,05	3,03	151,6
7. $N_{16}P_{60}K_{90}$ + ЭлеГум медь	24,59	4,34	2,60	149,3
8. $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной + бор, молибден	25,52	4,86	2,92	155,9
9. $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной + Адоб бор	25,06	4,97	2,98	152,1
НСР ₀₅	3,19	—	—	—

С учетом коэффициента переваримости был рассчитан выход переваримого протеина. Максимальным он был при применении $N_{16}P_{60}K_{90}$ + МикроСил бор, медь (3,03 т/га), а также в вариантах с применением ЭлеГум бор, Адоб бор, молибдена и бора на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ (2,92–2,98 т/га).

Обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином в удобряемых вариантах опыта возросла по сравнению с неудобренным контролем. Максимальных значений (155,9 г) она достигла в варианте с внесением бора и молибдена на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной и была больше по сравнению с неудобренным контролем на 15,3 г. Несколько ниже обеспеченность 1 кормовой единицы граммами переваримого протеина была в вариантах с применением препарата ЭлеГум бор и микроудобрения Адоб бор на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной, в которых составила 151,7 и 152,1 г (см. табл. 2).

Таким образом, оптимальной системой удобрения клевера лугового было применение $N_{16}P_{60}K_{90}$ в подкормку весной + МикроСил бор, медь в некорневую подкормку в фазе отрастания клевера, при котором урожайность зеленой массы составила 952 ц/га, содержание сырого белка – 24,93 %, обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином – 151,6 г.

УДОБРЕНИЯ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ПИВОВАРЕННОГО ЯЧМЕНЯ

О. И. Мишура, канд. с.-х. наук, доцент

Е. И. Вильдфлуш, ст. науч. сотрудник

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Сырье хорошего качества для пивоваренной промышленности можно получить при выполнении всего комплекса научно обоснованных приемов его возделывания с учетом зональных особенностей отдельных районов.

Цель исследований – изучение эффективности новых форм минеральных и бактериальных удобрений, регуляторов роста растений. Исследования проводились на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, подстилаемой с глубины 1 м моренным суглинком, в 2011–2013 гг. с пивоваренным ячменем сорта Бровар, который высевался с нормой высева 5,0 млн семян/га. Общая площадь делянки – 36 м², учетная – 24,7 м², повторность – четырехкратная.

В опытах применялись карбамид, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий, КАС, новое комплексное АФК-удобрение формы 10-19-25 с 0,25 % Cu и 0,2 % Mn для пивоваренного ячменя.

Некорневые подкормки пивоваренного ячменя в фазе начала выхода в трубку проводились жидким комплексным удобрением Эколист-3 (N – 10,5 %, K₂O – 5,1 %, MgO – 2,5 %, B – 0,38 %, Cu – 0,45 %, Fe – 3,07 %, Mn – 0,05 %, Mo – 0,0016 %, Zn – 0,14 %) в дозе 3 л/га, комплексными препаратами на основе микроэлементов и регуляторов роста: Фитовитал (водорастворимый концентрат, д. в.: янтарная кислота – 5 г/л; сопутствующие компоненты: комплекс микроэлементов – Mg, Cu, Fe, Zn, B, Mn, Mo, Co, Li, Br, Al, Ni) в дозе 0,6 л/га и Микро-Стим-Медь Л (медь – 78 г/л, азот – 65 г/л, гуминовые вещества 0,6–5,0 мг/л) в дозе 1 л/га. В фазе начала выхода в трубку на ячмене проводилась обработка регулятором роста Экосил в дозе 50 мл/га.

Семена ячменя обрабатывали бактериальным препаратом Ризобактерин из расчета 200 мл на гектарную порцию семян.

Почва опытных участков с ячменем имела слабокислую реакцию (pH_{KCl} 5,7–6,0), среднее содержание гумуса (1,66–1,70 %), повышенное содержание подвижного фосфора (186–225 мг/кг), среднее и повы-

шенное содержание подвижного калия (186–240 мг/кг), среднюю обеспеченность подвижной медью (1,7–2,2 мг/кг) и низкую – подвижным цинком (1,7–2,3 мг/кг).

В среднем за 2011–2013 гг. урожайность зерна ячменя по сравнению с неудобренным контролем при применении $N_{16}P_{60}K_{90}$, $N_{60}P_{60}K_{90}$ и $N_{90}P_{60}K_{90}$ возросла на 3,7, 12,2 и 16,8 ц/га соответственно (табл. 1).

Таблица 1. Влияние макро- и микроудобрений, регуляторов роста и биопрепарата на урожайность зерна ячменя

Вариант опыта	Урожайность, ц/га				Окупаемость 1 кг НРК, кг зерна, среднее за 3 года
	2011 г.	2012 г.	2013 г.	Средняя за 3 года	
1. Без удобрений	26,3	28,1	29,0	27,8 (28,6*)	–
2. $N_{16}P_{60}K_{90}$	28,7	32,1	33,8	31,5	2,2
3. $N_{60}P_{60}K_{90}$	33,5	38,4	48,0	40,0 (43,2*)	5,8 (7,0*)
4. $N_{90}P_{60}K_{90}$	41,1	42,8	50,0	44,6 (46,4*)	7,0
5. $N_{60}P_{60}K_{90}$ (АФК-удобрение формы 10-19-25 с Cu и Mn)	–	46,8	53,6	50,2*	10,3*
6. $N_{90}P_{60}K_{90}$ + Экосил в фазе начала выхода в трубку	46,4	44,8	50,8	47,3	8,1
7. $N_{60}P_{60}K_{90}$ + N_{30} КАС в фазе начала выхода в трубку	44,7	43,3	48,3	45,4	7,3
8. $N_{60}P_{60}K_{90}$ + N_{30} карбамид в фазе начала выхода в трубку	46,1	45,2	51,1	47,5	8,2
9. $N_{60}P_{60}K_{90}$ + N_{30} КАС с Экосилом в фазе начала выхода в трубку	48,1	45,9	52,5	48,8	8,8
10. $N_{60}P_{60}K_{90}$ + N_{30} карбамид + МикроСтим-Медь Л в фазе начала выхода в трубку	51,5	54,6	59,5	55,2	11,4
11. $N_{60}P_{60}K_{90}$ + N_{30} карбамид в фазе начала выхода в трубку + Эколист-3	45,6	47,9	51,9	48,5	8,6
12. $N_{60}P_{60}K_{90}$ + N_{30} карбамид + Фитовитал в фазе начала выхода в трубку	50,2	50,3	58,0	52,8	10,4
13. $N_{90}P_{80}K_{130}$ + N_{30} карбамид в фазе начала выхода в трубку + МикроСтим-Медь Л	52,0	53,5	57,0	54,2	8,0
14. $N_{16}P_{60}K_{90}$ + Ризобактерин	33,3	34,9	38,7	35,6	–
НСР ₀₅	1,6	1,9	2,4	1,2	–

*Среднее за 2012–2013 гг.

Обработка посевов пивоваренного ячменя регулятором роста Эко-сил по сравнению с вариантом $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ КАС увеличила урожайность зерна на 3,4 ц/га и на фоне $N_{90}P_{60}K_{90}$ – на 2,7 ц/га.

Под влиянием бактериального препарата Ризобактерин на фоне $N_{16}P_{60}K_{90}$ урожайность зерна ячменя в среднем за 3 года возросла на 4,1 ц/га.

В среднем за 3 года максимальная урожайность ячменя (52,8–55,2 ц/га) была получена в вариантах с применением комплексных препаратов на основе микроудобрений и регуляторов роста МикроСтим Медь Л на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ карбамид, МикроСтим-Медь Л на фоне $N_{90}P_{80}K_{130} + N_{30}$ карбамид и Фитовитал на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ карбамид.

Жидкое комплексное удобрение Эколист-3 в среднем за 3 года не повысило урожайность зерна ячменя по сравнению с фоновым вариантом $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ карбамид (см. табл. 1).

Внесение комплексного АФК-удобрения формы 10-19-25 с Cu, Mn на фоне $N_{60}P_{60}K_{90}$ способствовало в среднем за 2012–2013 гг. повышению урожайности зерна на 7,0 ц/га по сравнению с применением карбамида, аммофоса и хлористого калия в эквивалентных ($N_{60}P_{60}K_{90}$) дозах (см. табл. 1).

Содержание сырого белка в зерне пивоваренного ячменя в большинстве вариантов опыта по годам исследований находилось в допустимых пределах ГОСТа и не превышало 12 %. Содержание сырого белка было ниже в вариантах без внесения удобрений, с внесением небольших доз азота ($N_{16}P_{60}K_{90}$) и инокуляцией семян ячменя Ризобактерином. Наибольшее накопление сырого белка в зерне было при применении комплексного препарата МикроСтим-Медь Л на фоне $N_{90}P_{80}K_{130} + N_{30}$ карбамид и регулятора роста Фитовитал на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ карбамид в фазе начала выхода в трубку. Следует отметить, что накопление сырого белка в зерне пивоваренного ячменя свыше допустимых 12 % было только в 2013 г. в нескольких вариантах опыта. Наибольших величин (13,2–13,3 %) оно достигало в варианте с применением препаратов Фитовитал на фоне $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ и МикроСтим-Медь Л на фоне $N_{90}P_{80}K_{130} + N_{30}$ (табл. 2).

Таблица 2. Влияние минеральных, бактериальных удобрений и регуляторов роста на качество урожая пивоваренного ячменя (среднее за 2011–2013 гг.)

Вариант опыта	Цвет	Запах	Состояние	Влажность, %	Сырой белок, %	Сорная примесь, %	Зерновая примесь, %	Мелкие зерна, %	Крупность, %	Способность прорастания, %	Жизнеспособность, %	Зараженность вредителями хлебных злаков
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. Без удобрений	Светло-желтый	Свойственный нормальному зерну ячменя (без затхлого, солодового, плесневого и посторонних запахов)	Здоровый, негреющийся	14,2	9,0	1,5	3,3	6,1	72	98	94	Нет
2. N ₁₆ P ₆₀ K ₉₀	Светло-желтый			14,0	8,9	1,5	3,0	6,2	72	99	95	
3. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	Светло-желтый			14,3	9,3 9,6*	1,5	3,2	6,3	72	98	96	
4. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	Серовато-желтый			14,2	10,4 10,7*	1,5	3,3	6,1	72	98	95	
5. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ (АФК-удобрение формы 10-19-25)	Светло-желтый			14,2	7,1	1,5	3,2	6,3	73	97	97	
6. N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + Эко-сил в фазе начала выхода в трубку	Серовато-желтый			14,2	10,2	1,5	3,3	6,3	72	98	96	
7. N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ + N ₃₀ КАС в фазе начала выхода в трубку	Серовато-желтый			14,3	9,9	1,4	3,2	6,2	72	97	96	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8. $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ карбамид в фазе начала выхода в трубку	Серовато- желтый	Свойственный нормальному зерну ячменя (без захламо, плесневого и посторонних запахов)	Здоровый, негнущийся	14,0	10,6	1,5	3,2	6,3	73	99	96	
9. $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ КАС с Экосилом в фазе начала выхода в трубку	Светло- желтый			14,0	10,5	1,5	3,3	6,3	73	98	95	
10. $N_{60}P_{70}K_{90} + N_{30}$ карбамид + Микро- Стим-Медь Лв фазе начала выхода в трубку	Серовато- желтый			14,3	11,0	1,4	3,2	6,1	72	98	95	Нет
11. $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ карбамид в фазе начала выхода в трубку + Эколист-3	Светло- желтый			14,3	10,5	1,4	3,2	6,4	73	98	96	
12. $N_{60}P_{60}K_{90} + N_{30}$ карбамид + Фито- витал в фазе начала выхода в трубку	Светло- желтый			14,7	11,0	1,5	3,2	6,3	72	98	96	
13. $N_{90}P_{80}K_{130} + N_{30}$ карбамид в фазе начала выхода в трубку + Микро- Стим-Медь Л	Светло- желтый			14,2	11,0	1,5	3,0	6,1	72	98	94	
14. $N_{16}P_{60}K_{90} + \text{Ри-}$ зобактерин	Светло- желтый			14,2	9,7	1,5	3,2	6,3	72	99	96	

*Среднее за 2012–2013 гг.

**БИОТЕСТИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭПИКАСТАСТЕРОНА
И ЕГО КОНЬЮГАТОВ С КИСЛОТАМИ
НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ
ФЕСТУЛОЛИУМА**

В. С. Нестерук, студент

А. П. Колбас, канд. биол. наук, доцент

УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»,
Брест, Республика Беларусь

Актуальность. В связи с необходимостью обеспечения продуктами питания увеличивающегося населения земли актуальным становится вопрос повышения продуктивности растений. Одним из возможных вариантов является применение регуляторов роста растений класса брассиностероидов (БС) [2]. Основным преимуществом БС является то, что они не влияют на окружающую среду, поскольку действуют в малых дозах естественным образом. БС обладают биологической активностью и способны воздействовать на физиологические процессы в растениях, усиливая их рост [1].

Цель исследований – оценить влияние предпосевной обработки эпикастастероном и его конъюгатами с кислотами на морфометрические параметры фестулолиума.

Материалы и методика исследований. Растения подвергали предпосевной обработке гормонами по следующей схеме: семена (по 25 шт.) предварительно замачивали в течение 5 ч в растворах росторегуляторов, проявивших биологическую активность в предыдущих опытах на семенах: эпикастастерон (ЭК) в концентрации 10^{-7} и 10^{-11} М и его конъюгаты с кислотами S23 и S31 в концентрациях 10^{-9} и 10^{-7} М соответственно. В качестве контроля использовалась дистиллированная вода.

После этого семена были высеяны в горшки (0,5 л) и помещены в фитотрон Центра экологии со следующими условиями: световой режим – 14 ч, освещение – $150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, температура – 25 °С (день) и 22 °С (ночь), относительная влажность – 65 %. Горшки были расставлены в рандомизированном порядке, при этом поддерживалась постоянная влажность почвы. Растения были собраны через 1 месяц, на стадии полного развития второй пары настоящих листьев. Все варианты были заложены в четырех повторностях.

Определяли количество выживших проростков, измеряли длину корней и стеблей. Также были определены воздушно-сухие массы органов.

Результаты исследований и их обсуждение. Анализ данных показал, что достоверное положительное влияние на рост побегов оказал ЭК в концентрации 10^{-7} М (длина была больше на 7,2 %, масса – на 37,7 % по сравнению с контролем). В то же время выявлено достоверное уменьшение массы корня после обработок ЭК в концентрации 10^{-7} М и его конъюгатами с кислотами S23 и S31 в концентрациях 10^{-9} и 10^{-7} М (на 50,7, 67,4 и 59,4 % соответственно) (таблица).

Влияние эпикастерона и его конъюгатов на морфометрические параметры

Вариант опыта	Корень		Побег	
	Значение	% относительно контроля	Значение	% относительно контроля
Длина (мм)				
Контроль	53,5 ± 2,67		285,8 ± 7,67	
ЭК 10^{-11} М	58,2 ± 3,65	8,8	290,3 ± 6,74	1,6
ЭК 10^{-7} М	52,8 ± 3,17	–1,5	306,4 ± 7,34*	7,2
S23 10^{-9} М	48,4 ± 4,05	–9,6	296,7 ± 9,40	3,8
S31 10^{-7} М	47,8 ± 4,34	–10,7	271,3 ± 10,28	–5,1
Масса (мг)				
Контроль	115,0 ± 6,45		590,0 ± 68,9	
ЭК 10^{-11} М	96,7 ± 28,48	–15,9	517,5 ± 97,4	–12,3
ЭК 10^{-7} М	56,7 ± 3,33*	–50,7	712,5 ± 53,3*	37,7
S23 10^{-9} М	37,5 ± 7,50**	–67,4	530,0 ± 28,3	–25,6
S31 10^{-7} М	46,7 ± 3,33*	–59,4	520,0 ± 35,1	–1,9

*Достоверно при $P \leq 0,1$; **при $P \leq 0,05$.

Заключение. Таким образом, из протестированных веществ и концентраций для фестулолиума максимальным ростостимулирующим эффектом и, как следствие, достоверным положительным воздействием на рост побегов обладает ЭК в концентрации 10^{-7} М. Также было выявлено достоверное ингибирующее действие ЭК в концентрации 10^{-7} М и его конъюгатов с кислотами S23 и S31 в концентрациях 10^{-9} и 10^{-7} М.

Работа выполнена в рамках проекта «Оценка влияния природных брассиностероидов и их конъюгатов с кислотами на морфометрические и физиолого-биохимические параметры сельскохозяйственных и декоративных растений»», 2021–2025 гг. (№ ГР 20211450 от 20.05.2021).

ЛИТЕРАТУРА

1. Биологическая активность brassinостероидов и стероидных гликозидов / С. Э. Кароза [и др.]; под общ. ред. С. Э. Карозы; Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина. – Брест: БрГУ, 2019. – 263 с.

2. Ходянков, А. А. Эпикастерон – новый отечественный регулятор роста для льна масличного / А. А. Ходянков // Вестн. БГСХА. – 2019. – № 2. – С. 154–156.

УДК 630.2:581

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ В ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКАХ

Р. Б. Нурлыгаянов, д-р с.-х. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»,
Уфа, Российская Федерация

Одним из способов эффективного лесовосстановления и лесоразведения является искусственный метод. В настоящее время большой интерес вызывает создание искусственных насаждений в различных ландшафтах и в заповедных зонах. Питомник, предназначенный для выращивания лесного посадочного материала, называется лесным питомником. Под питомником подразумевается предприятие или специализированная его часть, предназначенная для выращивания посадочного материала. Лесной питомник – это земельный участок, где ведется специализированное хозяйство по выращиванию посадочного материала для воспроизводства лесных ресурсов в государственном лесном фонде, для защищенного лесоразведения на землях сельскохозяйственного назначения, для озеленения, рекультивации земель и др. В лесных питомниках хозяйство должно быть организовано так, чтобы выход посадочного материала из года в год возрастал, а его качество повышалось. Для успешного выполнения плана выращивания посадочного материала исключительно большое значение имеют правильные севообороты и комплексная механизация всех видов работ в лесных питомниках, рациональное использование минеральных удобрений, сохранение плодородия почвы для последующих посадок. Лесные питомники призваны не только сыграть роль в снабжении посадочным материалом массовых работ по восстановлению лесов, озеленению дорог и населенных пунктов, но и развивать малое предпринимательство на местах, обеспечить трудоустройством местное население, источником дохода.

В лесном хозяйстве различают питомники постоянные и временные. *Постоянные питомники* организуются на продолжительный срок; в них выращивают посадочный материал для облесительных работ в районе деятельности питомника, для массовых работ по озеленению дорог и населенных пунктов и для закладки садов (в помощь плодовым питомникам).

Лесной биоценоз, в том числе лесной питомник как представитель единой составляющей части биосферы планеты, активно принимает участие в глобальном круговороте веществ. В лесном питомнике происходит большой вынос элементов минерального питания с реализацией саженцев (хозяйственный вынос). В целях повышения плодородия почвы, возврата элементов минерального питания для получения здоровых полноценных саженцев следующего оборота требуется разработка системы удобрения лесного питомника. Система удобрения регулирует баланс питательных веществ в почве, оптимизирует минеральное питание возделываемых культур. Система удобрения – это комплекс организационно-хозяйственных и агротехнических мероприятий по накоплению и рациональному применению органических и минеральных удобрений с учетом конкретных почвенно-климатических и экономических условий [1–3].

Удобрение растений в питомнике – одно из важнейших агротехнических мероприятий, направленное на повышение плодородия почвы, улучшение минерального питания посадочного материала и увеличение его выхода с единицы площади.

Систему удобрений в лесном хозяйстве можно представить в виде следующей схемы (табл. 1).

Таблица 1. Система удобрения в лесном хозяйстве

План организационно-хозяйственных мероприятий	План химической мелиорации	План применения удобрений
1	2	3
1. Агрохимический анализ почвы, установление количества доступного запаса элементов минерального питания	1. Известкование	1. Виды
2. Накопление и хранение органических удобрений	2. Фосфоритование	2. Дозы
3. Приобретение и хранение минеральных удобрений	3. Гипсование	3. Формы

1	2	3
4. Строительство складов для хранения минеральных удобрений		4. Сроки
5. Степень механизации		5. Способы внесения с учетом содержания питательных веществ в почве, с учетом выноса элементов питания в зависимости использования лесных культур
6. Организация оплаты труда		

Основные задачи системы удобрений в лесных питомниках:

- получение высоких приростов лесных культур в питомниках размножения;
- систематическое повышение плодородия почвы для интенсивного выращивания саженцев;
- высокая экономическая оплата единицы применяемого удобрения в обеспечение наивысшей прибыли производства и производительности труда, снижения себестоимости производимой продукции [4].

В основном в севообороте лесного питомника закладывают 1 или 2 поля для подготовки почвы на посев семян будущих саженцев (сеянцев). Например, если в питомнике планируют реализовать саженцы сосны пятилетним возрастом, то площадь питомника должна быть разделена на 6 или 7 полей.

В первую очередь оптимизируют показатель pH (кислотность почвы по биологическим особенностям возделываемой культуры). Оптимальный показатель pH позволит рационально использовать элементы минерального питания лесными культурами.

Следующим этапом является расчет доступного количества элементов минерального питания по агрохимическим показателям почвы (табл. 2).

Таблица 2. Расчет запаса элементов питания в почве

Элемент	В почве, мг/кг	В пахотном слое, кг/га	Усвояемость, %	Доступное количество, кг/га
N	35,0	105,0	60	63,0
P ₂ O ₅	109,0	327,0	20	65,4
K ₂ O	128,0	384,0	40	153,6

При расчете потребности в элементах минерального питания используют вынос питательных веществ сеянцами, впоследствии саженцами на 1 га в течение выращивания в питомниках. Для условий южной лесостепной зоны Республики Башкортостан норма плотности растений на 1 га составляет 1,5 млн. шт. Здесь можно использовать справочные данные о выносе по годам роста на 1 га. В первый год сеянцы используют элементы минерального питания меньше, чем в последующие годы. Это связано с тем, что в первые периоды роста и развития проростки сеянцев используют элементы питания из семени и только после всходов начинается фотосинтез и усвоение элементов питания из почвы. На второй год у сеянцев древесных культур повышается потребность в элементах питания в два и более раза. В дальнейшем данный уровень остается почти неизменным. Несмотря на наличие доступных элементов питания в почве, для растений необходимо больше фосфора, так как элемент трудно усваивается корнями молодых растений. Поэтому рекомендуется внесение в рядки при посеве с семенами фосфора в количестве 10–15 кг д. в/га. У двухлетних сеянцев повышается потребность в элементах минерального питания. Так, на второй год роста и развития у сеянцев сосны усвоение азота повышается до 140 кг/га, фосфора – до 54 кг/га, калия – до 136 кг/га. В последующие годы усвоение элементов питания остается на данном уровне с небольшими вариациями (табл. 3).

Таблица 3. **Вынос питательных веществ сеянцами в лесных школах, кг/га (по В. С. Шумакову, Е. П. Федоровой, 1970)**

Древесная порода	Среднее число растений	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Однолетние сеянцы				
Ель, сосна, пихта, бук, дуб летний, ясень	8,0–2,476	50–74	16–31	22–59
Двухлетние сеянцы				
Ель, сосна, пихта, бук, дуб летний, ясень	5,832–0,92	74–147	25–54	41–136
Трехлетние перешколенные сеянцы				
Ель, пихта, бук, дуб летний, ясень	1,2–0,7	71–127	23–52	34–125
Четырехлетние перешколенные сеянцы				
Ель, пихта, бук, дуб летний	1,15–0,475	112–235	45–91	72–138

По результатам многочисленных исследований установлен средний вынос элементов питания за вегетационный период на 1 га годового прироста древесной массы. Например, сосна на формирование древес-

ной массы за вегетационный период выносит до 80 кг/га азота, фосфора – до 40 кг/га, калия – до 50 кг/га. Для ели – соответственно 50, 25, 50, кг/га, т. е. для каждой лесной культуры характерен свой определенный вынос. Расход элементов минерального питания для создания годичного прироста рекомендуется использовать при разработке системы удобрения по нормативным методам расчета. Вынос элементов минерального питания по годичному приросту за вегетационный период в зависимости от плотности насаждений на 1 га представлен в табл. 3.

Оптимальное минеральное питание и соответствующая азотная подкормка (азот в условиях Южного Урала всегда является лимитирующим фактором, в результате снижается фотосинтетическая деятельность) увеличивают сохранность и продуктивность молодых сеянцев лесных культур. Возможно, в приведенных исследованиях на увеличение в двукратном объеме посадочного материала повлияли другие факторы (качество семенного материала, микрорельеф и др.). Сохранность сеянцев в зависимости от минерального питания может повышаться на уровне 60–70 %. В нашем проекте мы предлагаем на уровне 30–40 %, т. е. минимальное количество. Баланс питательных веществ (приход – расход) для сеянцев сосны до пяти лет в лесном питомнике представлен в табл. 4.

Таблица 4. Баланс элементов питания по годам вегетации

Год	Показатели	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1-й год роста	В почве	95,4	656,6	165,8
	Вынос	70	30	50
	Остаток на предстоящий год	25,4	36,6	115,8
2-й год роста	Остаток от прошлого сезона	25,4	36,6	115,8
	Ежегодная минерализация	63,0	65,4	153,6
	Вынос	140	50	130
	Остаток на предстоящий год	–51,6	+52,0	139,4
3-й год роста	Остаток от прошлого сезона	–51,6	+52,0	139,4
	Ежегодная минерализация	63,0	65,4	153,6
	Вынос	120	50	130
	Остаток на предстоящий год	–108,6	67,4	163,0
4-й год роста	Остаток от прошлого сезона	–108,6	67,4	163,0
	Ежегодная минерализация	63,0	65,4	153,6
	Вынос	120	50	120
	Остаток на предстоящий год	–165,6	82,8	196,6

Таким образом, в нашем примере на пятый год использования почв питомника дефицитным остается азот – 165,6 кг/га, с запасом фосфор –

на 82,8 кг/га и калий – 196,6 кг/га. Дефицит азота будет ограничивать рост и развитие сеянцев. Дефицит не означает, что сеянцы гибнут, но существенно сократится интенсивность фотосинтеза и поступление элементов минерального питания из почвы. Растения будут со слабо-развитой корневой системой и слабым формированием кроны надземной массы. Поэтому необходимо разрабатывать систему удобрения для питомника с полным обеспечением элементами питания. Необходимо проводить подкормку азотными удобрениями как прикорневую, так и листовую.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев, В. Б. Влияние систем удобрения и способов обработки почвы на экономическую эффективность возделывания сельскохозяйственных культур / В. Б. Воробьев, Я. У. Яроцкий // Вестн. БГСХА. – 2018. – № 2. – С. 88–92.
2. Цыганов, А. Р. Биофизические основы рациональных способов внесения минеральных удобрений: монография / А. Р. Цыганов, А. М. Гордеев, И. Р. Вильдфлуш. – Горки: БГСХА, 2006. – 303 с.
3. Победов, В. С. Справочник по удобрениям в лесном хозяйстве / В. С. Победов, И. М. Булавик, Е. А. Лебедев. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 172 с.
4. Победов, В. С. Применение удобрений в лесных питомниках Белоруссии: рекомендации / В. С. Победов. – Минск, 1972. – 56 с.
5. Шумаков, В. С. Применение минеральных удобрений в лесу / В. С. Шумаков, Е. Л. Федорова. – Москва: Лесн. пром-сть, 1970. – 89 с.

УДК 631.8.63.5

ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕЛЕННЫХ УДОБРЕНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

Р. Б. Нурлыгаянов, д-р с.-х. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»,
Уфа, Российская Федерация

И. Р. Нурлыгаянова, бакалавр
ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства
и государственной службы», Московский филиал,
Красногорск, Российская Федерация

Десять тысяч лет назад *Homo sapiens* – кроманьонец совершил «неолитическую революцию», которая завершилась переходом от собирательства и охоты к земледелию. По словам В. И. Вернадского (1970), «открытие земледелия, сделанное более чем за 600 поколений

до нас, решило все будущее человечества» [1]. Многие исследователи считают, что древний человек перешел к земледелию в поисках хлеба насущного, вынуждаемый необходимостью поиска резервов охотничьей фауны, ростом населения. Человек рано познал особенности почв, климата и ландшафта. Феофраст в своих сочинениях упоминал о важности навоза в повышении плодородия почвы и продуктивности культурных растений. О значении бобовых культур вики, люцерны и люпина писал Варрон.

С развитием человеческого общества учения о почвах и питании растений развивались еще больше. Удобрение почв, по данным Н. Я. Бачурина, пишет И. А. Крупенников (1981), в Китае практиковалось задолго до нашей эры. Здесь из-за нехватки земли держали мало скота, соответственно был небольшой выход навоза для удобрения полей. Поэтому китайцы изобрели разные другие «навозы», а именно «травяной, хлебный, огневой, тинный». «Травяной навоз» представлял собой компост скошенной травы с почвой. «Хлебный» – подпахивание бобов и ячменя в почву и т. д. [3]. Так началось использование зеленых растений в качестве сидерата, или удобрения для повышения плодородия почвы и продуктивности культурных растений.

О важности использования зеленых удобрений в земледелии всегда напоминал Д. Н. Прянишников, особенно на тех местах, куда невозможно было вывозить навоз, возделывать многолетние травы и отмечался дефицит минеральных удобрений. Особенно актуальным использование зеленых удобрений стало в 1930-е гг., когда в стране вместо мелких крестьянских владений появились огромные колхозные и совхозные поля. В условиях ведения интенсивных технологий производство продукции растениеводства с высоким качеством невозможно без применения удобрений [2]. Здесь ведущее место принадлежит сочетанию сидератов в системе удобрения.

Кафедра агрохимии была организована в первые годы создания БСХИ (1930). Первым заведующим кафедрой был назначен выпускник Тимирязевской академии, ученик академика Д. Н. Прянишникова Ю. А. Усманов. Он же был избран первым деканом агрономического факультета института. С первых дней работы коллектив кафедры приступил к изучению местных удобрений. Необходимо было доказать эффективность минеральных, органических и известковых удобрений, разработать приемы их внесения. В те годы минеральные удобрения хозяйствам поступали в ограниченном количестве, так как заводы по производству минеральных удобрений в СССР только начали строить.

В колхозе имени Кагановича Мишкинского района в результате применения навозного удобрения и подкормки навозом, разбавленным водой, на площади 32 га был получен урожай зерна озимой ржи 23 ц/га. В то же время на неудобренной площади данный показатель составил 17 ц/га.

Одним из важнейших источников азота являлся навоз. На навоз, как на ценнейшее местное удобрение, должно быть обращено особо серьезное внимание: организация в колхозах правильных способов хранения и накопления навоза, соблюдение необходимых правил при вывозке его на поля и при запашке в почву.

Однако по данным Министерства сельского хозяйства БАССР, количество вывезенного на поля навоза в Башкирии обеспечивало каждый гектар пашни всего лишь 3,5–4,0 т, что в пересчете на азот составило 18–20 кг/га. Это составляло небольшую долю от общей потребности почв в азоте. Поэтому, наряду с навозом, необходимо было использовать в качестве источника азота иные местные органические удобрения: торф, компост и другие вещества, содержащие азот. Отметим, что в те годы успешно проводилась трансформация азота на поля через животных из естественных сенокосов и пастбищ. Азот лугов в виде зеленой массы и сена использовали на корм животным. Прошедший через скотный двор навоз вывозили в полевой севооборот, однако это составляло малую часть азота, взятого с полей обратно как хозяйственный вынос.

По подсчетам ученых кафедры было установлено, что вынос азота за ротацию 8–10-польного севооборота с 1 га при средних урожаях составил не менее 400–500 кг, т. е. в 20 раз и более меньше вносимого с навозом. При этих условиях забота об изыскании дополнительных ресурсов азота стала неотложной задачей. Издавна известно, что обогащение почв азотом связано с введением в практику посевов бобовых трав на зеленое удобрение. Бобовые травы, использующие при помощи клубеньковых бактерий азот почвенного воздуха, являлись «даровыми заводами азотных удобрений».

Как известно, зеленое удобрение представляет собой прием, при котором то или иное растение, обычно из числа бобовых, в период наибольшего накопления органического вещества запахивается в почву. Наиболее часто в качестве зеленого удобрительного растения возделывались различные люпины и донник. Зеленое удобрение по количеству органической массы, образуемой за лето, вполне заменяет нор-

му навозного удобрения. Как известно, люпин на сидерат использовали древние римляне и греки, а китайцы – рапс.

Изучение вопросов влияния зеленого удобрения на урожайность полевых культур в условиях Башкирии впервые началось на кафедре агрохимии Башсельхозинститута в 1934 г. Были заложены опыты с зеленым удобрением в пару. В качестве сидерата использовали синий узколистный люпин. Опыты проводились полевым методом в колхозах «Ленинский Октябрь», «Первое мая» Бирского района БАССР. Результаты этих опытов оказались положительными. Люпин, запаханный в пару, повысил урожайность озимой ржи в колхозе «Ленинский Октябрь» на 2,1 ц/га, в колхозе «Первая мая» – на 6,6 ц/га [5].

В 1937–1940 гг. проводились работы по разработке агротехники синего люпина. Выявлены сроки, способы, нормы посева, глубина заделки семян, приемы инокуляции и т. д. В 1937–1945 гг. проводились опыты в лесостепной зоне Башкирии в условиях учхоза БСХИ с озимой рожью, в которых были получены данные, показывающие отрицательное влияние зеленого удобрения, запаханного в пару, на урожай озимой ржи. Это, видимо, связано с разложением зеленого удобрения микроорганизмами, которые используют на формирование своего тела часть минерализованного азота почвы, происходит иммобилизация азота. В дальнейшем этот азот будет использован растениями, но для последующих культур в севообороте.

В 1945–1950-х гг. в опытах кафедры агрохимии были получены положительные результаты влияния зеленого удобрения на урожай яровой пшеницы, идущей по сидеральному пару. В данном случае была получена прибавка урожайности яровой пшеницы до 7,3 ц/га по сравнению с яровой пшеницей, идущей после озимой ржи.

Опыты с люпиновым зеленым удобрением проводились на Бирском опытном поле в 1939–1940 гг. с озимой рожью научным сотрудником В. Д. Лебедевым. В этих опытах люпин снизил урожай озимой ржи. Затем опыты с зеленым удобрением были повторены в 1949–1950 гг. В опыте 1949 г. отмечено положительное влияние люпина в пару под рожь. Прибавка урожайности озимой ржи составляла от многолетнего люпина 4,6 ц/га, от донника – 4,5 ц/га. В 1940 г. были начаты работы по изучению зеленого удобрения в условиях засушливой зоны Башкирии агрономом Н. С. Саламатиным. В качестве сидерата изучался донник. Испытание донника в пару, при условии ранней заправки (15–10 июня), в 1946–1947 гг. повысило урожайность зерна на 0,7–4,4 ц/га, в свою очередь, поздняя заправка донника отрицательно

влияла на урожайность зерна озимой ржи. Также были получены положительные результаты при посеве по донниковому пару яровой пшеницы. В полевом опыте донник высевался под покров последней культуры севооборота овес, выпаживался в конце июня (27–28). Следующей весной высевалась яровая пшеница, которая в 1946 г., а затем и в 1947 г. дала прибавку урожайности от 2,8 до 5,5 ц/га. Опыты, проведенные В. А. Михеевым в 1947–1949 гг. с донником под посев озимой ржи, снизили урожайность этой культуры (1948 г.) или дали одинаковый урожай с майским паром (1949 г.). Однако на последующих двух культурах – яровой пшенице и ячмене – получено повышение урожайности: яровой пшеницы – до 7,5 ц/га и ячменя (третья культура) – 3 ц/га.

В опытах Уфимского опытного поля в 1947–1950 гг., проведенных Б. П. Шиленко, было получено снижение урожая яровой пшеницы как по люпиновому, так и по донниковому пару. Анализируя вышеперечисленные и другие исследования по республике, сотрудники кафедры дали заключение о том, что в северных районах Башкирии, особенно на подзолистых песчаных почвах, люпиновое зеленое удобрение может служить средством улучшения свойств почв, повышения урожайности, не уступая навозному удобрению. В годы с нормальным увлажнением отмечается положительное влияние сидерата и на последующие культуры в севообороте. В годы с недостатком влаги влияние зеленого удобрения на первую культуру незначительно или не проявляется. Для хозяйств республики было рекомендовано четыре системы зеленого удобрения: 1) главной культуры; 2) предпосевной культуры; 3) пожнивной культуры; 4) подсевной или подпокровной культуры.

Способ посева сидерата в паровом поле назван предпосевной культурой. При этом способе сидерат высевается в паровое поле по черному или раннему пару, затем за несколько дней до посева озимой культуры запахивается в почву. Данный прием был рекомендован хозяйствам в северной и северо-восточной лесостепной зонах.

Когда сидерат подсевается весной под какие-либо растения, например по всходам озимой культуры, он называется подсевной, или подпокровной, культурой. При этом способе подсеянный сидерат до снятия урожая развивается медленно. Развитие его главным образом начинается после уборки покровного растения. После уборки покровного растения сидерат, при наличии благоприятных условий, может дать значительную зеленую массу для вспашки с осени под зябь для последующих культур. Данный прием сидерата был рекомендован для

более южных районов с продолжительными вегетационными периодами – в предуральской и зауральской степной зонах.

Пожнивной формой зеленого удобрения называется такой прием, при котором сидерат высевается сразу же после освобождения поля из-под другого растения. Пожнивные посевы выполнялись лишь тогда, когда поле из-под главной культуры выходит рано, не позднее середины, в крайнем случае конца июля и осень бывает влажной, теплой и продолжительной.

Для северных, достаточно увлажненных районов Башкирии был рекомендован способ посева сидерата в паровом поле в форме предпосевной культуры. Для южных, менее увлажненных районов – донниковое зеленое удобрение под посев яровой пшеницы.

Учеными кафедры была разработана агротехника люпинов на зеленое удобрение. Одним из необходимых условий хорошего развития зеленого удобрительного растения является хорошая обработка почвы и тщательная очистка полей от сорной растительности. Для достижения этой цели на поле, предназначенном под посев зеленого удобрительного растения, осенью проводят лущение стерни. Затем – глубокую перепашку с одновременным внесением необходимых местных и минеральных удобрений. В зимний период проводится задержание снега и талых вод. Весной закрывается влага путем боронования в 1–2 следа. В случае уплотнения почвы производится культивация. Таким образом, обработка почв под зеленое удобрительное растение, в частности люпин, ведет к созданию глубокого рыхлого слоя, накоплению достаточного количества влаги и очищению полей от сорной растительности. Создается благоприятный водно-воздушный режим почвы не только для растений, но и для клубеньковых бактерий для их активной симбиотической деятельности.

Зеленое удобрительное растение, в частности люпин, отличается от других растений тем, что оно может пользоваться азотом почвенного воздуха за счет деятельности клубеньковых бактерий, развивающихся на его корнях. Благодаря хорошему развитию клубеньков, бобовое растение не полностью нуждается в почвенном азоте, но в отношении других питательных веществ, в частности фосфора и калия, оно находится в таком же положении, как и другие растения, нуждающиеся во внесении фосфорных и калийных удобрений. Хорошее действие на развитие люпинов оказывает зола в количестве 3–4 ц/га. Одновременно с калийными удобрениями рекомендовалось вносить фосфорные удобрения, в частности фосфоритную муку в количестве 90 кг/га P_2O_5 .

Труднорастворимые фосфаты вносились с осени. Наибольшую прибавку урожая зеленой массы и семян получают при применении фосфорно-калийной смеси удобрений.

Зеленые удобрения успешно применялись в 1960-е гг. Однако интенсификация земледелия, увеличение поставок минеральных удобрений промышленного производства постепенно сокращали площади под сидераты. Значительную часть паровых полей стали занимать в основном горохом на зерно. Хозяйствам нужно было производить больше зерна. Нередко были случаи, что в целях увеличения производства зерна на единицу площади пашни чистые пары полностью заменили посевами гороха. Все это со временем привело к засорению посевов злостными сорняками, в частности овсягом [4].

В современных условиях, когда минеральные удобрения по своим высоким ценам малодоступны фермерским и крестьянским хозяйствам, эффективным приемом является расширение сидеральных паров. Современные передовые технологии позволяют сочетать химический пар с сидеральным. Сначала проводят химическую обработку парового поля гербицидами сплошного действия, а затем сеют сидеральную культуру, проводят химическую мелиорацию почвы.

Таким образом, многочисленные исследования по эффективному использованию зеленых удобрений для повышения урожайности сельскохозяйственных культур в севообороте, выполненные коллективом научно-педагогических работников, ученых кафедры агрохимии Башкирского СХИ под научным руководством заведующего кафедрой, ученика академика Д. Н. Прянишникова Ю. А. Усманова в разные годы, не потеряли свою значимость и по настоящее время. Необходимо больше расширять площади сидеральных паров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вернадский, В. И. Автотрофность человечества / В. И. Вернадский // Химия и жизнь. – 1970. – № 2. – С. 17–22.
2. Вильдфлуш, И. Р. Удобрения и качество урожая сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш, И. Р. Цыганов, В. В. Лапа. – Минск: Изд-во УП «Технопринт», 2005. – 276 с.
3. Крупенников, И. А. История почвоведения (от времени его рождения до наших дней) / И. А. Крупенников. – Москва: Наука, 1981. – 327 с.
4. Нурлыгаянов, Р. Б. Исследования эффективности зеленых удобрений на кафедре агрохимии Башкирского СХИ в первой половине XX в. / Р. Б. Нурлыгаянов, А. И. Хурматуллина // Современное состояние, традиции и инновационные технологии в развитии АПК: материалы междунар. науч.-практ. конф. в рамках XXXI Междунар.

специал. выставки «Агрокомплекс-2021», 23–26 марта 2021 г. – Уфа: Башкирский ГАУ, 2021. – Ч. 1. – С. 99–104.

5. Усманов, Ю. А. опыт возделывания люпина в Башкирии / Ю. А. Усманов // Тр. БСХИ. – Уфа: Башгосиздат, 1937. – Т. 1. – С. 48–61.

УДК 633.49:631.82

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛИСТОВЫХ ПОДКОРМОК КАРТОФЕЛЯ ХЕЛАТИРОВАННЫМИ ФОРМАМИ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ

О. А. Поддубный, канд. с.-х. наук, доцент

О. В. Поддубная, канд. с.-х. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Для создания оптимальных условий роста и развития растений картофеля необходимо внедрять технологии выращивания, основанные на последних достижениях науки и производственной практики. Внесение удобрений под эту культуру является необходимым условием получения высокой урожайности и качества клубней [1].

В настоящее время разработаны зарубежные и отечественные комплексные удобрения для некорневых подкормок посадок картофеля, позволяющие оптимизировать питание растений на протяжении вегетационного периода. Сортимент новых форм комплексных удобрений постоянно пополняется, а данных по их влиянию на урожайность и качество картофеля, особенно новых сортов, недостаточно. Эффективность этих удобрений в условиях северо-восточной части Беларуси продолжает изучаться, и поэтому установление действия зарубежных и отечественных комплексных микроудобрений для некорневых подкормок на урожайность и качество картофеля сортов разных сроков созревания является актуальной задачей [2].

Объекты исследований – сорта картофеля разных сроков созревания: Палац, Лиляя, Волат и Першацвет. Палац – ранний столовый сорт картофеля, выведенный белорусскими селекционерами; урожайность – 650 ц/га, содержание крахмала – до 14 %, вкусовые качества хорошие. Особенности сорта: эффективно использует естественное плодородие почв; раннее клубнеобразование и быстрое накопление урожая в первой половине вегетации. Лиляя – ранний столовый сорт картофеля белорусской селекции. Урожайность очень хорошая, в зависимости от климатических условий и питательности почвы с 1 га можно собрать

от 246 до 530 ц отборного картофеля. Волат – столовый, среднеспелый сорт картофеля белорусской селекции с периодом вегетации 80–95 дней. Урожайность достигает 678 ц/га, содержит 14,1–14,8 % крахмала, имеет хорошие вкусовые качества. Ранний столовый сорт Першацвет – один из наиболее устойчивых сортов к болезням, достаточно известен в белорусской селекции. Урожайность достигает 678 ц/га, содержание крахмала – до 15,2 %. Эффективно использует естественное плодородие почв [5].

Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины около 1 м моренным суглинком. Почва имела слабокислую реакцию почвенной среды (pH_{KCl} 5,3–5,7), недостаточное содержание гумуса (1,62–1,7 %), среднее и повышенное – подвижного фосфора (142–182 мг/кг), повышенное – подвижного калия (220–229 мг/кг). Минеральные удобрения были внесены в дозе $\text{N}_{70}\text{P}_{80}\text{K}_{120}$. Общая площадь делянки – 25 м², учетная – 16 м², повторность – четырехкратная. Минеральные удобрения вносили под предпосадочную культивацию [3]. Предшественником картофеля была галега восточная. Посадку картофеля проводили в 2021 г. 14 мая картофелесажалкой КСМ-4, семенными клубнями размером 35–55 мм. Агротехника была общепринятой для условий Могилевской области. В течение вегетации проводили фенологические наблюдения и учеты в соответствии с методикой исследований по культуре картофеля. Учет урожая проводили сплошным поделаночным методом.

Эффективность некорневых подкормок хелатированными формами микроэлементов в полевом опыте изучалась на культуре картофеля с применением комплексного удобрения различных составов [2, 4]:

- КомплеМет-Картофель – композиция хелатов микроэлементов с фосфором и калием для предпосевной обработки клубней и некорневой подкормки картофеля (содержание, г/л: N – 5,8; K₂O – 198; P₂O₅ – 83; S – 8,8; Zn – 8; Mn – 15; Cu – 12; B – 7; Mo – 0,15; Co – 0,05);

- Кристалон® (Kristalon) коричневый – содержит небольшое количество азота (3 %), хорошо подходит для минерального питания овощей, требующих дополнительного внесения калия ($\text{N}_3 + \text{P}_{11} + \text{K}_{38} + \text{Mg}_4 + \text{B} - 0,025 \%$; Cu – 0,01 %; Mn – 0,04 %; Fe – 0,07 %; Mo – 0,004 %; Zn – 0,025 %). Химическая формула: $\text{N} + \text{P}_2\text{O}_5 + \text{K}_2\text{O} + \text{MgO} = 3 + 11 + 38 + 4$. Эффект: устраняет дефицит калия, применяется для подкормок в более поздние сроки. Улучшает качество клубней;

- Нутривант плюс картофельный: $0 + 43 + 28 + \text{MgO}_2 + \text{B0,5} + \text{Mn0,2} + \text{Zn0,2} + \text{фертивант}$;

- CROPMAX – ультраконцентрированное некорневое удобрение, которое содержит: аминокислоты, стимуляторы роста (ауксины, цитокинины, гиббереллины), витамины для растений, ферменты, макро- и микроэлементы (farmingwww.holland.com/wp-content/uploa);

- AGROLINIJA-S (Агролиния-С) – микроудобрение (производитель – ЗАО «БИОДИНАМИКА», Литва), которое содержит гуминовые кислоты – 25,3 г/л; фульвокислоты – 7,7 г/л; азот – $2,1 + 0,3$ г/л; фосфор – $1,1 + 0,3$ г/л; калий – $3,9 + 0,3$ г/л; Co, Mo, Mn, Cu, Zn, Cr, Fe, B, Na, Mg, S – менее 1 г/л) (https://www.ggiskzr.by/archive/inspection_protection-plants).

Некорневые подкормки проводились дважды: при появлении полных всходов и высоте куста 10–15 см (23 июня 2021 г.) и в фазе бутонизации (21–28 июля 2021 г.) по схеме опыта, которая включала следующие варианты: 1) фон – $\text{N}_{70}\text{P}_{80}\text{K}_{120}$; 2) AGROLINIJA-S (2,0 л/га – 2); 3) CROPMAX (1,0 л/га – 2); 4) КомплеМет-Картофель (2,5 л/га – 2); 5) Кристалон коричневый (1,5 кг/га – 2); 6) Нутривант плюс картофельный (3,0 кг/га – 2).

Наряду с урожайностью, важным критерием эффективности применяемых микроудобрений является качество получаемых клубней. Одним из показателей, характеризующих качество картофеля, является содержание крахмала. Крахмал – важнейший углевод в клубнях картофеля. На продовольственные цели выращивают среднекрахмалистые сорта, а для промышленной переработки – преимущественно с максимальным содержанием крахмала [3].

Результаты определения содержания крахмала в клубнях картофеля и его накопления в урожае 2021 г. приведены в таблице. Во всех вариантах опыта применение комплексных удобрений существенно повышало крахмалистость клубней разных сортов и сроков созревания.

Данные исследований показали, что обработка ультраконцентрированным некорневым удобрением CROPMAX всех сортов картофеля дала максимальное увеличение содержания крахмала и больший выход его, особенно для раннего сорта Лилея – прибавка крахмала составила 2,21 % и выход крахмала – 8,24 т/га, что на 1,47 т/га больше по сравнению с фоном. Для остальных вариантов по данному сорту выход крахмала был почти одинаковым (7,63–7,71 т/га).

Влияние некорневых подкормок комплексными удобрениями на содержание крахмала в клубнях картофеля

Вариант	Волат			Лилея			Палац			Першацвет		
	Крахмал, %	Прибавка крахмала, %	Выход крахмала, т/га	Крахмал, %	Прибавка крахмала, %	Выход крахмала, т/га	Крахмал, %	Прибавка крахмала, %	Выход крахмала, т/га	Крахмал, %	Прибавка крахмала, %	Выход крахмала, т/га
1. Фон – N ₇₀ P ₈₀ K ₁₂₀	13,71	–	4,17	13,02	–	6,77	12,43	–	4,10	13,08	–	6,41
2. AGROLINIJA-S	14,11	0,40	4,74	14,05	1,03	7,63	12,57	0,14	4,50	13,86	0,74	7,19
3. CROPMAX	14,85	1,14	5,05	15,23	2,21	8,24	13,52	1,09	4,76	14,25	1,13	7,44
4. КомплеМет-Картофель	14,27	0,56	4,68	14,09	1,07	7,69	12,86	0,43	4,55	13,71	0,63	7,13
5. Кристалон коричневый	14,63	0,92	4,84	14,12	1,10	7,71	13,29	0,86	4,69	14,00	0,92	7,50
6. Нутривант плюс картофельный	14,48	0,77	5,01	14,05	1,03	7,70	13,48	1,05	4,73	14,84	1,72	7,87
НСР ₀₅	0,376			0,563			0,282			0,491		

Содержание крахмала в клубнях среднеспелого сорта Волат существенно повышалось по сравнению с фоном применение микроудобрений КомплеМет-Картофель и Кристалон коричневый – соответственно на 0,56 и 0,92 %. Следует отметить, что для сортов Лилея и Волат вариант с некорневой подкормкой ультраконцентрированным некорневым удобрением CROPMAX дал существенную прибавку крахмала по сравнению с другими вариантами. Для сорта Палац в варианте при обработке микроудобрением AGROLINIJA-S прибавка крахмала 0,14 % и выход крахмала 4,50 т/га были минимальными. Крахмалистость клубней картофеля сорта Палац также хорошо повышается (на 1,05 %) и при двукратной некорневой обработке микроудобрением Нутривант плюс картофельный.

У сорта Волат крахмалистость значительно увеличилась (на 0,92 %) в варианте с применением микроудобрения Кристалон коричневый. Ранний столовый сорт Першацвет оказался самым отзывчивым на использование для некорневой подкормки удобрения Нутривант плюс картофельный. В этом варианте получен максимальный выход крахмала – 7,87 т/га.

Полученные данные показывают, что применяемые листовые подкормки микроудобрениями увеличивают крахмалистость клубней картофеля разных сроков созревания и являются эффективным технологическим приемом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимия: учебник / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 704 с.
2. Поддубная, О. В. Особенности внекорневой подкормки картофеля / О. В. Поддубная, А. В. Волинцева // Управление питанием растений и почвенным плодородием: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. А. А. Каликинского, д-ра с.-х. наук / БГСХА; редкол.: И. Р. Вильдфлуш (отв. ред.) [и др.]. – Горки, 2016. – С. 37–40.
3. Поддубная, О. В. Сравнительный анализ содержания крахмала в клубнях картофеля / О. В. Поддубная, О. А. Поддубный // Эпоха науки. – 2020. – № 24. – С. 72–77.
4. Применение новых форм минеральных удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах: рекомендации / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки: БГСХА, 2014. – 38 с.
5. Сорта картофеля белорусской селекции: [проспект] / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству; сост.: В. Л. Маханько [и др.]; ред. С. А. Турко. – Минск: [б. и.], 2019. – 27 с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДОБРЕНИЯ УЛЬТРАСОЛ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

Н. Л. Почтовая, канд. с.-х. наук, доцент

Т. Н. Камедько, канд. с.-х. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Ячмень – одна из важнейших продовольственных, кормовых и технических культур. Его зерно используют для приготовления круп, в пивоваренном производстве и как корм для крупного рогатого скота, свиней, птицы. Получение высоких и устойчивых урожаев ячменя тесно связано с потреблением им питательных веществ. Из зерновых культур он наиболее требователен к элементам питания. При этом очень важно, чтобы растения были обеспечены в полной мере доступными элементами с самого начала их развития [1, 2]. Для получения высоких урожаев ячменя хорошего качества важна также обеспеченность растений микроэлементами.

Цель исследований – оценка эффективности применения удобрения Ультрасол при возделывании ярового ячменя.

Место проведения испытания – Могилевская область, г. Горки, УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», экспериментальное поле «Гушково».

Почва опытного участка – дерново-подзолистая, суглинистая. Содержание гумуса – 2,0 %. Содержание подвижного фосфора (P_2O_5) – 180 мг/кг почвы; обменного калия (K_2O) – 195 мг/кг почвы.

Площадь опытного участка – 100 м², повторность опыта – четырехкратная. Объект исследований – ячмень яровой сорта Стратус.

Удобрение – Ultrasol/Ультрасол марки 18-18-18 + TE. Состав (%): N – 18, P – 18, K – 18 Mg – 3,5, Fe – 0,069, Zn – 0,025, Mn – 0,04, Cu – 0,010, Mo – 0,04, B – 0,025, S – 2,58. Кристаллический порошок.

Удобрение – Ultrasol/Ультрасол марки Magnum Special (Магнум специальный) 15-5-30 + TE. Состав (%): N – 15, P – 15, K – 30, Mg – 3,5, Fe – 0,41, Zn – 0,015, Mn – 0,025, Cu – 0,004, Mo – 0,002, B – 0,002, S – 5,54. Кристаллический порошок.

Изучаемые удобрения вносили во внекорневую подкормку: первая – фаза кущения; вторая – фаза выхода в трубку. Норма расхода – 2 кг/га. Расход рабочей жидкости – 300 л/га.

Уход за посевами производился по общепринятой технологии ухода за культурой в соответствии с рекомендациями [3].

Результаты исследований и их обсуждение. При применении удобрений с нормой расхода 2 кг/га на ячмене отмечалось статистически достоверное увеличение урожайности ($HCP_{05} = 4,45$) (табл. 1). В контроле урожайность составила 29,57 ц/га, в варианте с применением удобрения Ультрасол 18-18-18 – 37,95 ц/га, удобрения Ультрасол 15-5-30 – 43,92 ц/га.

Таблица 1. Урожайность ярового ячменя, 2019 г.

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю	
		ц/га	%
Контроль (без обработки)	29,57	–	–
Ultrason/Ультрасол марки Magnum Special (Магнум специальный) 15-5-30 + TE	43,92	14,34	32,66
Ultrason/Ультрасол марки 18-18-18 + TE	37,95	8,38	22,08
HCP_{05}	4,45		

Применение удобрения Ультрасол 18-18-18 способствовало повышению урожайности ячменя на 22,08 % по сравнению с контролем, прибавка – 8,38 ц/га. Урожайность ячменя при применении удобрения Ультрасол 15-5-30 была на 32,66 % выше контроля, прибавка составила 14,34 ц/га.

Количество продуктивных стеблей в вариантах с применением удобрений составило 573 шт/м² (Ультрасол 18-18-18) и 598 шт/м² (Ультрасол 15-5-30), тогда как в контрольном варианте – 543 шт/м² (табл. 2).

Наибольшая масса 1000 семян получена в варианте с применением удобрения Ультрасол 15-5-30 – 53,66 г. Масса 1000 семян в варианте с применением удобрения Ультрасол 18-18-18 составила 52,66 г. В контрольном варианте данный показатель равнялся 48,54 г.

Таблица 2. Структура урожая ярового ячменя, 2019 г.

Вариант опыта	Количество продуктивных стеблей, шт/м ²	Количество зерен в колосе, шт.	Масса зерна с одного колоса, г	Масса 1000 семян, г
Контроль (без обработки)	543	16,8	0,78	48,54
Ultrасol/Ультрасол марки Magnum Special (Магнум специальный) 15-5-30 + TE	598	18,9	1,05	53,66
Ultrасol/Ультрасол марки 18-18-18 + TE	573	17,5	0,95	52,66
НСП ₀₅	12,56			

Количество зерен в колосе и соответственно масса зерна с одного колоса также были больше в варианте с применением удобрения Ультрасол 15-5-30 и составили 18,9 шт. и 1,05 г. В контрольном варианте опыта эти показатели структуры урожая находились на уровне 16,8 шт. и 0,78 г.

При применении удобрения Ультрасол 18-18-18 количество семян в колосе составило 17,5 шт. и масса зерна с одного колоса – 0,95 г, что также выше контрольного варианта.

При применении удобрения Ультрасол 18-18-18 содержание сырой клетчатки составило 4,95 %, Ультрасол 15-5-30 – 3,78 % (табл. 3). Содержание сырого протеина в вариантах с применением удобрений Ультрасол 18-18-18 и Ультрасол 15-5-30 находилось на уровне 9,31 %. По сравнению с контролем при применении изучаемых видов удобрений показатели содержания сырого протеина были выше на 0,43 %.

Таблица 3. Биохимические показатели зерна ярового ячменя

Вариант опыта	Сырой протеин, %	Р, %	К, %	Сырая клетчатка, %
Контроль (без обработки)	8,88	0,26	0,40	3,42
Ultrасol/Ультрасол марки Magnum Special (Магнум специальный) 15-5-30 + TE	9,31	0,28	0,40	3,78
Ultrасol/Ультрасол марки 18-18-18 + TE	9,31	0,27	0,41	4,95

Содержание фосфора в зерне ячменя в вариантах с применением удобрений Ультрасол 18-18-18 и Ультрасол 15-5-30 составило 0,27 и 0,28 %, что незначительно выше контроля (0,26 %). Содержание калия в зерне ячменя по вариантам опыта практически не изменялось.

Таким образом, в исследованиях достоверно установлено повышение урожайности ярового ячменя при применении удобрений Ультрасол марки 15-5-30 + ТЕ и Ультрасол марки 18-18-18 + ТЕ. Прибавка урожайности составила 33 и 22 % соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беляков, И. И. Ячмень в интенсивном земледелии / И. И. Беляков. – Москва: Росагропромиздат, 1990. – 176 с.
2. Зерновые культуры / Д. Шпаар [и др.]. – Минск: ФУАинформ, 2000. – 421 с.
3. Организационно-технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур: сб. отрасл. регламентов / Ин-т аграр. экономики НАН Беларуси; рук. разработ.: В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Беларус. наука, 2005. – 460 с.

УДК 631.95(476.4)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В ОАО «СЕЛЕКЦИОННО-ГИБРИДНЫЙ ЦЕНТР «ВИХРА» МСТИСЛАВСКОГО РАЙОНА

М. Л. Радкевич¹, ст. преподаватель

Ж. В. Филончук², агроном

¹УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь;

²ОАО «Селекционно-гибридный центр «Вихра»,
аг. Копачи, Мстиславский район, Республика Беларусь

Высокая эффективность удобрений отмечена только при применении их в определенной, научно обоснованной системе с учетом конкретных почвенно-климатических и ландшафтных условий, особенностей питания отдельных культур и чередования их в севооборотах, агротехники, свойств удобрений и многих других факторов. По существу, система удобрения – это составная часть реализуемой в хозяйстве системы земледелия [3].

Важную роль в регулировании почвенного плодородия играет мониторинг состояния почв, включающий наблюдение за изменениями агрохимических показателей пахотного слоя. На основании его ре-

зультатов можно установить потребность растений в элементах питания [5].

Для совершенствования системы применения удобрений в условиях ОАО «СГЦ «Вихра» Мстиславского района нами были учтены агрохимические показатели почвы.

Агрохимическое обследование почв сельскохозяйственных угодий проводится с периодичностью 1 раз в 4 года областными проектно-изыскательскими станциями агрохимизации. Почвы сельскохозяйственных земель Мстиславского района обследовались в 2016 и 2020 гг. сотрудниками отдела агрохимических изысканий почв сельскохозяйственных угодий УКПП «Могилевоблагрохимизация».

ОАО «СГЦ «Вихра» расположено в 17 км от районного центра (г. Мстиславль), административно-хозяйственный центр находится в аг. Копачи. Направление развития хозяйства – мясо-молочное. Общая площадь хозяйства (2021 г.) составляет 19346 га, в том числе пашни – 11129 га – 58 %.

Основными почвообразующими породами на территории ОАО «СГЦ «Вихра» являются водно-ледниковые и лессовидные отложения, преобладающие по гранулометрическому составу связно-супесчаные почвы.

Интегральным показателем плодородия для большинства типов почв является содержание гумуса [1, 2]. По результатам агрохимического обследования почв 2020 г. установлено, что по сравнению с 13-м туром произошло увеличение содержания гумуса в почве на 0,11 %, которое составило 2,44 %, что является оптимальным значением для дерново-подзолистых супесчаных почв (таблица).

**Динамика агрохимических показателей пахотных почв
ОАО «Селекционно-гибридный центр «Вихра» Мстиславского района
по результатам агрохимического мониторинга**

Гумус, %			pH			P ₂ O ₅ , мг/кг почвы			K ₂ O, мг/кг почвы		
Средневзв. значение		+	Средневзв. значение		+	Средневзв. значение		+	Средневзв. значение		+
13-й тур	14-й тур		13-й тур	14-й тур		13-й тур	14-й тур		13-й тур	14-й тур	
2,33	2,44	+0,11	5,73	5,69	–0,04	193	143	–50	231	178	–53

Между турами агрохимического обследования произошли изменения показателя кислотности почвы. Кислотность почв изменилась на пахотных землях на 0,04 (с 5,73 до 5,69).

При нормальном фосфорном питании значительно повышается урожай и улучшается его качество [3]. Однако согласно материалам агрохимического обследования сельскохозяйственных угодий 2020 г. установлено, что за 4 года произошло резкое снижение содержания подвижного фосфора в почве на 50 мг/кг. Средневзвешенное значение содержания фосфора составило 143 мг/кг, что составляет только 63,5 % от оптимального значения в 225 мг/кг.

Средневзвешенное значение содержания подвижного калия на пашне в почве составило 178 мг/кг почвы. По сравнению с предыдущим туром агрохимического обследования содержание подвижного калия в почве понизилось на 53 мг/кг.

Поддержание достигнутого уровня плодородия почв является одним из важнейших условий эффективного ведения сельского хозяйства республики. Агрохимически окультуренные почвы, т. е. почвы, достаточно высоко обеспеченные фосфором, калием, гумусом, с оптимальной реакцией среды, обуславливают стабильную основу продуктивности растениеводческой отрасли [1].

Научно обоснованная система применения удобрений является одним из основных факторов увеличения урожайности сельскохозяйственных культур, улучшения качества продукции и сохранения (или увеличения) почвенного плодородия [4].

Нами была разработана система применения удобрений с учетом структуры посевных площадей, агрохимических показателей почв. Дозы минеральных удобрений рассчитаны на среднюю урожайность сельскохозяйственных культур по хозяйству и на компенсацию выноса элементов питания из почвы. Рекомендуемая насыщенность по азоту составляет 70 кг д. в/га, по фосфору – 45 кг д. в/га, по калию – 90 кг д. в/га. Насыщенность органическими удобрениями рассчитана на положительный баланс гумуса и составила 13,2 т/га, что позволит поддерживать содержание гумуса в почве. Дозы минеральных и органических удобрений необходимо распределять по приемам внесения. Разработанная система применения удобрений позволит повысить содержание подвижных форм фосфора и калия в почве на 49 и 43 мг/кг почвы соответственно, которое будет приближено к оптимальным показателям для дерново-подзолистых супесчаных почв.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь (2013–2016 гг.) / И. М. Богдевич [и др.]; под общ. ред. И. М. Богдевича. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2017. – 275 с.

2. Вильдфлуш, И. Р. Агрохимия. Удобрения и их применение в современном земледелии: учеб.-метод. пособие / И. Р. Вильдфлуш, В. В. Лапа, О. И. Мишура; под ред. И. Р. Вильдфлуша. – Горки: БГСХА, 2019. – 405 с.

3. Агрохимия: учебник / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 704 с.

4. Агрохимия и система применения удобрений: учеб.-метод. пособие / С. Ф. Шекунова [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша. – Горки: БГСХА, 2016. – 258 с.

5. Филончук, Ж. В. Динамика показателей плодородия пахотных почв в ОАО «СГП «Вихра» Мстиславского района по результатам агрохимического мониторинга / Ж. В. Филончук // Научный взгляд молодежи на современные проблемы АПК: сб. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. студентов и магистрантов / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: Ю. Л. Тибец (гл. ред.) [и др.]. – Горки, 2020. – 414 с.

УДК 633.16:633.11:631.5

ВЛИЯНИЕ АГРОПРИЕМОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ И ЯЧМЕНЯ В СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

И. Н. Романова, д-р с.-х. наук, профессор

М. И. Перепичай, канд. с.-х. наук, доцент

Н. В. Птицына, канд. с.-х. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Смоленская государственная

сельскохозяйственная академия»,

Смоленск, Российская Федерация

В сельскохозяйственном производстве России зерно традиционно является одним из важнейших источников доходов сельскохозяйственных предприятий. В пищевой и перерабатывающей промышленности зерно составляет основу их производства, что во многом определяет межотраслевые и производственно-экономические взаимосвязи в агропромышленном комплексе [1].

Под посевы зерновых культур ежегодно отводится свыше половины пашни, и на долю зерна приходится более одной трети стоимости валовой продукции растениеводства, что составляет почти треть всех кормов в животноводстве [2].

В современных условиях сорт – это один из важнейших элементов технологии возделывания зерновых культур.

Смоленская область не является оригинатором производства новых сортов зерновых культур, поэтому изучение отзывчивости новых сортов зерновых культур на агроприемы актуально.

Цель исследований – определить оптимальные сроки посева и нормы высева яровой пшеницы и ячменя для Смоленской области.

Исследования проводились в шестипольном севообороте кафедры агрономии, землеустройства и экологии ФГБОУ ВО «Смоленская ГСХА» в 2017–2020 гг. путем постановки полевых опытов, лабораторных исследований и анализов.

Почва опытных участков дерново-подзолистая среднесуглинистая среднекультуренная слабокислая (pH_{KCl} 5,8). Содержание элементов питания: гумус – 1,9 % (по Тюрину); подвижный фосфор – 148 мг и обменный калий – 163 мг на 1 кг абсолютно сухой почвы (по Кирсанову). Агротехника в опытах общепринятая для региона. Опыты закладывались в четырехкратной повторности. Размещение делянок – рендомизированное. Общая площадь делянки – 80–100 м², учетная – 60 м².

Исследования проводились с новыми сортами яровой пшеницы: Дарья, Сударыня, Любава; ячменя: Владимир, Надежный, КВС Орфелия.

В опыте первый срок посева – ранний (физическая спелость почвы) – 26–28 апреля; последующие: второй и третий с интервалом в 5–7 дней. Нормы высева: для яровой пшеницы – 4, 5, 6, 7; ячменя – 3, 4, 5, 6 млн. шт/га.

Наблюдения, учеты и лабораторные анализы проводились по общепринятым методикам и соответствующим ГОСТам.

Выбор сорта и установление оптимальных сроков посева и норм высева зерновых культур имеют существенное значение в увеличении урожайности зерна и улучшении его качества.

В наших исследованиях все изучаемые сорта яровой пшеницы и ячменя обладали достаточно высокими потенциальными возможностями как по урожайности, так и по качеству зерна.

В условиях Смоленской области наибольшая урожайность зерна яровых зерновых культур сформировалась при первом сроке посева и колебалась по сортам ячменя в пределах 4,13–6,80 т/га; яровой пшеницы – 3,55–5,99 т/га; в то время как при третьем сроке посева она была значительно ниже и колебалась соответственно в пределах 1,68–3,13 и 2,66–4,01 т/га (таблица).

Однако в отдельные годы при холодной, затяжной весне, высокой влажности почвы, низкой температуре воздуха и почвы второй срок посева был более оптимальным для ячменя и яровой пшеницы (прибавка – 0,15–0,27 т/га относительно первого срока посева).

Отсюда следует, что наиболее тесная взаимосвязь по срокам посева и культурам наблюдается у ячменя и яровой пшеницы, они не переносят затягивания с посевами в силу своих морфобиологических особенностей, особенно на ранних этапах развития. Уровень снижения уро-

жайности яровой пшеницы больше, чем у ячменя. Это необходимо учитывать при выборе очередности посева яровых зерновых культур и их сортов.

**Урожайность сортов яровой пшеницы и ячменя
в зависимости от сроков посева и норм высева, т/га (2017–2020 гг.)**

Сроки посе- ва (А)	Сорта (В)	Нормы высева, млн. всхожих семян/га (С)				
		3	4	5	6	7
Яровая пшеница						
I	Дарья	–	4,34	5,08	3,55	5,54
	Сударыня	–	4,69	5,40	3,90	5,99
	Любава	–	3,92	4,63	4,02	5,18
II	Дарья	–	4,16	4,75	5,23	5,21
	Сударыня	–	4,31	5,08	5,67	5,64
	Любава	–	3,68	4,67	4,87	4,78
III	Дарья	–	2,66	3,24	3,88	3,84
	Сударыня	–	2,83	3,61	4,01	3,96
	Любава	–	2,70	3,61	4,00	3,83
Ячмень						
I	Владимир	4,75	5,95	5,17	4,13	–
	Надежный	5,55	6,80	6,06	5,16	–
	КВС Орфелия	5,03	6,21	5,47	4,52	–
II	Владимир	4,02	4,23	4,53	3,64	–
	Надежный	4,17	4,50	4,17	3,74	–
	КВС Орфелия	4,05	4,29	4,51	3,50	–
III	Владимир	2,53	2,89	3,01	2,12	–
	Надежный	3,01	3,13	3,17	2,07	–
	КВС Орфелия	2,46	2,60	2,68	1,68	–

Отклонение срока посева ячменя первые 7 дней от раннего посева привело к снижению урожайности в среднем по опыту на 22 % (0,032 т/га в день), через 14 дней – на 54 % (0,061 т/га в день); по яровой пшенице – соответственно на 7 % (0,015 т/га) и 47 % (0,043 т/га в день).

Причина снижения урожайности при разных сроках посева объясняется низкой полевой всхожестью до 62 %; выживаемостью растений до 64 %; уменьшением числа растений к уборке и их продуктивного стеблестоя до 30 %; массы зерна с колоса до 36 %, массы 1000 семян до 12 %, а также снижением площади листовой поверхности и сокращением продолжительности жизнедеятельности.

Сроки посева различных сортов позволяют раскрыть продуктивную возможность того или иного сорта. Так, по ячменю при первом и вто-

ром сроках посева выделялись сорта Надежный (урожайность – 6,80 и 4,50 т/га); КВС Орфелия (6,21 и 4,19 т/га) при норме высева 4 млн. шт/га. Отсюда следует, что интенсивные сорта сильнее реагируют на сроки посева и при отклонении от оптимальных к поздним срокам посева дают большее снижение урожайности. Существенных различий между сортами яровой пшеницы по реакции на сроки посева не наблюдалось. Это говорит о их высокой пластичности и адаптивности.

Однако следует отметить, что среднепоздние сорта яровой пшеницы меньше снижали урожайность при посеве в ранние сроки, чем среднеспелые.

Одной из основных величин, определяющих уровень урожайности, является число растений перед уборкой, которое с увеличением нормы высева увеличивается. Коэффициент множественной корреляции составил: для ячменя $r = 0,632$; для яровой пшеницы $r = 0,844$.

С увеличением нормы высева возрастает и урожайность зерна яровых зерновых культур. Однако для каждой культуры, сорта в зависимости от срока посева и метеорологических условий за вегетацию имеют свои закономерности и взаимосвязи.

Так, у сортов ячменя наиболее благоприятные условия складывались при первом и втором сроках посева в вариантах при норме высева 4 млн. всхожих семян на гектар (5,74–6,80 т/га), при третьем сроке посева в вариантах при норме высева 5 млн. всхожих семян на гектар (3,19–3,48 т/га). Наблюдались и сортовые различия.

Для сортов яровой пшеницы по всем трем срокам посева наибольшая урожайность была получена при нормах высева 5–6 млн. всхожих семян на гектар. Как загущенные посевы (7 млн. шт/га), так и разреженные (4 млн. шт/га) снижали урожайность на 4–9 %. Существенных различий в урожайности по нормам высева в зависимости от сорта не наблюдалось.

В условиях Центрального региона России на дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах оптимальный срок посева для яровых зерновых – конец физической – начало биологической спелости почвы (25 апреля – 3 мая). Норму высева семян яровых зерновых ежегодно надо корректировать с учетом запаса продуктивной влаги в почве, прогноза погоды, температурного режима, срока посева, сорта и ряда других агротехнических мероприятий, которые влияют на рост, развитие, формирование элементов структуры урожая и урожайность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Продуктивность сортов зерновых культур в зависимости от фонов минерального питания / И. Н. Романова [и др.] // Зерновое хозяйство России. – 2012. – № 2. – С. 37–43.
2. Пути увеличения урожайности и качества зерна озимой тритикале Консул / С. Е. Терентьев [и др.] // Вестн. Башк. гос. аграр. ун-та. – 2019. – № 1 (49). – С. 37–41.

УДК 631.412

НЕОБМЕННАЯ ФИКСАЦИЯ КАЛИЯ ДЕРНОВО-ЛУГОВОЙ И СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВАМИ

Н. Е. Самсонова, д-р с.-х. наук, профессор
ФГБОУ ВО «Смоленская государственная
сельскохозяйственная академия»,
Смоленск, Российская Федерация

Введение. По распространенности в природе калий занимает седьмое место, а по валовому содержанию в почве среди главных питательных элементов – первое место (1,2 % вес.). Он содержится в первичных минералах (полевых шпатах, слюдах) и в продуктах их выветривания – вторичных минералах (иллите, вермикулите, смектите, каолините и др.). Больше всего калия содержат тяжелые глинистые почвы (до 3–4 %).

Об обеспеченности почв этим элементом судят не по валовым запасам, а по содержанию подвижных его форм. Только около 1 % валовых запасов почвенного калия представлено доступными для растений формами: водорастворимым и обменно-поглощенным. Остальной калий – необменный (фиксированный глинистыми минералами), входит в состав алюмосиликатных минералов и не способен к усвоению растениями.

В процессе выветривания происходит повышение подвижности калия. Противоположным выветриванию является процесс его фиксации глинистыми минералами. Этот процесс наблюдается и при внесении калийных удобрений. Формы калия в почве не постоянны, они могут переходить друг в друга, однако процесс этого перехода очень медленный.

Главным источником обогащения почвы подвижными формами калия являются органические и минеральные удобрения. При взаимодействии с почвой они повышают запасы водорастворимого и обмен-

но-поглощенного калия. Наряду с этим калий этих удобрений необменно фиксируется почвами.

В исследовании [5] фиксация почвой калия из удобрений в полевых условиях достигала 70 % и не зависела от баланса азота в агроценозе. Показано, что необменное поглощение ионов калия может снижаться с повышением концентрации аммония.

В лабораторном опыте с выщелоченным черноземом с увеличением дозы калия росла абсолютная величина фиксированного калия, до 79 % внесенного калия переходило в форму, не извлекаемую экстрагентами, в том числе 1 М HNO_3 [3]. Внесение калийных удобрений в длительно не удобрявшиеся почвы способствовало усилению К-фиксации [4].

Фиксирующая способность почв связана с их минералогическим и гранулометрическим составом, кислотностью, содержанием гумуса, гидротермическим режимом и другими факторами. Наибольшей способностью к необменному закреплению калия обладают минералы группы монтмориллонита и гидрослюды (вермикулит).

На разных почвах показано, что взаимный переход форм калия в почве связан с балансом этого элемента в агроценозе: при положительном балансе содержание подвижного калия в пахотном слое изменялось вследствие перехода его в необменные формы, а при отрицательном балансе происходил переход необменных форм в подвижные [1].

Считается, что в основе механизма фиксации калия могут быть как явления физико-химического характера, так и изменение состава кристаллитов [2].

Цель исследований – установление размеров фиксации калия почвой из калийного удобрения в год внесения в условиях переменного увлажнения и высушивания почвы.

Методика исследования. В лабораторных условиях проведен модельный опыт путем компостирования серой лесной и дерново-луговой пойменной почвы с хлористым калием в условиях переменного увлажнения и высушивания.

Характерной особенностью дерново-луговых пойменных почв является образование у них зернистой или легкокомковатой структуры агрегатов. По гранулометрическому составу дерново-луговые почвы суглинистые, с хорошо выраженной иловатой фракцией. По потенциальному плодородию они относятся к группе средних почв.

Серые лесные почвы отличаются довольно высоким плодородием. Минералогический состав илистой фракции представлен соединениями SiO_2 , R_2O_3 и глинистыми минералами – гидрослюдами, вермикулитом, монтмориллонитом, которые имеют выраженную способность к необменному закреплению ионов калия, аммония, цезия.

Использованная в опыте окультуренная дерново-луговая среднесуглинистая пойменная почва имела pH_{KCl} 6,9, Нг – 0,88 мэкв/100 г, сумму обменных оснований – 43,5 мэкв/100 г, степень насыщенности основаниями – 98 %, содержание подвижных фосфатов по Кирсанову – 238 мг/кг, обменного калия по Масловой – 221 мг/кг, содержание гумуса по Тюрину – 6 %.

Серая лесная среднесуглинистая почва имела близкую к нейтральной реакцию среды (pH_{KCl} 5,6), высокую степень насыщенности основаниями (85,5 %), содержание гумуса по Тюрину – 4,5 %, обменного калия по Масловой – 324 мг/кг, подвижных форм фосфора по Кирсанову – 49,2 мг/кг.

К навеске сухой почвы (500 г) добавлялось соответствующее количество раствора KCl с последующим увлажнением почвы до 50 % ПВ и перемешиванием. Приготовленные таким образом компосты выдерживались при комнатной температуре (20–21 °С) в течение 6 месяцев с периодическим отбором почвенных проб (через 1 час, 10 суток, 30 суток и 6 месяцев) и определением в них содержания обменного калия по Масловой. После каждого отбора проб почва снова увлажнялась до 50 % ПВ.

Размеры фиксации калия определялись по разнице между внесенным калием и обнаруженным в почве после определенного срока компостирования. Дозы KCl соответствовали 0, 100, 200, 400, 600, 800 мг K_2O на 1 кг почвы. Повторность опыта четырехкратная. В табл. 1, 2 приведены средние значения показателей из 4 определений.

Результаты исследований и их обсуждение. В обеих почвах основная часть калия фиксировалась в течение 1 часа: в лугово-пойменной почве – 48–58 % от внесенной дозы (табл. 1), в серой лесной почве – 38–64 % (табл. 2). С течением времени интенсивность фиксации замедлялась.

Таблица 1. Фиксация калия дерново-луговой пойменной почвой (мг/кг почвы)

Внесено К ₂ О с удобрением	Содержа- ние об- менного калия в почве	Не фикси- ровано из удобре- ния	Фиксировано почвой из удобрения		Фиксировано из удобрения нарастающим итогом, %
			нарастаю- щим итогом	± к предыду- щему сроку	
Через 1 час после внесения удобрения					
0	221	—	—	—	—
100	270	49	51	—	51,0
200	326	104	96	—	48,0
400	410	189	211	—	52,8
600	480	259	341	—	56,8
800	557	336	464	—	58,0
Через 10 суток					
0	193	—	—	—	—
100	242	49	51	0	51,0
200	268	75	125	29	62,5
400	329	136	264	53	66,0
600	352	159	441	100	73,5
800	463	270	530	66	66,3
Через 40 суток					
0	187	—	—	—	—
100	208	21	79	28	79,0
200	238	51	149	24	74,5
400	289	102	298	34	74,5
600	337	150	450	9	75,0
800	389	202	598	68	74,8
Через 6 месяцев					
0	135	—	—	—	—
100	155	20	80	1	80,0
200	175	40	160	11	80,0
400	195	60	340	42	85,0
600	255	120	480	30	80,0
800	270	135	665	67	83,1

Таблица 2. Фиксация калия серой лесной почвой (мг/кг почвы)

Внесено K ₂ O с удобре- нием	Содержание обменного калия в почве	Не фикси- ровано из удобрения	Фиксировано почвой из удобрения		Фиксирова- но из удоб- рения нарас- тающим итогом, %
			нарастающим итогом	± к преды- дущему сроку	
1	2	3	4	5	6
Через 1 час после внесения удобрения					
0	324	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6
100	379	55	45	–	45,0
200	420	96	104	–	52,0
400	523	199	201	–	50,3
600	600	276	324	–	64,0
800	815	491	309		38,6
Через 10 суток					
0	294	–	–	–	–
100	336	42	58	13	58,0
200	380	86	114	10	57,0
400	445	151	249	48	62,3
600	479	185	415	91	69,2
800	565	271	529	220	66,1
Через 40 суток					
0	292	–	–	–	–
100	333	41	59	1	59,0
200	364	72	128	14	64,0
400	422	130	270	21	67,5
600	461	169	431	16	71,8
800	532	240	560	31	70,0
Через 6 месяцев					
0	215	–	–	–	–
100	230	15	85	26	85,0
200	250	35	165	37	82,5
400	305	90	310	40	77,5
600	310	95	505	74	84,2
800	365	150	650	90	81,2

В результате за 6 месяцев эксперимента лугово-пойменная почва фиксировала 80–85 % внесенного количества калия; примерно такой же результат получен на серой лесной почве (77,5–86 %).

Следует отметить, что размер фиксации в процентном отношении практически не зависел от дозы калия, но абсолютные значения фиксированного из удобрений калия росли с ростом дозы, что согласуется с приведенными выше данными [3]. На обеих почвах зависимости между дозой калия и размерами фиксации была практически функциональной линейной положительной ($r = 0,999$).

Заключение. Калий минеральных удобрений быстро вступает во взаимодействие со среднесуглинистыми дерново-луговой пойменной и серой лесной почвами. В течение первого часа после начала взаимодействия калий в значительной степени переходит в необменно-

фиксированное состояние (на 48–58 и 38–64 % соответственно). В условиях переменного увлажнения и высушивания за 6 месяцев эксперимента до 85 % внесенного калия фиксировалось почвами. Зависимость между дозой калия и размерами фиксации была практически функциональной линейной положительной ($r = 0,999$).

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьев, Р. А. Содержание подвижного калия в почвах при длительном применении удобрений / Р. А. Афанасьев, Г. Е. Мёрзлая // *Агрохимия*. – 2013. – № 6. – С. 5–11.
2. Горбунов, Н. И. Минералогия и физическая химия почв / Н. И. Горбунов. – Москва: Наука, 1978. – 293 с.
3. Нечаева, Т. В. Калийфиксирующая способность и состав обменных катионов постагрогенного чернозема / Т. В. Нечаева, С. Л. Добрянская // *Плодородие*. – 2020. – № 4 (115). – С. 24–28.
4. Шаймухаметов, М. Ш. Влияние длительного применения удобрений на К-фиксирующую способность почв / М. Ш. Шаймухаметов, В. Л. Петрофанов // *Почвоведение*. – 2008. – № 4. – С. 494–506.
5. Якименко, В. Н. Фиксация калия и аммония почвой агроценозов / В. Н. Якименко // *Агрохимия*. – 2011. – № 8. – С. 3–7.

УДК 633.2:539.1.04

НАКОПЛЕНИЕ ^{137}Cs БИОМАССОЙ ФЕСТУЛОЛИУМА В ОДНОВИДОВЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВАХ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

Г. В. Седукова, канд. с.-х. наук, доцент
Л. И. Козлова, науч. сотрудник
К. С. Дрозд, аспирант, мл. науч. сотрудник
ГНУ «Институт радиобиологии НАН Беларуси»,
Гомель, Республика Беларусь

Одним из наиболее тяжелых экологических последствий катастрофы на ЧАЭС является радиоактивное загрязнение сельскохозяйственных земель, а также природных экосистем, определившее поступление радионуклидов в организм человека и последующее его облучение. Одним из долгоживущих радионуклидов, поступивших в результате катастрофы на ЧАЭС в окружающую среду, является ^{137}Cs . Особенностью загрязненной радионуклидами территории является широкое распространение генетически малоплодородных почв, характеризую-

щихся легким гранулометрическим составом. В данных почвах радионуклиды отличаются повышенной подвижностью и доступностью растениям, и в связи с избыточными концентрациями в кормах могут накапливаться в организме сельскохозяйственных животных [2].

Выполнение системы защитных мероприятий на загрязненной радионуклидами территории позволяет получать стабильные урожаи различных сельскохозяйственных культур и оптимизировать затраты на проведение контрмер.

В настоящее время складывающиеся природно-климатические условия диктуют необходимость использования более засухоустойчивых новых видов сельскохозяйственных культур, отличающихся универсальностью использования, более высокой и стабильной урожайностью, высокой энергетической и протеиновой питательностью по сравнению с традиционными, например, фестулолиум. Кормовые достоинства фестулолиума обусловлены его биологическими особенностями – интенсивным побегообразованием, отавностью, отзывчивостью на удобрение, хорошей поедаемостью, высокой продуктивностью, питательностью и устойчивым долголетием в травостоях [3]. Включение фестулолиума в состав многокомпонентных травосмесей разного направления использования повышает их урожайность и качество корма, а введение в рационы КРС силоса на его основе обеспечивает увеличение потребления рациона, повышение переваримости сухого и органического вещества и, в результате, – повышение мясной и молочной продуктивности животных [1].

Установление параметров накопления ^{137}Cs биомассой фестулолиума в одновидовых и смешанных посевах на дерново-подзолистых почвах в ситуации существующего облучения, обусловленного последствиями чернобыльской катастрофы, позволит получить новые научные данные для эффективного использования территории радиоактивного загрязнения и, как следствие, будет способствовать социально-экономическому развитию регионов, пострадавших в результате катастрофы на ЧАЭС.

Для установления параметров накопления ^{137}Cs в зеленой массе фестулолиума и новых многокомпонентных комбинированных луговых агрофитоценозов на территории радиоактивного загрязнения в ОАО «Маложинский» Брагинского района Гомельской области заложен полевой эксперимент. Опытный участок расположен на дерново-подзолистой слабоподзоленной связно-супесчаной почве, развивающейся на водно-ледниковых супесях.

Почва опытного участка характеризуется следующими основными агрохимическими показателями: содержание гумуса составляет 2,2 % – среднее, обменная кислотность pH_{KCl} 6,4 – близкая к нейтральной, содержание P_2O_5 – 451 мг/кг почвы – очень высокое и содержанием K_2O – 386 мг/кг почвы – высокое. Высокая обеспеченность почвы подвижными формами фосфора и калия объясняется систематическим внесением повышенных доз данных элементов как защитной мерой, направленной на снижение параметров накопления радионуклидов.

Средняя удельная активность ^{137}Cs в почве составляет 971,9 Бк/кг. Плотность загрязнения пахотного горизонта почвы опытного участка находится в среднем на уровне 262,4 кБк/м² (7 Ки/км²). По плотности загрязнения почвы ^{137}Cs экспериментальный участок относится к зоне с правом на отселение, в которой средняя годовая эффективная доза облучения населения может превысить 1 мЗв.

Полевой эксперимент заложен в соответствии с методикой полевого опыта. Опытный участок расположен на типичной по гранулометрическому составу почве для данного региона. Обработка почвы, посев и уход за травами осуществлялись в соответствии с рекомендуемыми агротехническими требованиями.

Полевой эксперимент мелкоделяночный, площадь делянки составляет 8 м², повторность трехкратная.

В качестве объектов исследования выбраны одновидовые посевы фестулолиума и многокомпонентные травосмеси для комбинированного (сенокосного, пастбищного и смешанного) использования двух сроков спелости. Травосмесь раннего срока созревания включает клевер ползучий, ежу сборную, фестулолиум, овсяницы тростниковую и красную. Травосмесь среднего срока созревания состоит из люцерны посевной, фестулолиума, райграса пастбищного и овсяницы тростниковой.

Травы высевались на фоне без удобрений и с внесением NPK. В качестве минеральных удобрений использовались: карбамид, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий. Доза внесения минеральных удобрений под фестулолиум – $N_{60}P_{40}K_{80}$ кг д. в/га, под травосмеси – $N_{40}P_{40}K_{80}$ кг д. в/га.

Посев трав осуществлен 29 апреля рядовым способом с шириной междурядий 14 см.

Для определения агрохимических показателей почвы на каждой делянке выполнен отбор проб почвы тростевым буром согласно ГОСТ 28168-89. Определение основных агрохимических показателей почвы осуществлялось по общепринятым методикам: органическое

вещество – по Тюрину в модификации ЦИНАО – ГОСТ 26212-91; pH_{KCl} – потенциометрическим методом – ГОСТ 26483-85; подвижные формы фосфора и калия – ГОСТ 26207-91.

Содержание ^{137}Cs в исследуемых почвенных и растительных образцах определялось на γ -спектрометрическом комплексе фирмы «Canberra».

Удельная активность ^{137}Cs в фитомассе фестулолиума в одновидовом посеве в первый год жизни культуры на фоне внесения минеральных удобрений в среднем находилась на уровне 7,9 Бк/кг. Средняя удельная активность радионуклида в зеленой массе первого укоса раннеспелой травосмеси при внесении NPK составила 9,4 Бк/кг, среднеспелой травосмеси – 11 Бк/кг. Увеличение удельной активности ^{137}Cs в травосмеси возможно за счет бобовых культур, входящих в состав ценоза, для которых характерны более высокие параметры накопления.

Существенных различий по удельной активности радионуклида в зеленой массе на неудобренном фоне и с внесением минеральных удобрений не установлено. Вероятно, это связано с тем, что исследования проводились на почве с высоким содержанием K_2O .

Удельная активность ^{137}Cs в зеленой массе трав значительно ниже нормативного значения для использования в качестве корма для дойного стада КРС и получения молока цельного.

Урожайность зеленой массы фестулолиума при первом скашивании в первый год жизни трав на фоне внесения минеральных удобрений составила 82,8 ц/га; урожайность зеленой массы раннеспелой и среднеспелой смесей на фоне внесения NPK – 42,1 и 35,1 ц/га соответственно.

При этом на фоне без удобрения урожайность фестулолиума в одновидовом посеве была на 33 % ниже по сравнению с удобренным фоном и составила в среднем 55,3 ц/га. Раннеспелая травосмесь обеспечила при этом сбор зеленой массы 32,7 ц/га, среднеспелая – 21,4 ц/га. То есть в первый год жизни трав первое скашивание монополюсов фестулолиума обеспечило получение зеленой массы на 41 % больше, чем раннеспелой травосмеси, в состав которой также входит данная культура. А урожайность зеленой массы среднеспелой травосмеси была ниже, чем одновидовых посевов фестулолиума, почти на 60 %.

Удельная активность ^{137}Cs в зеленой массе после отрастания (отава) фестулолиума и смесей с его участием также не ограничивала использование продукции на корм лактирующим коровам для производства

молока цельного. Отмечалось уменьшение удельной активности ^{137}Cs в отавной зеленой массе смесей.

Анализ результатов по урожайности отавы фестулолиума и смесей показал, что сбор зеленой массы в одновидовых посевах был выше, чем в смешанных, на 19 % у раннеспелой смеси и на 32 % у среднеспелой смеси. Внесение минеральных удобрений обеспечило дополнительное получение 18,8 ц/га зеленой массы (отавы) фестулолиума, 9,6 ц/га зеленой массы (отавы) раннеспелой смеси и 13,2 ц/га среднеспелой смеси.

Результаты исследований свидетельствуют о пригодности фестулолиума для возделывания на территории радиоактивного загрязнения как культуры, обеспечивающей получение хорошей урожайности как в одновидовых посевах, так и в смесях разного направления использования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Золотарев, В. Н. Отличительные особенности новых сортов фестулолиума при возделывании на семена / В. Н. Золотарев, О. Н. Полякова. – Москва: Великие Луки, 2015. – С. 120–123.
2. Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.]. – Минск, 2007. – 389 с.
3. Переprawo, Н. И. Возделывание и использование новой кормовой культуры – фестулолиума – на корм и семена: метод. пособие / Н. И. Переprawo. – Москва: Изд-во РГАУ – МСХА, 2012. – 28 с.

УДК 633.26/29:631.8.022.3

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ПОСЕВАХ СОРГОВЫХ КУЛЬТУР

Г.

ства продукции с гектара кормовых площадей при оптимальных затратах материально-денежных ресурсов. Значительная роль в бесперебойном обеспечении зелеными кормами в течение вегетационного периода отводится однолетним культурам. Одной из мер адаптации к климатическим изменениям является расширение посевов сорговых культур, характеризующихся засухоустойчивостью, способностью приспосабливаться к различным почвам и климатическим изменениям, обладающих высокой урожайностью и хорошим качеством растительной массы, универсальностью использования.

Исследования по изучению эффективности системы удобрений в посевах сорго проведены в полевом опыте [1] на дерново-подзолистой слабооподзоленной супесчаной, развивающейся на водно-ледниковых супесях почве со следующими усредненными агрохимическими показателями: pH_{KCl} 5,2, содержание гумуса – 2,5 %, K_2O и P_2O_5 – 198 и 350 мг/кг почвы. Балл пашни – 30. В качестве объектов исследований использовали сорго сахарное, сорго-суданковый гибрид (ССГ), суданскую траву. Схема опыта включала 13 вариантов: контроль, $P_{40}K_{80}$, $N_{70}P_{40}K_{80}$, $N_{90}P_{40}K_{80}$, $P_{40}K_{100}$, $N_{70}P_{40}K_{100}$, $N_{90}P_{40}K_{100}$, $P_{60}K_{80}$, $N_{70}P_{60}K_{80}$, $N_{90}P_{60}K_{80}$, $P_{60}K_{100}$, $N_{70}P_{60}K_{100}$, $N_{90}P_{60}K_{100}$. В качестве удобрений использовались: карбамид, аммонизированный суперфосфат, хлористый калий. Опыты выполнены в трехкратной повторности с общей и учетной площадью делянок 10 и 4 м². Способ посева – широкоярядный с шириной междурядий 45 см. Уборка урожая зеленой массы осуществлялась в конце июля, начале августа в период, когда культуры находились в фазе начала выброса метелки.

Анализ эффективности применения минеральных удобрений в посевах сорговых культур проведен по методике определения показателей агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений [2]. В соответствии с методикой агрономическую эффективность применения удобрений рассчитывают исходя из урожайности, сформированной за счет потенциального плодородия почвы. Согласно оценке агрономической эффективности применения минеральных удобрений в различных сочетаниях и дозах определено, что внесение фосфорно-калийных удобрений способствует формированию урожайности зеленой массы в посевах сорго сахарного в среднем на уровне 222 ц/га, ССГ – 175 ц/га, суданской травы – 130 ц/га. Увеличение дозы фосфора с 40 до 60 кг д. в/га способствует росту урожайности всех сорговых культур как на фоне K_{80} , так и на фоне K_{100} (табл. 1). При этом отмечено, что и увеличение дозы калийных удобрений с 80 до 100 кг д. в/га также обеспечивает увеличение уро-

жайности зеленой массы изучаемых культур на обоих фонах внесения фосфора.

Внесение полного минерального удобрения с дозой азота 70 кг д. в/га увеличивало прибавку урожая по сравнению с фосфорно-калийными фонами на 44–69 %. Средний прирост урожайности в вариантах с N₇₀ в посевах сорго сахарного составил 345 ц/га, ССГ – 269 ц/га, суданской травы – 204 ц/га. Увеличение дозы фосфора на фоне N₇₀K₈₀ способствовало дополнительному получению зеленой массы сорго сахарного и суданской травы, на фоне N₇₀K₁₀₀ – всех сорговых культур. Также отмечена положительная тенденция при увеличении дозы калия как на фоне N₇₀P₄₀, так и на фоне N₇₀P₆₀.

Таблица 1. Прибавка урожайности зеленой массы сорговых культур за счет минеральных удобрений

Система удобрений	Прибавка зеленой массы, ц/га		
	Сорго сахарное	ССГ	Суданская трава
P ₄₀ K ₈₀	198	146	114
P ₆₀ K ₈₀	218	175	130
P ₄₀ K ₁₀₀	225	178	124
P ₆₀ K ₁₀₀	249	203	152
N ₇₀ P ₄₀ K ₈₀	314	247	175
N ₇₀ P ₆₀ K ₈₀	347	266	203
N ₇₀ P ₄₀ K ₁₀₀	339	272	203
N ₇₀ P ₆₀ K ₁₀₀	380	291	234
N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	393	285	200
N ₉₀ P ₄₀ K ₁₀₀	419	304	223
N ₉₀ P ₆₀ K ₈₀	418	314	221
N ₉₀ P ₆₀ K ₁₀₀	466	359	272

Внесение более высокой дозы азота (N₉₀) сопровождалось самым высоким ростом прибавки сбора зеленой массы в среднем на 23 % для сорго сахарного, на 17 % для гибрида и на 12 % для суданской травы. Внесение более высокой дозы фосфора на фоне N₉₀K₈₀ обеспечило дополнительное получение зеленой массы сорговых культур от 21 до 29 ц/га. Эффективность фосфорных удобрений на фоне N₉₀K₁₀₀ была почти в 2 раза выше. Прибавка урожайности зеленой массы изменялась от 47 до 55 ц/га.

Анализ окупаемости минеральных удобрений зеленой массой показал, что внесение 1 кг д. в. фосфорно-калийных удобрений в посевах сорго сахарного обеспечивает получение 156–165 кг зеленой массы (табл. 2). Окупаемость NPK изменялась в диапазоне 162–187 кг зеле-

ной массы. Окупаемость 1 кг азотного удобрения при внесении 70 кг д. в/га составила 163–187 кг зеленой массы, 90 кг д. в/га – 214–241 кг.

Таблица 2. Окупаемость минеральных удобрений урожаем зеленой массы сорго

Культура	Система удобрений	PK:K	N ₇₀ :PK	N ₉₀ :PK	N ₉₀ :N ₇₀	NPK
Сорго сахарное	P ₄₀ K ₈₀	165				
	P ₆₀ K ₈₀	156				
	P ₄₀ K ₁₀₀	161				
	P ₆₀ K ₁₀₀	156				
	N ₇₀ P ₄₀ K ₈₀		166			165
	N ₇₀ P ₆₀ K ₈₀		184			165
	N ₇₀ P ₄₀ K ₁₀₀		163			162
	N ₇₀ P ₆₀ K ₁₀₀		187			165
	N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀			217	392	187
	N ₉₀ P ₄₀ K ₁₀₀			223	360	182
	N ₉₀ P ₆₀ K ₈₀			214	394	182
Сорго-суданковый гибрид	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₀₀			241	429	186
	P ₄₀ K ₈₀	122	–	–	–	–
	P ₆₀ K ₈₀	125	–	–	–	–
	P ₄₀ K ₁₀₀	127	–	–	–	–
	P ₆₀ K ₁₀₀	127	–	–	–	–
	N ₇₀ P ₄₀ K ₈₀	–	144	–	–	130
	N ₇₀ P ₆₀ K ₈₀	–	130	–	–	126
	N ₇₀ P ₄₀ K ₁₀₀	–	133	–	–	129
	N ₇₀ P ₆₀ K ₁₀₀	–	126	–	–	127
	N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀	–	–	155	195	136
	N ₉₀ P ₄₀ K ₁₀₀	–	–	144	191	132
Суданская трава	N ₉₀ P ₆₀ K ₈₀	–	–	150	210	136
	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₀₀	–	–	174	341	144
	P ₄₀ K ₈₀	95				
	P ₆₀ K ₈₀	93				
	P ₄₀ K ₁₀₀	88				
	P ₆₀ K ₁₀₀	95				
	N ₇₀ P ₄₀ K ₈₀		88			92
	N ₇₀ P ₆₀ K ₈₀		104			97
	N ₇₀ P ₄₀ K ₁₀₀		114			97
	N ₇₀ P ₆₀ K ₁₀₀		117			102
	N ₉₀ P ₄₀ K ₈₀			96	121	95
	N ₉₀ P ₄₀ K ₁₀₀			102	98	97
	N ₉₀ P ₆₀ K ₈₀			108	86	96
	N ₉₀ P ₆₀ K ₁₀₀			133	190	109

В посевах ССГ внесение 1 кг д. в. РК обеспечило получение 122–127 кг зеленой массы. Окупаемость азотных удобрений была выше в

вариантах с N_{70} и составила 126–144 кг зеленой массы, в вариантах с N_{90} – 144–174 кг.

Для суданской травы окупаемость фосфорно-калийных удобрений изменялась в пределах 88–95 кг зеленой массы. Окупаемость 1 кг д. в. азотных удобрений на фонах $P_{40}K_{80}$, $P_{40}K_{100}$ и $P_{60}K_{80}$ в среднем составила 102 кг зеленой массы и существенно не зависела от дозы.

В целом наиболее эффективной с агрономической точки зрения в посевах всех изучаемых видов сорго оказалась система удобрений $N_{90}P_{60}K_{100}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

2. Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / И. М. Богдевич [и др.] // Ин-т почвоведения и агрохимии НАН Беларуси. – Минск, 2010. – 24 с.

УДК 631.879+549.678

ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ ОСАДКОВ ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД И ИХ СОЧЕТАНИЙ С ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩЕЙ АГРОРУДОЙ НА ЭЛЕМЕНТЫ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

К. Н. Стельмах, аспирант

Е. Е. Кузина, канд. с.-х. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет»,
Пенза, Российская Федерация

Эффективность технологического мелиоративного приема повышения плодородия почвы в первую очередь определяется влиянием его на продуктивность сельскохозяйственных культур. Химическая и биологическая мелиорация повышает продуктивность сельскохозяйственных культур, качество растениеводческой продукции, снижает вредное антропогенное воздействие на почву, улучшает ее плодородие. В связи с этим разработка технологических приемов использования местных сырьевых ресурсов в качестве мелиорантов и удобрений является актуальной и имеет определенное практическое значение [1–5].

Цель исследований – изучение последствий мелиоративных норм осадков городских сточных вод (ОГСВ) и их сочетаний с цеолитсодержащей агрорудой на элементы структуры урожая сельскохозяйственных культур.

Исследования проводились в зернопаропропашном севообороте. Опыт был заложен на лугово-черноземной почве по следующей схеме: 1) без ОГСВ и цеолитсодержащей агроруды (контроль); 2) цеолитсодержащая агроруда; 3) ОГСВ, 100 т/га; 4) ОГСВ, 120 т/га; 5) ОГСВ, 140 т/га; 6) ОГСВ, 160 т/га; 7) ОГСВ, 180 т/га; 8) ОГСВ, 100 т/га + цеолитсодержащая агроруда; 9) ОГСВ, 120 т/га + цеолитсодержащая агроруда; 10) ОГСВ, 140 т/га + цеолитсодержащая агроруда; 11) ОГСВ, 160 т/га + цеолитсодержащая агроруда; 12) ОГСВ, 180 т/га + цеолитсодержащая агроруда.

Повторность опыта трехкратная. Размещение вариантов в опыте рендомизированное. Учетная площадь одной делянки – 4 м². В опыте использовались осадки сточных вод г. Пензы, которые характеризуются следующими показателями: содержание азота – 291, фосфора – 116 и калия – 120 мг/100 г осадков; углерода органического вещества – 21,2 %. В качестве химического мелиоранта в опыте использовалась цеолитсодержащая агроруда Лунинского месторождения Пензенской области с содержанием клиноптилолита 41 %. Осадки городских сточных вод и цеолитсодержащая агроруда были внесены в 2014 г. в паровое поле под основную обработку почвы. В опыте возделывались горох Джепкот, озимая пшеница Московская 56, гибрид кукурузы Ладожский 191 МВ.

Как показали исследования, число продуктивных стеблей гороха в период его уборки в вариантах опыта варьировалось от 112,2 до 118,2 шт/м². Достоверное увеличение количества продуктивных стеблей было отмечено на фоне последствий осадков городских сточных вод с нормами 160 и 180 т/га в комплексе с цеолитсодержащей агрорудой. Количество продуктивных стеблей в этих вариантах составляло 118,1–118,2 шт/м².

В контрольном варианте количество бобов на одном растении составляло 2,9 шт. В вариантах с односторонним последствием цеолитсодержащей агроруды, осадков городских сточных вод с нормами от 100 до 140 т/га и осадков городских сточных вод с нормой 100 т/га в комплексе с цеолитсодержащей агрорудой была отмечена тенденция к увеличению количества бобов с одного растения. Достоверное увеличение количества бобов на одном растении было отмечено в вариантах с односторонним последствием осадков городских сточных вод с нормами

160 и 180 т/га и в вариантах с последствием осадков городских сточных вод с нормами от 120 до 180 т/га в комплексе с цеолитсодержащей агрорудой. Количество бобов на одном растении в этих вариантах опыта превышало контроль на 0,4–0,5 шт. и составляло 3,3–3,4 шт.

В контрольном варианте количество зерен с одного растения составляло 9,3 шт., а их масса – 2,00 г. Последствие цеолитсодержащей агроруды достоверно увеличивало количество зерен с одного растения на 1,2 шт., массу зерна с растения – на 0,34 г. Осадки городских сточных вод, в зависимости от их нормы, достоверно повышали количество зерен с одного растения на 1,2–2,6 шт., а их массу – на 0,34–0,63 г.

На фоне последствия осадков городских сточных вод в комплексе с цеолитсодержащей агрорудой количество зерен с одного растения превышало контроль на 1,9–3,3 шт., а их массу – на 0,48–0,90 г.

Достоверное увеличение массы 1000 зерен обеспечивало последствие осадков городских сточных вод с нормами 160 и 180 т/га в комплексе с цеолитсодержащей агрорудой. Масса 1000 зерен гороха на фоне их последствия превышала контроль на 14,4–15,2 г.

В контрольном варианте число продуктивных стеблей в период уборки озимой пшеницы равнялось 512 шт/м².

В вариантах с односторонним последствием цеолитсодержащей агроруды и осадков городских сточных вод с нормой 100 т/га была отмечена тенденция к увеличению числа продуктивных стеблей и длины колоса озимой пшеницы. Последствие осадков городских сточных вод с нормами от 120 до 180 т/га и их последствие в комплексе с цеолитсодержащей агрорудой достоверно повышали число продуктивных стеблей и длину колоса. Увеличение по отношению к контрольному варианту составляло 24–48 шт. и 0,4–1,6 см.

В варианте без использования осадков городских сточных вод и цеолитсодержащей агроруды число зерен в колосе в период уборки озимой пшеницы равнялось 24,4 шт., а их масса – 0,92 г.

Последствие цеолитсодержащей агроруды увеличивало число зерен в колосе по отношению к контролю на 0,5 шт., а массу зерен с колоса – на 0,03 г.

Достоверное увеличение числа зерен в колосе и массы зерна с колоса было отмечено в вариантах с последствием осадков городских сточных вод с нормами от 120 до 180 т/га и осадков городских сточных вод с нормами от 100 до 180 т/га в комплексе с цеолитсодержащей агрорудой. На фоне одностороннего последствия осадков городских сточных вод с нормами от 120 до 180 т/га число зерен в колосе изме-

нялось в интервале от 25,7 до 28,0 шт., а их масса – от 0,99 до 1,10 г. В вариантах с последствием осадков городских сточных вод в комплексе с цеолитсодержащей агрорудой число зерен в колосе изменялось от 25,9 до 28,6 шт., а масса зерна с колоса – от 1,00 до 1,13 г.

В вариантах с последствием цеолитсодержащей агроруды, осадков городских сточных вод с нормами от 100 до 140 т/га и осадков городских сточных вод с нормой 100 т/га в комплексе с цеолитсодержащей агрорудой масса 1000 зерен несущественно отличалась от контроля.

Достоверное увеличение массы 1000 зерен было отмечено в вариантах с последствием осадков городских сточных вод с нормами 160 и 180 т/га и в вариантах с последствием осадков городских сточных вод с нормами 120–180 т/га в комплексе с цеолитсодержащей агрорудой. Масса 1000 зерен на их фоне варьировалась от 39,0 до 39,6 г.

При выращивании кукурузы на зерно в условиях 2021 г. в контрольном варианте длина початка равнялась 14,8 см, число зерен с одного початка составляло 386 шт., а их масса равнялась 70,9 г, масса 1000 зерен – 183,7 г, выход зерна с одного початка составлял 75,6 %.

На фоне последствия цеолитсодержащей агроруды была отмечена тенденция положительного изменения элементов структуры урожая кукурузы.

Одностороннее последствие осадков городских сточных вод с нормами от 120 до 180 т/га достоверно увеличивало длину початка на 1,5–2,9 см, а при комплексном последствии с цеолитсодержащей агрорудой – на 2,0–3,6 см.

Число зерен в початке на фоне одностороннего последствия осадков городских сточных вод варьировалось от 395 до 451 шт., а масса зерна с одного початка – от 74,1 до 85,2 г. Достоверное увеличение данных показателей обеспечивало последствие осадков городских сточных вод с нормами от 120 до 180 т/га.

На фоне последствия осадков городских сточных вод в комплексе с цеолитсодержащей агрорудой выход зерна с одного початка варьировался от 414 до 460 шт. при массе зерна от 79,1 до 88,9 г, достоверно превышая контроль на 28–75 шт. и на 8,2–18,0 г соответственно.

Масса 1000 зерен в вариантах опыта варьировалась от 183,7 до 194,8 г. Достоверное увеличение массы 1000 зерен было отмечено на фоне последствия осадков городских сточных вод с нормами 160 и 180 т/га в комплексе с цеолитсодержащей агрорудой.

Таким образом, наиболее существенное влияние на положительные изменения элементов структуры урожая оказало одностороннее после-

действие повышенных норм осадков городских сточных вод и их последствие в комплексе с цеолитсодержащей агрорудой.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-316-90007.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арефьев, А. Н. Изменение физико-химических свойств лугово-черноземной почвы и продуктивности звена зернопаропропашного севооборота под влиянием осадков сточных вод и цеолита / А. Н. Арефьев, Е. Е. Кузина, Е. Н. Кузин // Нива Поволжья. – 2017. – № 1 (42). – С. 9–15.
2. Вильдфлуш, И. Р. Влияние органических, макро-, микроудобрений и регулятора роста на динамику роста и продуктивность кукурузы при возделывании ее на зерно / И. Р. Вильдфлуш, С. С. Мосур // Вестник БГСХА. – 2020. – № 2. – С. 57–61.
3. Вильдфлуш, И. Р. Урожайность и качество зеленой массы кукурузы в зависимости от применяемых органических, макро-, микроудобрений и регулятора роста / И. Р. Вильдфлуш, С. С. Мосур // Вестник БГСХА. – 2021. – № 2. – С. 70–74.
4. Кузин, Е. Н. Изменение плодородия чернозема выщелоченного и продуктивности сельскохозяйственных культур под действием полимерной мелиорации и удобрений / Е. Н. Кузин, А. Н. Арефьев, Е. Е. Кузина. – Пенза, 2011. – 168 с.
5. Коготько, Е. И. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от сорта, удобрений, росторегуляторов и инокулянта / Е. И. Коготько, И. Р. Вильдфлуш // Земледелие и растениеводство. – 2020. – № 6. – С. 23–28.

УДК 631.811:633.521:631.442.1

МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

Н. В. Степанова, канд. с.-х. наук, доцент

РУП «Институт льна»,

аг. Устье, Оршанский район, Республика Беларусь

Минеральное питание является одним из основных факторов формирования урожайности культуры. Использование минеральных удобрений при возделывании льна должно быть рациональным и научно обоснованным. Недостаточное и избыточное их потребление растениями приводит к недобору урожая и повышению себестоимости льнопродукции. Оптимизация минерального питания льна-долгунца, направленная на применение экономически оправданных доз удобрений и повышение урожайности при требуемом качестве льнопродукции, является одним из главных элементов технологии его возделывания и целью данной работы.

Исследования осуществлялись в слабо засушливых погодных условиях периода вегетации 2019 г. (ГТК – 1,3) и переувлажненных – 2020 г. (ГТК – 1,9). Полевые опыты были заложены на агродерново-подзолистой связно-супесчаной почве, развивающейся на водно-ледниковых пылевато-песчаных супесях, подстилаемых моренным суглинком с глубины 0,7–0,8 м, с содержанием органического вещества 1,6–1,8 %, подвижных форм фосфора 160–165, калия 145–180, цинка 3,6–4,6, бора 0,47–0,52, меди 1,2–2,4 мг/кг почвы, с обменной кислотностью почвы pH_{KCl} 5,2–5,4. Минеральные удобрения вносились весной в виде двойного суперфосфата, хлористого калия, КАС, сульфата цинка, сульфата меди, борной кислоты, сернокислого марганца.

Лен не требует большого количества минерального азота. Избыточное азотное питание приводит к наращиванию биомассы растений в ущерб образованию волокна, снижает содержание волокна в стеблях, особенно длинной фракции, вследствие чего происходит снижение урожайности и повышение себестоимости волокна [1]. Увеличение содержания азота в стебле стимулирует образование труднорастворимых форм пектинов, что затрудняет отделяемость костры от волокна, снижая расчетный номер трепаного волокна, вызывает обводненность тканей растений льна, уменьшение толщины кутикулы и оболочки клетки, что облегчает проникновение патогенов в ткани растений, приводит к снижению массы и масличности семян [2].

При содержании в почве органического вещества 1,6–1,8 % оптимальной дозой минерального азота установлено 30 кг д. в/га при внесении в почву перед посевом льна, что обеспечило получение средней урожайности семян 5,7 ц/га, тресты 45,1 ц/га средним номером 1,62, волокна 14,2 ц/га, в том числе длинного 8,4 ц/га, прибыли 675,9 руб/га при рентабельности выращивания льна 46 %. Повышение дозы азотного удобрения до 45 кг д. в/га обеспечило тенденцию к увеличению урожайности семян и тресты, но снижало общее содержание волокна в тресте на 1,1 % и длинного волокна на 3,3 %, урожайность длинного волокна на 1,3 ц/га (на 15 %), качество тресты на 2 сортомера, прибыль на 500,9 руб/га, рентабельность выращивания на 35 % по отношению к дозе азота 30 кг д. в/га. Дополнительная подкормка растений в фазе «елочка» азотом в дозе 15 кг д. в/га на фоне внесения в почву 30 кг д. в/га азота также снижала урожайность длинного волокна на 13 %, качество тресты на 2 сортомера и прибыль на 489,9 руб/га. Применение высоких доз азотного удобрения отрица-

тельно влияло на разрывную нагрузку и гибкость волокна, но не снижало расчетный номер длинного трепаного волокна, определяющим фактором которого являлась горстевая длина.

Избыток фосфатов в почве способствует образованию нерастворимого фосфата цинка $Zn_3(PO_4)_2$, что затрудняет поступление важного для льна микроэлемента в растения [3], снижает синтетические процессы, в результате чего происходит преждевременное созревание и снижение урожайности и качества продукции [4]. При повышенном содержании в почве подвижных фосфатов в среднем за годы исследований максимальные урожайность семян 7,0 ц/га, тресты 45,6 ц/га номером 0,50, волокна 13,8 ц/га, в том числе длинного 8,2 ц/га, прибыль 639,4 руб/га при рентабельности выращивания льна 43 % обеспечило внесение 30 кг д. в/га фосфорного удобрения. Применение фосфора в дозах 60–90 кг д. в/га снижало прибыль на 40,1–106,6 руб/га, рентабельность на 4–9 %; в дозах 120–150 кг д. в/га – на 224,0–359,1 руб/га и 17–25 % соответственно по отношению к дозе 30 кг д. в/га.

В больших концентрациях калий проявляет антагонистическое действие на поступление в растения кальция, магния, натрия, уменьшает поступление в них бора [3]. На почве со средним содержанием подвижного калия максимальные прибыль 646,0 руб/га и рентабельность 43 % получены при внесении калия в дозе 120 кг д. в/га, обеспечившего урожайность семян 7,2 ц/га, тресты 46,6 ц/га номером 1,50, волокна 14,4 ц/га, в том числе длинного 8,6 ц/га. Повышение дозы калия до 210–240 кг д. в/га снижало прибыль на 42,3–70,5 руб/га и рентабельность выращивания льна на 3–4 %.

Лен-долгунец относится к группе культур чувствительных по отношению к недостатку микроэлементов, особенно цинка. При средней обеспеченности почвы цинком, бором, средней и низкой обеспеченности медью максимальные прибыль 677,6 руб/га и рентабельность 44 % получены при внесении в почву 2,0 кг д. в/га минерального цинка; урожайность семян составила 7,1 ц/га, тресты – 47,0 ц/га номером 1,50, волокна – 14,3 ц/га. Максимальные прибавки семян 1,4, тресты 3,7 и волокна 1,6 ц/га получены при совместном внесении в почву бора в дозе 1 кг д. в/га, цинка 2, меди 1, марганца 2 кг д. в/га, но увеличение затрат на микроудобрения снижало экономическую эффективность производства льнопродукции.

В среднем за 2019–2020 гг. внесение под лен-долгунец 15–45 кг д. в/га азотного удобрения по сравнению с контрольным вариантом повышало содержание азота в семенах на 0,27–1,02 %, в соломе на 0,10–0,16 %, что увеличивало хозяйственный вынос азота урожаем с

48 до 58–73 кг/га (на 20–51 %), а затраты азота на формирование тонны волокна составили 46–52 кг/т. Внесение 15–45 кг д. в/га азотного удобрения повышало общий вынос калия на 3,3–10,9 кг/га (на 6–21 %), однако затраты калия на формирование тонны волокна были ниже на 5,1–5,5 кг/т (на 10–11 %). Увеличение дозы азотного удобрения до 45 кг д. в/га повышало содержание фосфора в семенах на 0,16 %, в соломе на 0,05 %, в мякине на 0,06 %, общее потребление фосфора урожаем с 19 до 27 кг/га (на 42 %), затраты его на формирование тонны волокна с 18 до 19 кг/т (на 6 %).

Использование фосфатов урожаем льна-долгунца составляло 5,0 % от общего их запаса на гектаре (488 кг/га). Коэффициент использования фосфора льном из внесенного удобрения в дозе 30 кг д. в/га достигал 5,0 %. Увеличение дозы внесения фосфора с 30 до 90 кг/га снижало коэффициент использования удобрения с 5,0 до 1,3 %, до 150 кг/га – до 0,3 % соответственно. В общем выносе фосфора урожаем льна доля его использования из фосфорного удобрения составляла 5–6 %, из почвы – 94–95 %. Применение разных доз фосфорного удобрения практически не влияло на затраты фосфора при формировании тонны волокна, которые составили 18,7–19,5 кг P_2O_5 .

Из общего запаса в почве подвижного калия использование его урожаем льна из почвы составляло в среднем 11,6 %. При дозах внесения калия 60–120 кг д. в/га коэффициент использования его льном из удобрения достигал 5,3–5,8 %. При увеличении дозы до 210–240 кг д. в/га коэффициент использования калия по сравнению с дозой 120 кг д. в/га снижался на 2,9–3,8 %. Применение калийного удобрения практически не влияло на затраты калия при формировании тонны волокна, которые составили 44,2–45,8 кг K_2O .

Заключение. При повышенном содержании в дерново-подзолистой связно-супесчаной почве фосфора, среднем содержании калия, цинка, бора, среднем и низком содержании меди, органического вещества 1,6–1,8 % оптимальными установлены дозы азота 30, фосфора 30, калия 120, цинка 2 кг д. в/га при внесении в почву перед посевом, обеспечившие получение урожайности семян 6–7 ц/га, тресты 45–47 ц/га средним номером 1,50–1,62, волокна 14 ц/га, расчетной прибыли 639–678 руб/га при рентабельности выращивания льна 43–46 %.

На формирование тонны волокна необходимо 46 кг азота, 19 кг фосфора, 44 кг калия. В общем выносе фосфора и калия урожаем льна доля их использования составила: из удобрения – фосфора 5–6 %, калия 8–11 %; из почвы – фосфора 94–95 %, калия 89–92 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прудников, В. А. Исследования по агротехнике льна / В. А. Прудников. – Минск: Полиграфт, 2016. – 174 с.
2. Абушинова, Е. В. Продуктивность семян льна масличного в зависимости от применения азотных удобрений на дерново-карбонатных почвах в условиях Ленинградской области: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Е. В. Абушинова. – Санкт-Петербург, 2018. – 142 с.
3. Усовершенствованная система применения удобрений в льняном севообороте / В. Я. Тихомирова [и др.]; под общ. ред. В. Я. Тихомировой. – Торжок, 2005. – 81 с.
4. Мосолов, И. В. Физиологические основы применения минеральных удобрений / И. В. Мосолов. – Москва: Колос, 1979. – 252 с.
5. Удобрения, их свойства и способы использования / под ред. Д. А. Коренькова. – Москва: Колос, 1982. – 415 с.

УДК 631.5:633.521:631.84(89)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ В ПОСЕВАХ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

Н. В. Степанова, канд. с.-х. наук, доцент

Н. А. Сапего, аспирант

РУП «Институт льна»,

аг. Устье, Оршанский район, Республика Беларусь

Большое внимание уделяется разработке и применению специальных видов комплексных минеральных удобрений с модифицирующими добавками (микроэлементами, регуляторами роста растений, средствами защиты и т. д.) для различных сельскохозяйственных культур.

Комплексные азотно-фосфорно-калийные удобрения для льна масличного с микроэлементами разработаны РУП «Институт почвоведения и агрохимии» в 2010–2011 гг., изучены совместно с РУП «Институт льна» и предложены для использования льносеющими организациями страны. Они сбалансированы по содержанию и соотношению элементов питания с учетом биологических особенностей культуры. Макро- и микроэлементы включены в одну гранулу с наиболее приемлемым соотношением элементов питания, вносятся за один проход техники, что сокращает затраты на их внесение и уменьшает уплотнение почвы, повышает устойчивость растений к болезням [1, 2].

Эффективность твердых комплексных удобрений для льна масличного марок 13:11:22; 12:14:28 с микроэлементами бора, цинка, железа для основного внесения в почву изучалась на дерново-подзолистой

среднесуглинистой почве, с повышенным содержанием фосфора – 220–230 и калия – 200–230 мг/кг почвы, органического вещества – 1,6–2,2 %, обменной кислотности pH_{KCl} 5,0–5,8.

Содержание микроэлементов в удобрении зависит от марки: N:P:K = 12:14:28 содержит бора 0,75–1,05, цинка 1,20–1,68, железа 1,0–1,4 кг д. в/га; N:P:K = 13:11:22 – бора 0,77–1,23, цинка 1,15–1,85, железа 0,77–1,23 кг д. в/га. Дозы внесения в почву комплексных удобрений под посев льна масличного рассчитывались по азоту.

В качестве контрольного варианта для сравнительной оценки эффективности комплексных удобрений использовались стандартные удобрения: аммиачная селитра, хлористый калий, двойной суперфосфат.

В среднем за годы исследования применение комплексного удобрения марки N:P:K = 12:14:28 с B, Zn, Fe в дозах $N_{50}P_{59}K_{117}$ (сумма NPK = 226 кг д. в/га), $N_{70}P_{82}K_{163}$ (сумма NPK = 315 кг д. в/га), $N_{90}P_{105}K_{210}$ (сумма NPK = 405 кг д. в/га) обеспечивало сбор семян 15,5–15,7 ц/га и масла 6,3–6,6 ц/га на уровне стандартных минеральных удобрений. При использовании комплексного удобрения марки N:P:K = 13:11:22 с B, Zn, Fe в дозах $N_{50}P_{43}K_{85}$ (сумма NPK = 178 кг д. в/га), $N_{70}P_{60}K_{118}$ (сумма NPK = 248 кг д. в/га) и $N_{90}P_{76}K_{152}$ (сумма NPK = 318 кг д. в/га) максимальные урожайность семян 17,0 ц/га и сбор масла 7,0 ц/га получены при дозе $N_{70}P_{60}K_{118}$. По отношению к эквивалентной дозе внесения стандартных удобрений из расчета по действующему веществу азота 70, фосфора 60, калия 118 кг д. в/га (контроль) достоверная прибавка семян составила 1,1 ц/га (6,9 %), масла – 0,5 ц/га (7,7 %).

В оптимальных условиях вегетации льна масличного 2018–2019 гг. (ГТК – 1,5–1,6) максимальная средняя урожайность семян 18,5 ц/га и сбор масла 6,9 ц/га получены от применения комплексного удобрения марки N:P:K = 13:11:22 с B, Zn, Fe в дозе $N_{60}P_{40}K_{80}$ (сумма NPK = 180 кг д. в/га) с прибавкой по отношению к аналогичной дозе использования стандартных удобрений 1,6 ц/га (7,7 %) и 0,6 ц/га (8,7 %) соответственно. В условиях избыточного увлажнения периода вегетации льна 2020 г. (ГТК – 1,9) урожайность семян снижалась до 12,9 ц/га с прибавкой к контролю 0,7 ц/га (5,7 %), сбор масла – до 5,2 ц/га.

Масличность семян льна в большей степени зависела от погодных условий, чем от форм и доз применяемых удобрений, и варьировалась в среднем за годы исследования в пределах 40,2–46,4 %.

На современном этапе в растениеводстве ставится задача по снижению затрат на производство возделываемой культуры и получению

максимальной отдачи от вложенных средств при увеличении объема производства и улучшении качества продукции.

Экономическая оценка применения комплексных удобрений с модифицирующими добавками при основном внесении в почву производилась по технологической карте возделывания льна масличного, включающей все виды работ осеннего и весеннего периодов, ухода за посевами, уборки урожая и доработки продукции; стоимость удобрений – по отпускной цене производителя ОАО «Гомельский химический завод».

Производственные затраты на получение семян в вариантах с изучаемыми формами и дозами комплексных удобрений с модифицирующими добавками по сравнению с внесением в почву стандартных удобрений увеличивались на 2–23 %. Стоимость комплексных удобрений в зависимости от расчетной дозы NPK и микроудобрений превышала стоимость стандартных удобрений в эквивалентной дозе внесения по азоту на 11–18 %, при повышении дозы азота до 90 кг д. в/га – на 52–87 %. Этим объясняется снижение условного чистого дохода и рентабельности выращивания льна масличного. Применение комплексных удобрений в технологии возделывания льна масличного на семена повышало себестоимость центнера семян по отношению к стандартным удобрениям на 2–26 %.

Заключение. Применение твердых комплексных удобрений с микроэлементами цинка, бора, железа, разработанных для внесения в почву под лен масличный, рассчитывают по азоту в зависимости от планируемой урожайности и содержания в почве подвижных форм фосфора и калия. Наиболее эффективно использование удобрения марки 13:11:22 с B, Zn, Fe в дозе $N_{70}P_{60}K_{118}$, а в оптимальных условиях вегетации льна – в дозе $N_{60}P_{40}K_{80}$, обеспечившее 7–8 % прибавки урожайности семян по сравнению с внесением стандартных удобрений и идентичный чистый доход с гектара, но за счет разницы в цене удобрений рентабельность выращивания льна масличного снижалась на 3,5 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пироговская, Г. В. Экономическая эффективность применения комплексных удобрений с модифицирующими добавками в технологии возделывания льна масличного / Г. В. Пироговская, Ю. Г. Милоста // Весці Нац. акад. навук Беларусі. – 2013. – № 4. – С. 46–54.
2. Прудников, В. А. Проблемы кальциевого хлороза льна-долгунца / В. А. Прудников, П. А. Евсеев, Д. А. Белов // Льноводство: реалии и перспективы: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Устье, 27–28 июня 2013 г. / РУП «Ин-т льна»; редкол.: В. А. Прудников [и др.]. – Могилев, 2013. – С. 127–133.

ВЛИЯНИЕ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ СТЕБЛЕВОЙ ФОРМЫ БЕЛОЙ ГНИЛИ ПОДСОЛНЕЧНИКА НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СКЛЕРОЦИЕВ

Н. В. Устинова, ст. преподаватель

Я. С. Красноженова, студентка

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Склеротиниоз подсолнечника является одной из самых распространенных болезней и встречается во всех районах возделывания данной культуры. В годы, благоприятные для развития возбудителя, болезнь чрезвычайно патогенна и при массовом развитии потери урожая могут достигать 80 %. Вредоносность склеротиниоза заключается в загнивании проростков и выпадении всходов, при поражении взрослых растений происходит излом стебля с обнажением проводящих пучков в виде шнуров, а пораженные корзинки частично или полностью разрушаются.

Развитие болезни сопровождается образованием мокнущих бурых пятен, которые с течением времени покрываются плотным войлочным налетом с последующим образованием склероциев.

Склероции представляют собой морфологические структуры, образующиеся в результате плотного сплетения гиф мицелия, предназначенные для сохранения жизнеспособности и размножения возбудителя. Размер склероциев варьируется от 1–15 мм до 10–12 см; по форме могут быть округлыми, овальными, удлинёнными или неправильной формы, при благоприятных условиях для их формирования (температура воздуха – 15–20 °С и влажность – не менее 55 %) склероции образуют сплетения, повторяющие полости поражаемых органов [1, 2, 4].

По сведениям Л. Чук, при эпифитотии белой гнили количество склероциев может достигать 400–600 кг/га [3, 4]. По данным А. И. Парфенюк, более патогенными являются крупные склероции. Согласно исследованиям этого же автора крупные склероции образуются во влажных и прохладных условиях, мелкие – в сухую, жаркую погоду [3].

Данная статья посвящена оценке влияния степени распространения стеблевой формы белой гнили (в зависимости от фунгицидной обра-

ботки) на размер, массу и количество склероциев в пораженных стеблях.

Цель исследований – изучить влияние распространенности стеблевой формы белой гнили на биометрические показатели склероциев.

Исследования проводились в условиях УНЦ «Опытные поля БГСХА» в 2013–2015 гг. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на лессовидных суглинках, слабо-кислая (pH_{KCl} 5,9–6,0), содержание гумуса – 1,9–2,0 %, обеспеченность подвижными формами P_2O_5 – 172–178 и K_2O – 278–281 мг/кг почвы. Площадь опытной делянки – 50 м², повторность опыта четырехкратная, размещение делянок систематическое. Посев осуществлен в первой декаде мая (Агат F₁), формирование густоты растений к уборке – 60 тыс. шт/га. После посева до всходов культуры вносили гербицид Стомп, 33 % к. э. (5 л/га), в фазе начала закладки соцветий – Эколист моно бор (3 л/га), минеральные удобрения применялись в дозе N₆₀P₆₀K₉₀. Учет склероциев осуществлялся одновременно с учетом болезней в ст. 85 путем осмотра 30 растений на опытной делянке, биометрические показатели склероциев измеряли в лабораторных условиях, средний размер склероциев вычисляли путем расчета средней арифметической длины 10 типичных для выборки склероциев.

Корреляционная зависимость распространенности стеблевой формы белой гнили (в зависимости от схемы опыта) и биометрических показателей склероциев представлена в таблице.

Влияние распространенности стеблевой формы белой гнили на биометрические показатели склероциев

Показатель	2013 г.	2014 г.
Распространенность (X) – количество склероциев, шт/раст. (среднее) (Y)		
$r \pm S_r$	0,485 ± 0,212	0,313 ± 0,250
d_{yx}	23,48	9,80
Уравнение регрессии	$Y = 32,0787 + 2,2372X$	$Y = 48,7728 + 0,7919$
Распространенность (X) – размер склероциев, мм (среднее) (Y)		
$r \pm S_r$	0,289 ± 0,254	0,676 ± 0,151
d_{yx}	8,38	45,73
Уравнение регрессии	$Y = 3,8693 + 0,1836X$	$Y = 4,1881 + 0,1177X$
Распространенность (X) – масса склероциев, г/раст. (среднее) (Y)		
$r \pm S_r$	0,440 ± 0,224	0,090 ± 0,275
d_{yx}	19,39	0,80
Уравнение регрессии	$Y = 2,7454 + 0,1739X$	$Y = 5,2241 + 0,0121X$

В период проведения исследования погодные условия 2013 и 2014 г. складывались благоприятно для развития стеблевой формы белой гнили, в 2015 г. данная форма склеротиниоза не зафиксирована. Распространенность болезни в 2013 г. в контрольном варианте опыта составила 3,3 %, в изучаемых вариантах опыта варьировалась от 0,8 до 3,3 %. В 2014 г. погодные условия являлись более благоприятными для развития склеротиниоза. Так, в период развития стеблевой формы ГТК составил 1,4–1,7, против 0,9–1,6 в 2013 г. Распространенность стеблевой формы белой гнили в 2014 г. в контрольном варианте составила 10,0 %, в изучаемых – 9,2–10,0 %.

В период наблюдений биометрические показатели отличались по годам. Так, в 2013 г. количество склероциев на пораженных стеблях варьировалось от 27 до 59, в 2014 г. – от 30 до 88 шт. на растении. Данный биометрический показатель в средней мере зависит от степени распространения стеблевой формы белой гнили и до 23,48 % определяет их число.

Размер склероциев в 2013 г. в среднем составил 4,2 мм, минимальное значение – 1, максимальное – 8 мм; в 2014 г. размер склероциев варьировался от 2 до 11 мм, в среднем данный показатель составил 5,0 мм. Согласно корреляционно-регрессионному анализу установлено, что размер склероциев в зависимости от года исследования в слабой или средней степени зависел от распространенности стеблевой формы склеротиниоза.

Масса склероциев с растения в 2013 г. варьировалась в диапазоне от 2,7 до 3,7 г, в 2014 г. составила 4,7–6,0 г. В 2013 г. масса склероциев на 19,39 % зависела от распространенности стеблевой формы белой гнили и в средней степени коррелировала с данным показателем. В 2014 г., более благоприятном для развития склеротиниоза, зависимость массы склероциев и степени развития стеблевой формы не установлена.

Таким образом, на основании корреляционно-регрессионного анализа установлено, что размер склероциев, их масса и количество до 45,73 % определяются степенью распространения стеблевой формы белой гнили.

ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас болезней сельскохозяйственных культур: в 5 т. / под общ. ред. Й. Станчевой. – София – Москва: ПЕНСОФТ, 2003. – Т. 4: Болезни технических культур. – С. 96–114.
2. Лукомец, В. М. Атлас болезней растений подсолнечника / В. М. Лукомец, И. А. Котлярова, Г. А. Терещенко // Федер. гос. бюджет. науч. учреж. «Всерос. науч.-

исслед. ин-т маслич. культур им. В. С. Пустовойта». – Краснодар: ФГБНУ ВНИИМК, 2015. – 67 с.

3. Парфенюк, А. И. Патогенность возбудителей белой и серой гнилей и разработка методов оценки устойчивости подсолнечника к заболеваниям: дис. ... канд. биол. наук: 06.01.11 / А. И. Парфенюк. – Киев, 1984. – 139 с.

4. Пивень, В. Т. Защита подсолнечника от белой и серой гнилей / В. Т. Пивень // Защита и карантин растений. – 1998. – № 12. – С. 38–39.

5. Чук, Л. Селекция подсолнечника на устойчивость к *Sclerotinia libertine* Fusk. / Л. Чук // Материалы VII Междунар. конф. по подсолнечнику. – Москва: Колос, 1978. – С. 37–41.

УДК 543.51;631.8;632.122

ВЛИЯНИЕ РОСТСТИМУЛЯТОРОВ НА НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ПОДСОЛНЕЧНИКОМ ОДНОЛЕТНИМ И ФЕСТУЛОЛИУМОМ

М. И. Хвощевский, студент

А. П. Колбас, канд. биол. наук, доцент

УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»,
Брест, Республика Беларусь

Загрязнение почвы является типом деградации земель, при котором диапазон естественных или антропогенных составляющих превышает предельно допустимую концентрацию в естественной почвенной среде [1]. Особенно актуальна проблема полиэлементного загрязнения почв. Автомобильный транспорт, промышленные и котельные предприятия – одни из многочисленных факторов загрязнения почв такими потенциально токсичными металлами (ПТМ), как свинец, медь, цинк, железо, кадмий и марганец. По оценкам ВОЗ, в последние годы во всем мире умерло более 12,6 млн. человек от болезней, вызванных загрязнением почвы [2].

В качестве решения этой проблемы могут применяться современные и перспективные биотехнологические методы, в частности, методы фиторемедиации почв. Для повышения ее эффективности за счет влияния на урожайность фиторемедиационных культур могут быть использованы ростстимуляторы.

Цель исследований – изучить в лабораторных условиях влияние рострегуляторов (брасиностероидов и некоторых гуминовых веществ) на фестулолиум (*Festulolium*) и подсолнечник однолетний (*Helianthus annuus* L.) как потенциальные кандидаты для фитостабили-

зации и фитоэкстракции ПТМ в почвах с полиэлементным загрязнением.

Почвы с 1%-ным содержанием свинцовой золы были предоставлены государственным научным учреждением «Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси».

Растения были подвержены различным типам обработки (табл. 1) и высажены в емкости объемом 0,5 л, которые были помещены в климатизированное помещение Зимнего сада Центра экологии БрГУ имени А. С. Пушкина. Через месяц растения были собраны, высушены и взвешены. Содержание ТМ в образцах определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе SOLAAR MkII M6. Double Beam AAS в государственном научном учреждении «Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси».

Таблица 1. Схема опытов

Номер опыта	Вариант опыта	Концентрация, %	Тип обработки
1	Контроль (чистый)	—	—
2	Контроль с золой	—	—
3	Эпин	10^{-9}	I
4	Эпин	10^{-9}	II
5	Оксигумат	100	I
6	Оксигумат	100	II
7	960*	10^{-11}	I
8	990*	10^{-10}	I
9	960*	10^{-11}	II
10	990*	10^{-10}	II

Примечание. I – замачивание семян, II – внекорневая обработка.

*Предоставлены Институтом биоорганической химии НАН Беларуси.

Была определена минераломасса ПТМ в подземных и надземных органах фестулолиума (табл. 2) и подсолнечника однолетнего (табл. 3). Все опыты с ростостимуляторами в дальнейшем анализировались путем сравнения с контролями.

При анализе минераломассы корней фестулолиума отмечается предпочтительный вынос Fe. Повышенное содержание Pb уменьшает вынос этого элемента, а также вынос Fe и Zn в контрольном варианте с золой.

Таблица 2. Минераломасса ПТМ, накопленных в подземных и надземных органах фестулолиума (*Festulolium*)

Но- мер опыта	Минераломасса, мкг/раст.						
	Pb	Cd	Cu	Zn	Fe	Mn	Суммар- ный вынос
Корень/Побег							
1	0,01/0,003	0,001/0,001	0,04/0,021	0,28/0,117	1,21/0,136	0,06/0,034	1,6/0,312
2	0,15/0,006	0,005/0,001	0,04/0,023	0,2/0,119	0,63/0,121	0,03/0,033	1,04/0,304
3	0,3/0,012	0,008/0,002	0,05/0,052	0,33/0,267	1,28/0,234	0,04/0,071	2,01/0,637
4	0,32/0,009	0,01/0,002	0,06/0,039	0,35/0,214	1,48/0,189	0,05/0,061	2,27/0,512
5	0,28/0,009	0,009/0,002	0,06/0,036	0,34/0,194	0,94/0,172	0,03/0,051	1,67/0,463
6	0,23/0,008	0,009/0,001	0,05/0,044	0,3/0,211	1,07/0,202	0,04/0,057	1,7/0,523
7	0,26/0,009	0,009/0,002	0,05/0,041	0,34/0,232	0,98/0,191	0,04/0,056	1,67/0,53
8	0,2/0,003	0,007/0,001	0,03/0,014	0,25/0,085	1,02/0,076	0,03/0,023	1,55/0,2
9	0,27/0,01	0,01/0,002	0,06/0,039	0,33/0,218	1,56/0,211	0,05/0,063	2,28/0,543
10	0,16/0,005	0,007/0,001	0,04/0,023	0,21/0,123	0,63/0,118	0,02/0,038	1,06/0,307

Таблица 3. Минераломасса ПТМ, накопленных в подземных и надземных органах подсолнечника однолетнего (*Helianthus annuus* L.)

Номер опыта	Минераломасса, мкг/раст.						
	Pb	Cd	Cu	Zn	Fe	Mn	Суммарный вынос
Корень/Побег							
1	0,03/0,01	0,001/0,02	0,084/0,81	0,53/6,89	4,01/3,41	0,12/2,3	4,77/13,44
2	0,93/0,15	0,02/0,07	0,11/1	0,71/6,35	3,99/3,35	0,13/2,52	5,88/13,44
3	5,53/0,25	0,05/0,17	0,43/1,86	2,8/11,5	25,07/5,54	0,64/3,04	34,52/22,35
4	2,15/0,28	0,031/0,14	0,24/1,44	1,44/9,5	8,16/4,28	0,26/2,3	12,28/17,93
5	2,67/0,35	0,04/0,2	0,28/1,84	1,62/12,33	10,16/5,57	0,3/2,74	15,07/23,04
6	1,14/0,24	0,02/0,11	0,13/1,22	0,72/8,38	3,67/4,38	0,12/2,54	5,8/16,87
7	2,41/0,31	0,03/0,13	0,21/1,58	1,31/9,54	9,87/5,12	0,27/2,74	14,1/19,42
8	3,63/0,22	0,04/0,13	0,3/1,24	2,1/9,59	18,53/4,45	0,53/2,99	25,14/18,64
9	0,97/0,13	0,01/0,06	0,09/0,86	0,65/5,63	3,37/2,88	0,11/1,76	5,2/11,31
10	1,78/0,17	0,03/0,09	0,21/0,89	1,04/6,8	5,67/3,08	0,19/1,82	8,92/12,86

Опыты с опрыскиванием растений эпином и его производным 960 показывают наилучшие результаты по суммарному выносу элементов – 118,91 и 119,8 % относительно контроля соответственно.

При опрыскивании эпином наблюдается повышение выноса Pb (117,31 %) и Cd (113,5 %). Обработка производным 960 также улучшает накопление Cd (109,81 %). Эффективнее всего Cu накапливался в опытах с замачиванием семян в оксигумате (76,72 %), опрыскиванием производным 960 (75,45 %) и опрыскиванием эпином (72,02 %). На накопление Zn положительный эффект оказывают опрыскивание эпином (75,54 %), замачивание семян в производном 960 (72,29 %) и оксигумате (71,01 %). При обработке путем опрыскивания производным 960 наблюдается наибольший вынос Fe и Mn – 148,36 и 102,22 % соответственно.

Динамика накопления ПТМ в побеге отличается от динамики накопления в корне. Так, вынос Fe и Zn в разы превосходит вынос других элементов. В опытах с рострегуляторами поглощение Zn превышает поглощение Fe. Содержание Pb и Cd незначительно. Также если при анализе минераломасс корней в контрольных опытах выявлена разница в выносе ПТМ, то при анализе в побегах значения опытов нивелируются с контролем. Замачивание семян в эпине лучше всего повлияло на вынос каждого из анализируемых ПТМ и, соответственно, на суммарные значения. При замачивании семян в производном 990 наблюдается уменьшение выноса каждого из элементов, а суммарный вынос уменьшается на 32,2 %.

При сравнении данных о минераломассе корней подсолнечника установлено, что в контрольных вариантах почти не наблюдаются изменения и они отличаются лишь резким возрастанием концентрации Pb.

Опыт с замачиванием семян в эпине показывает высокие значения по каждому из элементов, и средний вынос отдельного элемента превосходит контроль на 375 %, а суммарный вынос элементов выше контроля на 486,9 %.

У побега подсолнечника вынос Fe и Pb заметно ниже по сравнению с корнем, но при этом значительно усиливается вынос Zn, Mn, Cu.

При выращивании семян, которые были предварительно замочены в оксигумате, наблюдается наибольший вынос практически всех элементов (кроме Cu и Mn). Наибольший вынос Cu наблюдается в опыте с замачиванием семян в эпине (86,3 %). Значительно возросло накопление Zn при замачивании семян в оксигумате (94,32 %) и эпине (81,18 %). Также этот вариант опыта показал хорошие результаты для Fe (65,25 %) и Mn (20,62 %). Последний элемент также хорошо выносился в опыте с замачиванием в производном 990.

В заключение следует отметить, что для фестулолиума как фотостабилизатора характерно накопление ПТМ в корнях, особенно после опрыскивания гормоном 960. Для подсолнечника однолетнего как фитоэкстрактора характерно накопление ПТМ в побегах, эффективность которого повышается при предпосевном замачивании семян в оксигумате.

Работа выполнена в рамках проекта БРФФИ-БРЕСТ X19Б-003 «Фиторемедиация почв в условиях полиэлементного загрязнения территории тяжелыми металлами».

ЛИТЕРАТУРА

1. Hou, D. Sustainability: A new imperative in contaminated land remediation / Deyi Hou, Abir Al-Tabbaa // Environmental Science & Policy. – 2014. – Vol. 39. – P. 25–34.

2. An estimated 12.6 million deaths each year are attributable to unhealthy environments [Electronic resource]: World Health Organization. – Mode of access: <https://www.who.int/news/item/15-03-2016-an-estimated-12-6-million-deaths-each-year-are-attributable-to-unhealthy-environments>. – Date of access: 23.11.2021.

УДК 577.175.1:57.084.5

ВЛИЯНИЕ ЭПИБРАССИНОЛИДА И ЕГО КОНЬЮГАТОВ С СЕРНОЙ КИСЛОТОЙ НА МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО (*TRIFOLIUM PRATENSE*)

Я. В. Хомюк¹, аспирант

Р. П. Литвиновская², д-р хим. наук

¹УО «Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина»,
Брест, Республика Беларусь,

²«Институт биоорганической химии НАН Беларуси»,
Минск, Республика Беларусь

Актуальность. Многолетние бобовые травы предназначены главным образом для кормовых целей. Они отличаются повышенным содержанием аминокислот и по данному показателю превосходят злаковые в 1,5–2 раза. Наибольшее распространение получил клевер луговой, который имеет большое сельскохозяйственное значение и является главной бобовой кормовой культурой в полевых севооборотах Республики Беларусь. В зависимости от фазы развития при сборе урожая его используют для приготовления сена и сенажа, как сидерат для снабжения почвы азотом, а также в качестве медоносной культуры.

К недостаткам при возделывании данной культуры можно отнести слабую устойчивость к заболеваниям (корневая гниль, увядание, фузариоз, ржавчина и т. д.) и слабую адаптивность к меняющимся условиям произрастания, а также низкую способность конкурировать с сорными растениями. В связи с этим актуальным является использование экологически безопасных средств повышения продуктивности и стрессоустойчивости клевера лугового.

Введение. Рострегулирующее и адаптогенное действие брассиностероидов (БС) хорошо известно. На их основе созданы такие препараты, как Эпин (действующее начало – 24-эпибрасинолид, ЭБ) и Эпин плюс (д. в. – 28-гомобрасинолид). Описано по меньшей мере 8 путей метаболических преобразований БС (Bajguz, 2007). Одним из них является сульфатирование сульфотрансферазами (Rouleau et al., 1999). Последнее, по аналогии с другими стероидами, предполагает инактивацию БС. Однако известны случаи, когда сульфатирование, наоборот, является необходимым этапом для проявления биологического эффекта (Dawson, 2012).

Цель исследований – изучение рострегулирующего действия эпибрасинолида и его конъюгатов с серной кислотой. В наши планы входило исследование воздействия данной группы веществ в лабораторных и полевых условиях на морфофизиологические параметры клевера, а также определение эффективного способа внесения ЭБ и его сульфатов.

Материалы и методика исследований. 24-эпибрасинолид, его натриевые соли 2-, 3-, 22- и 23-моносulfатов и 2,3-дисulfата (далее – конъюгаты) синтезированы в лаборатории химии стероидов Института биоорганической химии Национальной академии наук Беларуси (Zhylytskaya et al., 2017).

Определение эффективных концентраций ЭБ и его конъюгатов, а также воздействия их на всхожесть семян и длину проростков клевера лугового в лабораторных условиях.

Изучение морфометрических параметров клевера лугового проводили согласно ГОСТ 12038-84 в термостате при температуре 25 °С в темноте, с фиксированием параметров энергии прорастания и всхожести семян, длины подземной и надземной частей клевера (В. И. Карпин, 2012). Обработка исследуемыми веществами проводилась однократно в виде замачивания семян на 5 часов. Проращивание проводилось на фильтровальной бумаге, по истечении 3 суток определяли энергию прорастания семян, через 7 суток – всхожесть, среднюю

длину подземной части (корни) и надземной части (побеги) проростков. Изучен диапазон наиболее характерных для БС концентраций 10^{-9} – 10^{-11} М. В результате проведенных опытов были отобраны наиболее эффективные концентрации ЭБ и каждого из его конъюгатов для дальнейших исследований.

Определение воздействия ЭБ и его конъюгатов на клевер луговой в вегетационном лабораторном эксперименте при различных способах обработки.

При предпосевной обработке семена замачивали в растворах ЭБ и его конъюгатов на 5 часов, далее высаживали в пластиковые контейнеры размером 9×9×8 см на универсальном почвогрунте («Хозяин, Карио», Республика Беларусь) и выращивали в лабораторных условиях вегетационного эксперимента в течение месяца. При внекорневой обработке семена высаживались в контейнеры без обработки, внесение исследуемых соединений проводили путем опрыскивания растений. Внекорневая обработка проводилась дважды – на стадии всходов растений (6-й день) и на стадии тройчатого листа (15-й день). Временные рамки были установлены нами опытным путем при выращивании клевера в условиях лабораторного вегетационного опыта. В качестве формы контроля растения выращивали с обработкой дистиллированной водой. Фиксировались значения длины подземной и надземной частей клевера лугового.

Определение воздействия ЭБ и его конъюгатов на клевер луговой в полевом эксперименте при различных способах обработки.

Исследование в полевых условиях проводилось на экспериментальном участке отдела «Агробиология» Центра экологии (г. Брест) с фиксированным составом почвы.

Обработку исследуемыми веществами проводили аналогично вегетационному лабораторному опыту (замачивание семян при предпосевной обработке или двукратное опрыскивание при внекорневой обработке). Внесение веществ при внекорневой обработке проводилось на стадии первого тройчатого листа (для увеличения способности конкурировать с сорными растениями на начальных этапах роста) и на стадии ветвления – бутонизации (для сохранения листьев и соцветий, которые обладают наибольшей питательной ценностью). В данных условиях фиксировали значения длины растений и массы сухих стеблей с листьями клевера лугового.

Статистическая обработка результатов проводилась с помощью программы Microsoft Excel и t-критерия Стьюдента.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате лабораторного опыта по подбору оптимальных концентраций тестируемых веществ (табл. 1) выявлено, что достоверный положительный эффект относительно контроля по параметру средней длины подземной части оказывают ЭБ в концентрации 10^{-9} М (увеличение на 6,1 %) и 2,3-дисульфат динатрия в концентрации 10^{-9} М (на 6,8 %). На параметр средней длины надземной части клевера достоверный положительный эффект относительно контроля оказали 2,3-дисульфат динатрия в концентрации 10^{-10} М (увеличение на 5,3 %) и 2-моносulfат натрия в концентрации 10^{-10} М (на 3,7 %). Анализ эффективности относительно ЭБ показал, что чуть более активным оказался только 2,3-дисульфат динатрия в концентрации 10^{-10} М и 10^{-11} М.

Таблица 1. Влияние ЭБ и его сульфатов на среднюю длину корней и побегов клевера в лабораторных условиях на беспочвенной среде

№ п/п	Вариант обработки	Средняя длина подземной части		Средняя длина надземной части	
		см	% относительно контроля	см	% относительно контроля
1	К	$2,54 \pm 0,07$		$3,56 \pm 0,06$	
2	ЭБ 10^{-11}	$2,38 \pm 0,06^*$	-6,5	$3,47 \pm 0,05$	-2,6
3	ЭБ 10^{-10}	$2,61 \pm 0,06$	2,8	$3,59 \pm 0,05$	0,8
4	ЭБ 10^{-9}	$2,70 \pm 0,06^*$	6,1	$3,61 \pm 0,05$	1,4
5	2-нс 10^{-11}	$2,46 \pm 0,06$	-3,4	$3,68 \pm 0,06$	3,2
6	2-нс 10^{-10}	$2,38 \pm 0,05^*$	-6,4	$3,70 \pm 0,05^*$	3,7
7	2-нс 10^{-9}	$2,68 \pm 0,07$	5,3	$3,46 \pm 0,07$	-2,8
8	2,3-дндс 10^{-11}	$2,60 \pm 0,04$	2,1	$3,63 \pm 0,05$	1,8
9	2,3-дндс 10^{-10}	$2,49 \pm 0,06$	-2,2	$3,75 \pm 0,07^{**}$	5,3
10	2,3-дндс 10^{-9}	$2,72 \pm 0,07^*$	6,8	$3,41 \pm 0,06^*$	-4,4
11	3-нс 10^{-11}	$2,23 \pm 0,08^{***}$	-12,1	$3,37 \pm 0,06^{**}$	-5,4
12	3-нс 10^{-10}	$2,67 \pm 0,07$	5,2	$3,42 \pm 0,06$	-3,9
13	3-нс 10^{-9}	$2,45 \pm 0,06$	-3,6	$3,12 \pm 0,06^{****}$	-12,3
14	22-нс 10^{-11}	$2,40 \pm 0,06$	-5,4	$3,64 \pm 0,05$	2,1
15	22-нс 10^{-10}	$2,28 \pm 0,05^{***}$	-10,4	$3,57 \pm 0,06$	0,1
16	22-нс 10^{-9}	$2,48 \pm 0,06$	-2,7	$3,41 \pm 0,06^*$	-4,2
17	23-нс 10^{-11}	$2,46 \pm 0,06$	-3,3	$3,53 \pm 0,06$	-1,0
18	23-нс 10^{-10}	$2,37 \pm 0,05^*$	-6,6	$3,56 \pm 0,06$	-1,0
19	23-нс 10^{-9}	$2,22 \pm 0,05^{***}$	-12,8	$3,49 \pm 0,05$	-2,0

Примечание. ЭБ, 2-, 3-, 22-, 23-моносulfат натрия 24-эпибрассинолида (2-, 3-, 22-, 23-нс), 2,3-дисульфат динатрия 24-эпибрассинолида (2,3-дндс).

* $P \leq 0,1$; ** $P \leq 0,05$; *** $P \leq 0,01$; **** $P \leq 0,001$.

Вегетационный лабораторный эксперимент.

Для дальнейших исследований использовались ЭБ и 2,3-дисульфат и их эффективные концентрации (10^{-10} М и 10^{-9} М) для следующего этапа исследования – изучение их влияния на морфометрические параметры клевера в лабораторном вегетационном эксперименте в почвенной культуре. В лабораторном вегетационном опыте выращивание клевера проводилось в почве с исследованием двух способов внесения активных веществ.

При предпосевной обработке (табл. 2) зафиксировано уменьшение средней длины подземной части растений относительно контроля для всех отобранных веществ и концентраций. Увеличение надземной части относительно контроля зафиксировано при воздействии ЭБ в концентрации 10^{-10} М и 2,3-дисульфата в концентрации 10^{-9} М (на 2,7 и 5,3 % соответственно). Относительно эпибрассинолида влияние оказывает только динатрий 2,3-дисульфат в концентрации 10^{-9} М.

Таблица 2. Влияние ЭБ и его сульфатов на среднюю длину корней и побегов клевера в лабораторных условиях на почвенной среде

Вариант обработки	Средняя длина подземной части		Средняя длина надземной части	
	см	% относительно контроля	см	% относительно контроля
Предпосевная обработка				
К	$4,14 \pm 0,11$	0,0	$7,19 \pm 0,13$	0,0
ЭБ 10^{-10}	$3,78 \pm 0,15^*$	-8,7	$7,38 \pm 0,15$	2,7
ЭБ 10^{-9}	$3,92 \pm 0,15$	-5,2	$6,99 \pm 0,18$	-2,8
2,3-дндс 10^{-10}	$3,36 \pm 0,23^{***}$	-18,9	$6,83 \pm 0,21$	-5,0
2,3-дндс 10^{-9}	$3,89 \pm 0,13$	-6,1	$7,57 \pm 0,14^*$	5,3
Внекорневая обработка				
К	$4,03 \pm 0,14$	0,0	$7,61 \pm 0,13$	0,0
ЭБ 10^{-10}	$4,37 \pm 0,15^*$	8,4	$7,80 \pm 0,13$	2,5
ЭБ 10^{-9}	$3,97 \pm 0,14$	-1,4	$7,78 \pm 0,21$	2,3
2,3-дндс 10^{-10}	$3,99 \pm 0,12$	-1,0	$7,66 \pm 0,13$	0,6
2,3-дндс 10^{-9}	$3,89 \pm 0,13$	-3,3	$7,61 \pm 0,18$	0,0

Примечание. Обозначения, как в табл. 1.

При внекорневой обработке растений длина подземной части клевера незначительно снижалась относительно контроля для всех исследуемых веществ и концентраций за исключением ЭБ в концентрации 10^{-10} М (повышение на 8,4 %). Для длины надземной части клевера зафиксировано незначительное увеличение для ЭБ в концентрации 10^{-10} М и 10^{-9} М – 2,5 и 2,3 % относительно контроля. Относительно

эпибрасинолида ни один из исследуемых конъюгатов не проявил активность.

По результатам лабораторных исследований можно сделать вывод об ингибировании начального роста клевера лугового практически всеми сульфопроизводными ЭБ.

Полевой эксперимент.

В полевом эксперименте были заложены опыты с предпосевной обработкой семян и двукратным опрыскиванием растений исследуемой группой соединений. Фиксировали длину надземной части клевера лугового в двух укосах в зависимости от способа внесения веществ (табл. 3).

Таблица 3. Влияние ЭБ и его сульфатов на среднюю длину надземной части клевера в полевых условиях

Вариант обработки	Средняя длина надземной части			
	см	% относительно контроля	см	% относительно контроля
	1-й укос		2-й укос	
Предпосевная обработка				
К	17,30 ± 0,40	0,0	3,40 ± 0,21	0,00
ЭБ 10 ⁻¹⁰	15,57 ± 0,81*	-10,0	3,87 ± 0,22	13,75
ЭБ 10 ⁻⁹	18,68 ± 0,50**	8,0	4,14 ± 0,23**	21,54
2,3-дндс 10 ⁻¹⁰	22,22 ± 0,37****	28,5	4,14 ± 0,20**	21,58
2,3-дндс 10 ⁻⁹	24,52 ± 0,33****	41,8	4,21 ± 0,23**	23,66
Внекорневая обработка				
К	17,72 ± 0,35	0,0	3,83 ± 0,25	0,00
ЭБ 10 ⁻¹⁰	19,97 ± 0,26****	12,7	4,56 ± 0,25**	19,10
ЭБ 10 ⁻⁹	19,81 ± 0,29****	11,8	4,81 ± 0,25***	25,61
2,3-дндс 10 ⁻¹⁰	20,10 ± 0,34****	13,4	5,16 ± 0,23****	34,76
2,3-дндс 10 ⁻⁹	20,54 ± 0,29****	15,9	5,20 ± 0,22****	35,59

Примечание. Обозначения, как в табл. 1.

В первом укосе клевера наблюдается значительный эффект от обработки растений ЭБ и его конъюгатами на ростовые показатели. Так, при предпосевной обработке семян активность относительно контроля проявили ЭБ в концентрации 10⁻⁹ М (увеличение на 8 %), динатрий 2,3-дисульфат в концентрациях 10⁻⁹ М (на 28,5 %) и 10⁻⁹ М (на 41,8 %). Сравнение эффективности ЭБ и его конъюгата в одинаковой концентрации (10⁻¹⁰ М) показало, что динатрий 2,3-дисульфата эффективнее на 38,5 %, а в концентрации 10⁻⁹ М – на 33,8 %. При внекорневой обработке зафиксировано увеличение роста растений для всех исследуе-

мых соединений. Наилучший результат был получен при применении динатрий 2,3-дисульфата в концентрации 10^{-9} М (увеличение на 15,9 %), при этом в одинаковой концентрации динатрий 2,3-дисульфат эффективнее ЭБ (на 1,3 % в концентрации 10^{-10} М и на 4,1 % в концентрации 10^{-9} М).

Таким образом, для увеличения длины надземной части клевера лугового при выращивании в полевых условиях наиболее эффективно использование динатрий 2,3-дисульфата 24-эпибрассинолида независимо от способа внесения.

Заключение. Впервые изучена биологическая активность конъюгатов 24-эпибрассинолида с серной кислотой в тестах по влиянию на морфофизиологические параметры клевера лугового (*Trifolium Pratense*) в зависимости от условий выращивания. Показано, что в лабораторных условиях действие ЭБ и его конъюгатов малоэффективно. Заметную активность на первоначальный рост растений клевера проявил только ЭБ в концентрации 10^{-10} М в лабораторном вегетационном опыте при внекорневой обработке. Значительная биологическая активность исследуемых веществ наблюдалась в полевых опытах, в которых присутствует многофакторность условий (температура, влажность, засуха и др.). В первом укосе клевера достоверное увеличение длины надземной части зафиксировано при предпосевной обработке для эпибрассинолида в концентрации 10^{-9} М и 2,3-дисульфата динатрия 24-эпибрассинолида в концентрациях 10^{-10} М и 10^{-9} М, при внекорневой обработке для эпибрассинолида и его динатрий 2,3-дисульфата в концентрациях 10^{-10} М и 10^{-9} М. Во втором укосе клевера достоверное увеличение длины надземной части зафиксировано для всех исследуемых на данном этапе веществ и их концентраций независимо от типа обработки, однако внекорневая обработка наиболее эффективно повышает рост клевера лугового.

Дополнительно будут обработаны и опубликованы данные по влиянию ЭБ и его сульфопроизводных на сухую массу и биохимические параметры клевера лугового.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bajguz, A. Metabolism of brassinosteroids in plants / A. Bajguz // Plant Physiol. Biochem. – 2007. – Vol. 45, № 2. – P. 95–107.
2. Dawson, P. A. The biological roles of steroid sulfonation / P. A. Dawsow // From Physiology to Clinical Medicine. – 2012. – Vol. 36, № 5. – P. 45–64.
3. Inactivation of brassinosteroid biological activity by a salicylate-inducible steroid sulfotransferase from *Brassica napus* / M. Rouleau [et al.] // J. Biol. Chem. – 1999. – 274 (30) doi: 10.1074/jbc.274.30.20925
4. Synthesis of sulfated brassinosteroids / H. Zhylitskaya [et al.] // Steroids. – 2017. – 117 : 2–10.

ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ (ВКЛЮЧАЯ ПОЧВЫ)

А. Р. Цыганов, академик НАН Беларуси, д-р с.-х. наук, профессор
Л. А. Веремейчик, д-р с.-х. наук, профессор
А. А. Цыганова, канд. с.-х. наук, доцент
УО «Белорусский государственный технологический университет»,
Минск, Республика Беларусь

Земля и ее важнейший компонент – почва являются основным национальным природным богатством страны. Земельные ресурсы выступают составной и неотъемлемой частью природных систем, являются всеобщим и незаменимым материальным условием производства, служат пространственным базисом для размещения отраслей хозяйственного комплекса, главным средством производства в сельском и лесном хозяйстве, объектом земельных отношений. Сохранение земель (включая почвы) и их рациональное (устойчивое) использование являются одним из приоритетных направлений политики устойчивого развития и обеспечения экологической безопасности государства [1].

Проблемы деградации земель и засухи актуальны для всех регионов мира. В настоящее время площадь пахотных земель в мире сокращается в 30–35 раз быстрее, чем ранее. Более 50 % земель, используемых в сельскохозяйственных целях, находятся в стадии деградации. Деградация земель затрагивает во всем мире 1,5 млрд. человек, чья жизнь зависит непосредственно от эксплуатации деградировавших территорий и во многом ассоциируется с нищетой. Деградация земель оказывает косвенное воздействие на питание и здоровье человека, может привести к безработице, ухудшению экономического положения, социальной напряженности, вынужденному появлению экономических мигрантов и экологических беженцев [4].

Опустынивание, деградация земель и засуха являются глобальными проблемами: будущее человечества зависит от эффективного управления постоянно увеличивающимся воздействием человеческой деятельности на землю и почву. Деградация земель представляет собой долговременную утрату функций экосистемы и экосистемных услуг, жизненно необходимых для существования человека; она является след-

ствием потрясений, после которых система не может восстановиться без дополнительной помощи [1].

Общий анализ экономических последствий опустынивания, деградации земель и засухи, финансируемый правительством Германии, свидетельствует о том, что проводящиеся оценочные исследования, прежде всего, направлены на оценку прямых последствий деградации земель для продуктивности сельского хозяйства. Большинство расчетов ограничиваются оценкой последствий эрозии почвы. Их стоимость, согласно этим расчетам, составляет от менее 1 до 10 % от сельскохозяйственного ВВП [4].

Конвенция по борьбе с опустыниванием является глобальной точкой отсчета и нормативной справочной базой для деятельности по борьбе с опустыниванием, деградацией земель и засухой. Такая работа должна вестись на международном и национальном уровнях. К Конвенции присоединились 194 страны, в том числе и Республика Беларусь. В соответствии с Конвенцией затрагиваемые страны обязуются разрабатывать соответствующие стратегии и планы действий, устанавливать национальные приоритеты по предотвращению деградации земель [1].

Решение проблемы с участием всех сторон означает разработку и осуществление комплексной стратегии, которая должна преследовать следующие цели: совершенствование обмена данными и знаниями с целью наиболее эффективного использования природоохранных технологий, уточнение общей экономической ценности земли как природного капитала, содействие устойчивым государственным и частным инвестициям в природные ресурсы, развитие рынков и использование более эффективных и доступных форм в качестве достижения целей устойчивого развития, поддержка институциональных преобразований на национальном уровне для закрепления прав на природные ресурсы, реформирования системы и совершенствования управления рисками, а также повышения устойчивости в системе «человек – окружающая среда» [4].

Природные условия Беларуси (количество и распределение атмосферных осадков, расположение почвенно-грунтовых вод, значительные площади средостабилизирующих видов земель) в настоящее время исключают развитие опустынивания в его крайней форме, но являются в значительной степени уязвимыми в отношении данных процессов. Деятельность по реализации Конвенции в Республике Беларусь направлена на обеспечение системного учета и мониторинга земель,

мер по предотвращению деградации земель (включая почвы), недопущению снижения плодородия почв и их продуктивности. Нейтральная деградация (нулевой прирост деградации) земель признана решающим фактором для обеспечения продовольственной безопасности и получения доступа к энергетическим и водным ресурсам [1].

По данным Государственного комитета по имуществу, на 1 января 2021 г. территория Республики Беларусь составляет 20 761 тыс. га, в структуре земельных ресурсов Беларуси земли сельскохозяйственного назначения занимают 39,9 %, земли лесного фонда – 42,7 %, земли под болотами и водными объектами – 6,0 %, прочие земли – 11,4 % [2].

Площадь нарушенных земель на этот период составляет в целом по республике 25,3 тыс. га. Нарушенные земли – земли, утратившие свои природно-исторические признаки, состояние и характер использования в результате вредного антропогенного воздействия и находящиеся в состоянии, исключающем их эффективное использование по исходному целевому назначению.

В Беларуси установлено более 20 видов и форм деградации земель (включая почвы), основными из которых являются: водная и ветровая эрозия земель (включая почвы); дегумификация, уплотнение, локальное засоление почв, заболачивание земель в результате нерационального ведения хозяйственной деятельности; минерализация органического вещества торфа; техногенное, в том числе радионуклидное, загрязнение земель; пожары на осушенных землях с торфяными почвами, на землях лесного фонда; нарушение земель при добыче полезных ископаемых, строительстве [1].

Для Беларуси крайне актуальной является проблема эрозионной деградации почв. Водной и ветровой эрозии подвергнуто 556,5 тыс. га сельскохозяйственных земель, что составляет 7,2 % от общей их площади. В том числе водной эрозии подвергнуто 473,3 тыс. га, или 85 %, ветровой эрозии – 83,2 тыс. га, или 15 %. Эрозия приводит к разрушению верхнего наиболее плодородного гумусового слоя почвы и формированию почв с ухудшенными агрохимическими и агрофизическими показателями. Чем более эродированы почвы, тем меньше они содержат гумуса, элементов питания, уменьшается их биологическая активность, ухудшаются водно-физические свойства – снижается наименьшая влагоемкость, диапазон активной влаги, плотность сложения, плотность твердой фазы почвы, общая пористость, увеличивается максимальная гигроскопичность и влажность завядания растений. Эрозионные процессы наносят существенный экономический ущерб,

отрицательно сказываются на производительной способности почв, существенно снижают урожайность сельскохозяйственных культур.

В Республике Беларусь отмечается трансформация почвенного покрова в результате промышленного загрязнения. Так, на территории, прилегающей к ПО «Беларуськалий», в составе сельскохозяйственных земель установлены ареалы распространения химически загрязненных и вторично заболоченных почв, на которых возделывание сельскохозяйственных культур экологически и экономически нецелесообразно.

В результате аварии на Чернобыльской АЭС радиоактивному загрязнению цезием-137 с содержанием в почве более 1 Ки/км² подверглась территория Беларуси площадью 46 тыс. км² (23 % от общей площади), в том числе 19 тыс. км² сельскохозяйственных земель, 20 тыс. км² земель лесного фонда. Значительная часть указанных земель не может быть использована для производства нормативно чистой сельскохозяйственной продукции, в связи с чем целесообразно их переводить в земли лесного фонда [3].

Приоритетами Республики Беларусь в области предотвращения деградации земель (включая почвы) являются: достижение нейтральной (нулевого прироста) деградации земель (включая почвы); восстановление деградировавших и трансформированных экологических систем; соблюдение агротехнологий, обеспечивающих сохранение и увеличение естественного плодородия почв, разработка и внедрение инновационных агротехнологий; минимизация минерализации органического вещества торфяных почв; развитие органического и точного земледелия, отвечающих принципам формирования «зеленой» экономики; повышение научного потенциала в области охраны и рационального использования земель (включая почвы).

Указанные цели, основные направления и приоритеты являются определяющими при формировании национальных планов действий по предотвращению деградации земель (включая почвы) на соответствующие периоды.

ЛИТЕРАТУРА

1. О некоторых вопросах предотвращения деградации земель (включая почвы) [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 29 апр. 2015 г., № 361 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: https://pravo.by/upload/docs/op/C21500361_1430859600.pdf. – Дата доступа: 16.11.2021.
2. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь. Статистический сборник, 2021 [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/makroekonomika-i>

okruzhayushchaya-sreda/okruzhayuschaya-sreda/ofitsialnye-publikatsii_17/index_39699/. – Дата доступа: 19.11.2021.

3. Почвы Республики Беларусь / В. В. Лапа [и др.]; под ред. В. В. Лапы. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – 632 с.

4. Совещание высокого уровня 2011 г. по борьбе с опустыниванием, деградацией земель и засухой в контексте устойчивого развития и искоренения нищеты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.un.org/ru/ga/desertification2011/>. – Дата доступа: 21.11.2021.

УДК [631.1:631.8]+004.9

ОПЫТ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЕННЫХ И АГРОХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ АГРАРНОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

А. Н. Червань, канд. с.-х. наук, доцент
Н. В. Клебанович, д-р с.-х. наук, профессор
Белорусский государственный университет,
Минск, Республика Беларусь

Актуальность задач точного земледелия определяется необходимостью стабильного роста производства сельскохозяйственной продукции растениеводства за счет внедрения цифровых технологий сбора, обработки и использования массива данных о состоянии почв, растений и окружающей среды. Повышение экономической эффективности деятельности организаций-сельхозпроизводителей основано на оперативном сборе и актуализации информации для усовершенствования контроля над производственными процессами и управленческими решениями с использованием информационных технологий.

Тезисно приводятся результаты формирования алгоритмов автоматизированной обработки почвенно-агрохимических данных и создания соответствующей картографической основы. Комплекс учета и оценки почвенных, агрохимических и сопутствующих факторов сельскохозяйственного землепользования с использованием ГИС-технологий разработан и апробирован в пилотном хозяйстве Брестской области.

На территорию хозяйства сформирована база данных (БД) в геоинформационной программной среде в формате классов пространственных данных. Структура БД предусматривает три послойно организованных тематических блока, последовательно связанных между собой.

I – Инвентаризационный:

1.1 Землепользование:

- границы кадастровых участков;
- границы обрабатываемых участков;
- границы элементарных участков.

1.2 Производственная инфраструктура:

- местоположение производственных центров (мехдвор, МТФ, складские помещения, силосные и сенажные ямы, прочее);
- дорожная сеть с учетом категории и покрытия дорог;
- каналы и канавы мелиоративных систем.

1.3 Земельно-кадастровые сведения по видам земель.

II – Оценочный:

2.1 Почвенно-ресурсный потенциал:

- генетическая принадлежность почвенных ареалов;
- условия и степень увлажнения с определением продуктивной влаги;
- гранулометрический состав почвообразующих пород минеральных почв и ботанический состав торфа торфяно-болотных почв;
- особенности пород, подстилающих пахотный горизонт почвенного покрова;
- проявление процессов деградации почв (водная эрозия, дефляция, подтопление и др.).

2.2 Агрохимическое состояние сельскохозяйственных земель – оценка выполнена как в дискретных границах обрабатываемых участков, так и в виде непрерывных поверхностей распределения показателей методом интерполяции:

- кислотность почв;
- содержание гумуса;
- содержание подвижных форм макроэлементов – фосфора (P_2O_5), калия (K_2O), обменных оснований (MgO , CaO);
- содержание подвижных форм микроэлементов – Mn , Cu , Zn , B , S .

2.3 Мелиоративное состояние земельных участков;

2.4 Кадастровая оценка земельных участков хозяйства;

2.5 Целесообразность возделывания 16 сельскохозяйственных культур по почвенно-агрохимическим условиям территории хозяйства.

III – Планировочный (по каждому обрабатываемому участку):

3.1 Основная и дополнительная сельскохозяйственная культура для возделывания в составе севооборота с учетом предшественника, а также планов валового сбора и посевных площадей.

3.2 Зоны дифференциации (оптимальная, близкая к оптимальной и удовлетворительная) возделывания рекомендуемых сельскохозяйственных культур в целом и отдельно по элементам системы земледелия: способу обработки почвы, системе удобрения и мелиорации, варианту севооборота.

3.3 Учетные данные по обрабатываемым участкам для ведения «книги истории» поля, в том числе сведений о возделываемых сельскохозяйственных культурах, внесенных видах и дозах удобрений и мелиорантов, средствах защиты растений и пр.

Каждый информационный слой данных имеет точную пространственную привязку для реализации любых технологических операций адаптивно-ландшафтного и точного земледелия. Все векторные классы пространственных данных сопровождаются разработанной тематической легендой (условными обозначениями) по атрибутивным значениям. Растровые слои представлены в виде пяти качественных групп по диапазону количественных значений, границы групп определялись геостатистически по методу квантиля распределения.

Моделирование пространственного распределения почвенных и агрохимических показателей осуществлялось с учетом их динамики за многолетний период методами обратновзвешенных расстояний. В оценке почвенных и агрохимических данных использованы результаты актуальных туров обследования по границам почвенных разновидностей и элементарным участкам. Итоговые классы данных были откорректированы на основе дополнительных полевых изысканий и отбора образцов из пахотного горизонта почв.

Каждый тематический блок, реализованный в слоях векторных данных, сопровождается данными дистанционного зондирования – ортофотопланами высокого пространственного разрешения и цифровой топографической картой местности с отражением изолиний высоты местности.

На основе бонитета почв и с учетом динамики агрохимических показателей за многолетний период методами обратновзвешенных интерполяций установлена производительная способность почв обрабатываемых участков. Определение бонитета почв относительно основных сельскохозяйственных культур выполнено на основе генетических свойств и признаков почвенного покрова по рабочим участкам, в том числе степени увлажнения, гранулометрического состава почвообразующих пород и характера их смены (подстилания). В ходе анализа пространственного распределения показателей продуктивности учитывался балл кадастровой оценки по каждому участку.

Пространственное пересечение классов пространственных данных факторов землепользования и последующая кластеризация полученных микрозон определили выбор оптимальной сельскохозяйственной культуры для каждого обрабатываемого участка. Общее количество микрозон на площади 3800 га сельскохозяйственных земель составляет 165 127. В случае высокой степени контрастности сделаны соответствующие корректировки границ участков. Использовать столь подробную дифференциацию на практике нереально, поэтому была проведена кластеризация микрозон на основе биологических требований сельскохозяйственных культур и увеличения степени однородности почвенно-генетических условий. В порядке от красного к зеленому оттенку цветовой шкалы оптимальности почвенно-агрохимических условий возделывания был выполнен пространственный анализ всей территории хозяйства для каждой сельскохозяйственной культуры. Детальная геостатистическая оценка почвенно-ресурсного потенциала хозяйства послужила картографическим обоснованием выделения 639 зон обрабатываемых участков с дифференцированной системой земледелия, которые при необходимости могут быть разделены по показателям внутренней неоднородности агрохимического состояния и производительной способности почв. Для каждого обрабатываемого земельного участка установлены необходимые элементы системы точного земледелия, а именно способ обработки почвы, система удобрений и мелиорантов для рекомендованной культуры в составе севооборота с чередованием во времени и в пространстве.

Разработанная пространственная модель реализована в формате данных, допускающих их использование в бортовых компьютерах сельскохозяйственной техники. Последующий агрономический анализ модели почвенно-агрохимических факторов землепользования, предшествующих сельскохозяйственных культур, их биологических особенностей и вероятной урожайности позволил рассчитать дифференцированно дозы минеральных и органических удобрений для обрабатываемых участков и микрозон в их границах.

Технологические карты по каждому обрабатываемому участку сформированы в виде проектов в геоинформационной программной среде, допускающих их печать или конвертацию для анализа выполнения работ в целом по хозяйству. Сопровождение производства растениеводческой продукции в системе точного земледелия на основе разработанной пространственной модели предусматривает пространственное прогнозирование возбудителей болезней и других рисков возделывания культур в течение всего периода вегетации.

Сформированная база данных на примере пилотного хозяйства позволяет планировать технологические операции на период вегетации с возможным прогнозированием урожайности возделываемых культур и увеличением эффективности сельскохозяйственного производства.

УДК 631.86:[631.559.2:633.11]

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

М. А. Чернявская, аспирантка кафедры агрохимии и почвоведения
ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет
имени Г. А. Столыпина»,
Омск, Российская Федерация

В Омской области на долю яровой пшеницы приходится около 70 % посевных площадей. Культура требовательна к наличию в почве питательных веществ в доступной форме, что объясняется коротким периодом вегетации и невысокой усвояющей способностью корневой системы. Установлена ее высокая отзывчивость на улучшение условий питания [1–3].

Для повышения плодородия почв применяют биологические удобрения – препараты высокоактивных микроорганизмов, с помощью которых в почве активизируются процессы превращений соединений, содержащих необходимые для растений питательные вещества. Гуминовые кислоты и аминокислотные препараты – стимуляторы роста растений – обладают разносторонней направленностью действия: активирование биоэнергетических процессов, стимуляция обмена веществ, синтетических процессов, улучшение проникновения элементов питания через плазмалемму, усиление ферментативных систем, повышение адаптационных свойств растительного организма [4, 5].

Цель исследований – провести анализ эффективности использования биологических удобрений и стимуляторов роста для повышения урожайности мягкой яровой пшеницы и улучшения ее качества в условиях лесостепной зоны Омской области.

Материалы и методика исследований. Эксперимент проводился на опытном поле Омского ГАУ в 2021 г. Сорт – ОмГАУ 100, почва – лугово-черноземная маломощная малогумусовая тяжелосуглинистая. Объектами исследований являлись: биологические удобрения *азотобактерин* и *фосфобактерин*; стимуляторы роста *биостим* и *гумат К*.

Содержание в почве $N-NO_3$ – 4,7, P_2O_5 – 136, K_2O – 225 мг/кг (слой 0–20 см). Расположение делянок систематическое. Повторность вариантов трехкратная. Площадь делянок – 20 м²; учетная – 16 м². Агротехника – общепринятая для зоны. В почвенных пробах определяли содержание нитратного азота с дисульфифеноловой кислотой по Грандваль-Ляжу; подвижного фосфора и калия – из одной вытяжки по Чирикову (ГОСТ 26204-84). Показатели качества определяли общепринятыми методами.

Результаты исследований. В результате эксперимента установлено, что изучаемые биологические удобрения и препараты позитивно действовали на урожайность зерна пшеницы яровой на лугово-черноземной почве в условиях лесостепи (табл. 1).

Таблица 1. Урожайность пшеницы яровой в зависимости от биопрепаратов на лугово-черноземной почве Омской области (2021 г.)

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка	
		т/га	%
Контроль	3,05	–	–
Азотобактерин	3,27	0,22	7,2
Фосфобактерин	3,55	0,39	12,7
Биостим	3,42	0,37	12,3
Гумат К	3,33	0,28	9,2
Азотобактерин + фосфобактерин	3,55	0,50	16,4
Азотобактерин + фосфобактерин + гумат К	3,60	0,55	18,0
НСР ₀₅	0,15		

Существенное увеличение урожайности пшеницы яровой сорта ОмГАУ 100 при применении биопрепаратов наблюдается в вариантах азотобактерин + фосфобактерин и азотобактерин + фосфобактерин + гумат К – на 0,50 и 0,55 т/га зерна. При этом остальные варианты также способствовали достоверному увеличению урожайности – на 0,22–0,39 т/га зерна.

Структура урожая яровой пшеницы напрямую зависит от типа почвы, условий питания, улучшение которых содействует мобилизации физиологических ресурсов растения и повышению продуктивности [6, 7]. Изменение урожайности сопровождается изменением элементов структуры урожая (табл. 2). Установлено, что продуктивная кустиность при использовании биопрепаратов в целом увеличивалась с 2,0 до 2,1–2,5 в вариантах биостим, гумат К и азотобактерин + фосфобактерин + гумат К.

Таблица 2. Структура урожая пшеницы яровой в зависимости от биопрепаратов на лугово-черноземной почве

Вариант	Продуктивная кустистость	Масса семян с одного растения, г	Масса 1000 семян, г
Контроль	2,0	5,7	40,2
Азотобактерин	2,1	6,0	39,8
Фосфобактерин	2,1	5,9	41,1
Биостим	2,3	5,8	40,8
Гумат К	2,5	6,4	41,5
Азотобактерин + фосфобактерин	2,3	6,4	41,4
Азотобактерин + фосфобактерин + гумат К	2,4	6,0	41,9

Масса 1000 зерен при применении биологических удобрений и стимуляторов роста увеличивалась на 1,3–1,7 г (в вариантах гумат К, азотобактерин + фосфобактерин и азотобактерин + фосфобактерин + гумат К).

При возделывании пшеницы яровой оптимизация питания оказывает существенное влияние на содержание сырой клейковины в зерне [8–10]. Ее массовая доля при применении биопрепаратов увеличивалась до 2,4 % (вариант гумат К) при содержании клейковины в контроле 30,3 (табл. 3).

Таблица 3. Качество зерна пшеницы яровой в зависимости от биопрепаратов на лугово-черноземной почве

Вариант	Натура, г/л	Белок, %	Стекловидность, %	Клейковина, %
Контроль	778	16,9	59	30,3
Азотобактерин	780	17,0	60	31,5
Фосфобактерин	788	17,7	61	31,1
Биостим	788	17,5	63	31,2
Гумат К	795	17,8	58	32,7
Азотобактерин + фосфобактерин	802	17,2	58	31,5
Азотобактерин + фосфобактерин + гумат К	801	17,3	62	31,5

Содержание белка в зерне в контроле составило 16,9 %. Использование биологических удобрений и стимуляторов роста обеспечивает повышение белковости зерна на 0,1–0,9 %.

Исследование показателей качества показало, что зерно пшеницы – средненатурное (778–802 г/л). Наибольшее увеличение этого парамет-

ра наблюдалось в вариантах азотобактерин + фосфобактерин и азотобактерин + фосфобактерин + гумат К (23 и 24 г/л).

Заключение. Таким образом, изучаемые биологические удобрения и стимуляторы роста при использовании под пшеницу яровую способом обработки семян эффективны. Наибольший эффект получен от применения вариантов азотобактерин + фосфобактерин и азотобактерин + фосфобактерин + гумат К – прибавка составила 0,50 и 0,55 т/га зерна соответственно. Биологические удобрения и стимуляторы роста положительно влияли на показатели структуры и качества урожая.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимические нормативные показатели минерального питания яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири / Н. В. Гоман [и др.] // Известия ТСХА. – 2021. – № 1. – С. 5–17.
2. Оптимизация применения птичьего помета под пшеницу яровую на лугово-черноземной почве южной лесостепи Западной Сибири / А. Г. Шмидт [и др.] // Плодородие. – 2019. – № 6 (111). – С. 50–52.
3. Эффективность применения жидкой фракции бесподстилочного свиного навоза под яровую пшеницу на лугово-черноземной почве / Н. В. Гоман [и др.] // Вестн. Краснояр. гос. аграр. ун-та. – 2018. – № 5 (140). – С. 51–59.
4. Efficiency of biologization of agriculture in Western Siberia (on the example of the Omsk region) / N. A. Voronkova [et al.] // III International Scientific Conference, 2020. – № 659. – 022071.
5. Бобренко, И. А. Эффективность гуминовых удобрений при возделывании гибридов кукурузы на обыкновенном черноземе / И. А. Бобренко, А. О. Чалая, В. И. Попова // Вестн. Омск. гос. аграр. ун-та. – 2020. – № 1 (37). – С. 13–20.
6. Болдышева, Е. П. Диагностика и оптимизация микроэлементного питания озимой ржи на лугово-черноземной почве Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Е. П. Болдышева. – Омск, 2018. – 18 с.
7. Попова, В. И. Оптимизация применения микроудобрений при возделывании озимой пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / В. И. Попова. – Омск, 2018. – 22 с.
8. Динамика подвижного фосфора в почвах лесостепи Западной Сибири / В. М. Красникий [и др.] // Плодородие. – 2020. – № 2 (113). – С. 57–60.
9. Использование птичьего помета в земледелии Омской области: рекомендации производству / В. М. Красникий [и др.]. – Омск: Изд-во ИП Макшеевой Е. А., 2020. – 44 с.
10. Применение минеральных удобрений на обыкновенном черноземе в плодосменном звене полевого зернопарового севооборота / Е. П. Болдышева [и др.] // Вестн. Омск. гос. аграр. ун-та. – 2020. – № 3 (39). – С. 20–28.

ОПУСТЫНИВАНИЕ ЗЕМЕЛЬ В РОССИИ

Н. А. Чижевская, магистрант

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет
имени И. Т. Трубилина»,
Краснодар, Российская Федерация

В настоящее время в Российской Федерации насчитывается около 100 млн гектаров земель, которые подвержены опустыниванию. Состояние окружающей среды в России – одна из наиболее актуальных социально-экономических проблем, среди которых на первое место выходит деградация земельных ресурсов. Общая площадь почв, подверженных опустыниванию или опасно потенциальных в этом отношении, растет [1].

Интенсивное проявление опустынивания земель выявлено в таких регионах России, как Республика Калмыкия, Астраханская и Волгоградская области, а также Республика Дагестан. Опустыниванием охвачены также территории Ставропольского края. К числу потенциально опасных территорий относятся и земли, расположенные в южной части степной зоны Воронежской, Саратовской, Оренбургской, Омской, Челябинской, Читинской областей, а также Республик Хакасия и Бурятия. Вопросы борьбы с опустыниванием становятся актуальными сегодня для Новосибирской области, Ямало-Ненецкого автономного округа и Чеченской Республики. Процесс опустынивания приобрел актуальность, ситуация стала оцениваться как экологически опасная.

Борьба с опустыниванием может происходить на нескольких уровнях. Поскольку региональные колебания климата являются основными причинами снижения продуктивности засушливых земель, важно понимать влияние глобального потепления в конкретных засушливых регионах. Многие официальные органы утверждают, что, поскольку опустынивание и глобальное потепление так тесно связаны, одним из основных решений первого может быть реализация эффективной экономической политики [2].

Однако на местном уровне опустынивание часто является результатом неустойчивого управления земельными и почвенными ресурсами. Для поддержания биологической продуктивности земли сохранение почвы часто является приоритетом. Был разработан ряд инноваци-

онных решений, которые варьируются от относительно простых изменений в способах выращивания сельскохозяйственных культур людьми до трудоемких проектов ландшафтной инженерии. Некоторые из методов могут помочь смягчить последствия опустынивания на орошаемых пахотных землях, богарных пахотных землях, пастбищах и засушливых лесах [3].

На первое место в комплексе мер по борьбе с опустыниванием выходит предотвращение дальнейшей деградации растительного покрова и осуществление мероприятий по улучшению состояния естественных кормовых угодий, от которого в прямой зависимости находится интенсивность развития, прежде всего, процессов водной и ветровой эрозии почв.

Программы и проекты по использованию и улучшению пастбищ предусматривают ряд мер, направленных на снижение депрессии:

1) систематический анализ и оценку состояния пастбищ как защиту почв и растительного покрова;

2) выявление площадей, пригодных для облесения и производства разных видов древесины;

3) восстановление деградированных и улучшение малопродуктивных пастбищ. Организация питомников и семенных фондов для использования при улучшении пастбищ и лесоразведении;

4) установление норм нагрузки на пастбища и регулирование допустимых нагрузок [4];

5) удовлетворение потребности животноводства в кормах.

Основные меры по борьбе с опустыниванием включают:

1. Периодические съемки территории (аэрокосмические, картографические и др.).

2. Расширение запасов водных ресурсов, в том числе регулирование поверхностного стока, поиск и добыча пресных подземных вод.

3. Защита поверхностных и подземных вод от загрязнения.

4. Оптимизация структуры сельскохозяйственных угодий.

5. Специализация хозяйств.

6. Совершенствование структуры посевных площадей.

7. Нормированное использование пастбищ.

8. Проведение комплексных мелиоративных мероприятий, включая защитное лесоразведение, борьбу с эрозией почв, улучшение солонцовых почв, рекультивацию техногенно нарушенных земель.

9. Разработка и освоение ландшафтных систем земледелия, обеспечивающих высокую и устойчивую продуктивность почв, высокую урожайность культур.

Состояние запустения на территории России приближается к экологической проблеме, что требует улучшения системы земледелия, минимизации участия механических обработок. Необходимо производить высадку полезащитных лесных полос в зависимости от рельефа местности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Батурьян, М. А. Альтернативные методы решения экологических проблем в сельскохозяйственном производстве / М. А. Батурьян, Т. А. Нигматуллин // Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности: сб. науч. ст. по итогам междунар. науч. конф. НИП МЕДПРОМДЕТАЛЬ; ООО «Газпром трансгаз Казань». – Казань, 2021. – С. 23–25.
2. Кузнецов, Е. В. Метод управления агресурсным потенциалом сельскохозяйственного ландшафта / Е. В. Кузнецов, А. Е. Хаджиди // Научно-технологическое обеспечение агропромышленного комплекса России: проблемы и решения: сб. тезисов по материалам V Нац. конф. – Краснодар, 2020. – С. 30.
3. Кузнецов, Е. В. Снижение рисков для повышения урожайности сельскохозяйственных культур при орошении / Е. В. Кузнецов, А. Е. Хаджиди, А. Н. Куртнезиров // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сб. ст. по материалам IX Всерос. конф. молодых ученых / отв. за вып.: А. Г. Кошаев. – Краснодар, 2016. – С. 805–806.
4. Удинцева, А. С. Негативное влияние орошения на развитие АПК / А. С. Удинцева, С. С. Радченко // Использование современных технологий в сельском хозяйстве и пищевой промышленности: материалы междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – пос. Персиановский, 2021. – С. 227–229.

УДК 631.423.1

БАЛАНС МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПАХОТНОМ СЛОЕ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО КУБАНИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

И. В. Шабанова, канд. хим. наук, доцент

А. Н. Зимин, аспирант

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет
имени И. Т. Трубилина»,
Краснодар, Российская Федерация

Аннотация. Микроэлементы (Zn, Co, Cd, Cu, Mn, Pb, Cr, Ni) находятся в черноземе выщелоченном преимущественно в виде кислоторастворимых форм, доля подвижных соединений не превышает 5 % от валового содержания. Наблюдается дефицит эссенциально важных элементов питания растений – цинка и меди в пахотном слое почвы.

Ключевые слова: микроэлементы, чернозем выщелоченный, минеральные удобрения, почвенно-поглощающий комплекс.

Чернозем выщелоченный обладает повышенной буферностью по отношению к большинству микроэлементов [1]. *d*-элементы вступают в химическое взаимодействие с фульвокислотами, гуминовыми веществами почвы, сорбируются почвенно-поглощающим комплексом [2, 3]. Снижение доступности для растений микроэлементов можно связать с процессами комплексообразования в почвенном растворе и гидролиза в слабощелочной среде черноземов. Использование высоких доз минеральных удобрений может изменять содержание потенциально доступных для растений форм микроэлементов в почве за счет регулирования pH и образования водорастворимых форм [4].

Цель исследования – изучение влияния удобрений на распределение микроэлементов в пахотном слое почвы в виде различных форм. Опыт проводился на стационаре учхоза «Кубань» в 2021 г., изучали содержание микроэлементов в пахотном слое почвы при внесении высокой дозы минеральных удобрений ($N_{240}P_{120}K_{80}$) под озимую пшеницу и навоза (600 т/га) под предшественник кукурузу на зерно. Почву отбирали перед посевом озимой пшеницы с пахотного слоя 0–20 см. Валовое содержание микроэлементов в почве определяли методом масс-спектрометрии, подвижные (pH 4,8) и кислоторастворимые (HNO_3 1:1) формы – атомно-абсорбционным методом.

Содержание различных форм микроэлементов представлено в таблице. Преимущественно микроэлементы находятся в почве в виде кислоторастворимых форм или сорбированы силикатами. Содержание кадмия в почве в виде кислоторастворимых, потенциально доступных растениям форм достигает 50 %, подвижных – более 10 %. Такая тенденция вызывает опасения, поскольку может способствовать увеличению содержания этого ультрамикроэлемента в выращенной продукции.

Баланс микроэлементов в черноземе выщелоченном

Микро-элемент	Валовое содержание, мг/кг	Кислоторастворимые формы		Подвижные формы		Обеспеченность, мг/кг
		Содержание, мг/кг	Доля, %	Содержание, мг/кг	Доля, %	
1	2	3	4	5	6	7
Co	14–21	12–14	75	0,5–1,1	3,0	Низкая
Cu	74–80	18–24	27	0,16–0,26	0,5	Очень низкая

1	2	3	4	5	6	7
Zn	75–80	55–62	77	0,7–1,0	1,5	Низкая
Mn	680–750	480–577	78	60–90	11	Средняя
Cd	0,5 (фон)	0,21–0,23	45	0,03–0,05	10	–
Pb	14–23	12–14	80	0,5–1,1	5,0	–
Cr	102–110	29–65	36	0,2–0,3	0,5	–
Ni	53–60	10–11	20	1,5–2,1	3,5	Средняя

Доля кислоторастворимых форм кобальта, цинка, марганца и свинца в почве достигает 80 %, в то же время их подвижность не превышает 5 %. Такое распределение обусловлено буферностью чернозема по отношению к тяжелым металлам, которую можно представить по увеличению доли нерастворимых в кислотах форм в следующей последовательности: $Pb > Mn > Zn > Co > Cd > Cr > Cu > Ni$.

Результаты исследования, представленные в таблице, согласуются со значениями констант устойчивости и произведений растворимости соединений микроэлементов с компонентами почвенного комплекса. Константы устойчивости металлов с фульвокислотами (рН 5,0) представлены в ряду: $Zn (2,34) < Co (3,36) < Mn (3,78) < Ni (4,14) < Pb (6,13) < Cu (8,69)$. Константы устойчивости комплексных соединений металлов с гуминовыми кислотами при рН близкой к 7 имеют сходный характер: $Mn (5,6) < Cd (8,9) < Ni (9,6) < Zn (10,3) < Cu (12,3)$. Микроэлементы при рН близкой к нейтральной среде, характерной для черноземов, образуют малорастворимые в воде гидроксиды, произведение растворимости которых возрастает в ряду: $Mn(OH)_2 (12,7) < Cd(OH)_2 (13,6) < Ni(OH)_2 (13,8) < Co(OH)_2 (14,8) < Zn(OH)_2 (16,9) < Cu(OH)_2 (19,7) < Hg(OH)_2 (25,5) < Cr(OH)_3 (30,2)$.

Из-за высокой сорбции металлов почвенным комплексом чернозема выщелоченного наблюдается четкая тенденция недостаточности эссенциально важных микроэлементов для питания растений. Накопление меди, цинка, кобальта находится на уровне низкой или очень низкой обеспеченности. Применение минеральных удобрений и навоза в высоких дозах не способствует увеличению содержания доступных для растений форм микроэлементов в пахотном слое почвы.

Таким образом, микро- и ультрамикроэлементы находятся в пахотном слое чернозема выщелоченного Кубани преимущественно в недоступных для растений силикатных и кислоторастворимых формах, доля подвижных форм эссенциальных элементов крайне низкая. Поэтому при выращивании полевых культур рациональной будет ком-

пенсация дефицита микроэлементного питания за счет некорневых подкормок хелатированными формами микроудобрений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние различных технологий возделывания сахарной свеклы на содержание цинка, свинца и кадмия в почве и корнеплодах свеклы / С. В. Гарькуша [и др.] // Тр. Кубан. гос. аграр. ун-та. – 2012. – № 36. – С. 125–129.
2. Воробьев, В. Б. Влияние гумусированности агродерново-подзолистой легкосуглинистой почвы на некоторые свойства почвенно-поглощающего комплекса / В. Б. Воробьев, И. Ю. Грищенко // Вестн. БГСХА. – 2013. – № 3. – С. 59–62.
3. Горбылева, А. И. Почвенный поглощающий комплекс дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы и урожайность сельскохозяйственных культур / А. И. Горбылева, В. Б. Воробьев, М. М. Комаров // Агротех. вестн. – 2008. – № 1. – С. 6–9.
4. Эколого-агрономическая оценка действия химических средств земледелия на урожай и качество зерна озимой пшеницы / А. В. Загорулько [и др.] // Политемат. сетевой электр. науч. журн. Кубан. гос. аграр. ун-та. – 2017. – № 131. – С. 1405–1424.

УДК 631.8

ВЛИЯНИЕ ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА КАЧЕСТВО КОРМОВ НА ОСНОВЕ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ БОБОВО- ЗЛАКОВЫХ ТРАВЯНЫХ СМЕСЕЙ НА ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ

А. В. Шашко, канд. с.-х. наук

УО «Полесский государственный университет»,
Пинск, Республика Беларусь

Актуальность. Создание агроценозов на основе бобово-злаковых травосмесей на загрязненных радионуклидами торфяных почвах может не только обеспечить увеличение кормовых единиц, но и сдерживать дальнейшую деградацию этих почв. При этом большое значение имеет подбор соответствующих видов многолетних трав. Необходимо учитывать их поведение в смешанных посевах, толерантность к накоплению радионуклидов.

Минеральные удобрения являются основным фактором получения высоких и устойчивых урожаев многолетних бобово-злаковых трав. Фосфорно-калийные удобрения не оказывают заметного положительного действия на количество протеина в чистых травостоях отдельных видов трав, а на бобово-злаковых травостоях, повышая участие бобо-

вых, увеличивают его содержание в общем урожае. При улучшении роста бобовых усиливается деятельность клубеньковых бактерий, а в связи с этим и азотное питание растений и, как следствие этого, возрастает процент протеина в них [1].

Азотные удобрения снижают содержание протеина в общем урожае бобово-злакового травостоя и несколько повышают содержание сухого вещества, при этом значительно уменьшается количество бобовых растений [2].

Значение микроэлементов для жизнедеятельности растений, животных и человека не вызывает сомнений. Внекорневая подкормка травостоев удобрениями с микроэлементами повышает их концентрацию в корме [3].

В то же время довольно отчетливо проявляется влияние типа травостоя на биохимический состав корма: сено бобово-злаковых травостоев по сравнению со злаковым отличается более высоким содержанием сырого протеина, сырого жира, кальция и фосфора, но более низким – сырой клетчаткой, а также более высокой энергонасыщенностью и питательностью [4].

Цель исследований – оценить влияние различных доз удобрений на получение качественных кормов на основе многокомпонентных бобово-злаковых травяных смесей на загрязненных радионуклидами торфяных почвах.

Методика проведения исследований. Полевой опыт с многолетними бобово-злаковыми травосмесями был заложен на землях СПК «Новое Полесье» Лунинецкого района Брестской области на торфяно-глеевой почве, подстилаемой с глубины 50 см мелкозернистым песком. Средняя плотность загрязнения почвы опытного участка $^{137}\text{Cs} - 120 \text{ кБк/м}^2$. Агрохимические показатели корнеобитаемого слоя почвы следующие: pH в KCl 4,8; среднее содержание подвижного фосфора 188 мг/кг почвы, калия – 355 мг/кг почвы; зольность верхнего слоя торфа – 28,4 %; сумма поглощенных оснований – 53,5 ммоль на 100 г почвы; содержание меди и бора среднее: меди – 6,27 мг/кг почвы, бора – 1,45 мг/кг почвы.

Испытывались три вида травосмесей: 1) тимopheевка луговая – 6 кг/га, кострец безостый – 6 кг/га, овсяница луговая – 6 кг/га, лядвенец рогатый – 5 кг/га; 2) тимopheевка луговая – 6 кг/га, кострец безостый – 6 кг/га, овсяница луговая – 6 кг/га, клевер луговой – 4 кг/га, клевер гибридный – 4 кг/га; 3) тимopheевка луговая – 6 кг/га, кострец

безостый – 6 кг/га, овсяница луговая – 6 кг/га, галега восточная – 10 кг/га.

Травы выращивались на фоне фосфорно-калийного питания $P_{60}K_{180}$. Фосфорные удобрения вносились в полной дозе, калийные и азотные удобрения – 75 % от полной дозы под первый укос, остальные 25 % – под второй укос, в соответствии со схемой полевого эксперимента (табл. 1).

Таблица 1. Варианты применения минеральных удобрений в опыте

Вариант опыта	Дозы удобрений под 1-й укос, кг д. в/га			Дозы удобрений под 2-й укос, кг д. в/га		
	N	P	K	N	P	K
1. Контроль	–	–	–	–	–	–
2. $P_{60}K_{180}$	–	60	135	–	–	45
3. $P_{60}K_{180} + M/\bar{a}$	–	60	135	–	–	45
4. $N_{30}P_{60}K_{180}$	22,5	60	135	7,5	–	45
5. $N_{30}P_{60}K_{180} + M/\bar{a}$	22,5	60	135	7,5	–	45
6. $N_{60}P_{60}K_{180} + M/\bar{a}$	45	60	135	15	–	45

В вариантах 3, 5 и 6, согласно схеме опыта, были внесены медный купорос (Cu – 25 %), аммоний молибденовокислый (Mo – 52 %) и борная кислота (B – 17,1 %) из расчета Cu – 100 г д. в/га, Mo – 50 г д. в/га и B – 50 г д. в/га.

Результаты исследований и их обсуждение. При возделывании бобово-злаковых травосмесей на торфяных почвах удобрения довольно сильно влияют на содержание в растениях некоторых основных веществ, необходимых для питания животных. Поэтому в задачи разумного применения удобрений на лугах и пастбищах входит не только повышение урожаев и улучшение ботанического состава травостоев, но и регулирование биохимического состава кормов. Полученные данные в полевых экспериментах по изучению питательности кормов бобово-злаковых травосмесей представлены в табл. 2.

Согласно результатам определения химического состава сена многолетней бобово-злаковой травосмеси, содержание основных элементов питания в среднем за 3 года при оптимальных дозах минеральных удобрений находилось в пределах нормы.

Наилучшие показатели зоотехнического качества сена бобово-злаковых травосмесей на основе лядвенца отмечены при дозе удобрений $N_{60}P_{60}K_{180}$ – содержание переваримого протеина составило 13,1 %, сырой клетчатки – 25,9 %, жира – 3,6 %. Обеспеченность кормопро-

иновой единицей 1 га составила 46,4–71,5 в зависимости от состава травосмеси и дозы минеральных удобрений.

Таблица 2. Химический состав и питательная ценность сена многолетних бобово-злаковых травосмесей (среднее за 3 года)

Вариант опыта	Сырой жир	Сырая клетчатка	Переваримый протеин	К. ед., кг/кг	Общая энергия, МДж/кг	К	Ca	Mg	P	Обеспеченность КПЕ 1 га			
	%										%		
Галега + овсяница + костреч + тимopheевка													
Без удобрений	2,9	27,0	11,2	0,61	9,9	1,3	0,4	0,15	0,26	47,3			
P ₆₀ K ₁₈₀ + м/э	3,4	27,4	11,6	0,63	9,7	1,8	0,7	0,13	0,31	53,9			
N ₃₀ P ₆₀ K ₁₈₀ + м/э	3,4	25,2	12,1	0,65	10,2	1,9	0,8	0,15	0,34	55,8			
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₈₀ + м/э	3,5	24,3	12,6	0,67	10,6	2,2	0,8	0,22	0,33	56,4			
Лядвенец + овсяница + костреч + тимopheевка													
Без удобрений	3,2	25,7	11,4	0,62	10,0	1,3	0,5	0,22	0,28	49,3			
P ₆₀ K ₁₈₀ + м/э	3,7	27,1	12,2	0,68	10,1	1,7	0,7	0,19	0,29	61,8			
N ₃₀ P ₆₀ K ₁₈₀ + м/э	3,5	26,7	12,9	0,72	10,3	1,9	0,7	0,17	0,30	71,5			
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₈₀ + м/э	3,6	25,9	13,1	0,71	10,2	2,1	0,8	0,18	0,34	68,9			
Клевер + овсяница + костреч + тимopheевка													
Без удобрений	3,0	26,2	10,2	0,58	9,8	1,4	0,6	0,18	0,27	46,4			
P ₆₀ K ₁₈₀ + м/э	3,4	27,0	11,2	0,61	10,2	1,7	0,7	0,16	0,31	50,1			
N ₃₀ P ₆₀ K ₁₈₀ + м/э	3,4	26,1	12,1	0,63	10,1	1,7	0,8	0,17	0,32	54,2			
N ₆₀ P ₆₀ K ₁₈₀ + м/э	3,5	26,5	12,4	0,66	10,4	2,0	0,9	0,18	0,35	56,1			
НСР _{0,5}	0,3	1,6	1,8	0,03	0,1	0,3	0,1	0,02	0,02				

Примечание. КПЕ – кормопротеиновая единица.

Различные по видовому составу травосмеси характеризуются различным содержанием питательных элементов. Наиболее высоким содержанием кормовых единиц (0,72) отличается травосмесь с лядвенцем рогатым, что связано с сохранением в травосмеси бобового компонента до 46 %. Травосмеси с галеей содержат 0,65 к. ед., травосмеси с клевером – 0,63 к. ед. Связано это с тем, что в данных травосмесях преобладают злаковые травы.

Таким образом, наиболее оптимальной бобово-злаковой травосмесью по длительности использования, химическому составу и питательной ценности сена является смесь лядвенца рогатого с костречом безостым, тимopheевкой луговой, овсяницей луговой. В травосмеси

злаковых трав с клеверами на третий год пользования бобовая компонента почти целиком выпадает. Данную травосмесь можно использовать в зернотравяных севооборотах при недолгосрочном использовании травостоем. На торфяных почвах, как и на минеральных, галегу восточную лучше возделывать в травосмеси с одним злаковым компонентом (кострецом безостым), так как многокомпонентные злаковые смеси подавляют ее развитие.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мееровский, А. С. Возделывание долголетних луговых травостоев – способ сохранения торфяных почв / А. С. Мееровский, С. Н. Брель // Плодородие почв – основа устойчивого развития сельского хозяйства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. и IV съезда почвоведов, Минск, 26–30 июля 2010 г.: в 2 ч. / редкол.: В. В. Лапа [и др.]; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2010. – Ч. 1. – С. 123–125.
2. Пикун, П. Т. Продуктивность многолетних трав на торфяно-болотных почвах / П. Т. Пикун // Наше сельское хозяйство. – 2010. – № 11. – С. 78–81.
3. Фаритов, Т. А. Повышение качества кормов и эффективность их использования / Т. А. Фаритов // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2015. – № 5. – С. 87–91.
4. Барашкова, Н. В. Продуктивность и ботанический состав злаковых и бобово-злаковых травостоев при удобрении / Н. В. Барашкова, В. Д. Дьячковская // Кормопроизводство. – 2008. – № 6. – С. 12–14.

УДК 633.12:631.82:631.55

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРА РОСТА ЭКОСИЛ И МИКРОУДОБРЕНИЙ МИКРОСТИМ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КРУПЯНЫЕ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ГРЕЧИХИ

П. А. Широко, канд. с.-х. наук

П. Г. Кукшинов, С. Н. Рыжков

РУП «Могилевская областная сельскохозяйственная опытная станция
НАН Беларуси»,

аг. Дашковка, Могилевская область, Республика Беларусь

Продукты из зерна гречихи, обладая высокой пищевой ценностью, широко используются для детского и диетического питания. Основной продукт переработки – крупа ядрица, которую получают из зерна гречихи, не подвергшегося гидротермической обработке. Гречневая крупа – практически единственная целая крупа, которую получают непосредственно после шелушения, не подвергая шлифованию, полированию или какой-либо другой обработке. Крупа гречихи имеет ряд до-

стоинств с точки зрения питания по сравнению с другими крупами. Она богата макро- и микроэлементами, витаминами, легкоусвояемыми белками, органическими кислотами и маслами. Углеводы, содержащиеся в гречихе, усваиваются медленно, надолго сохраняя чувство сытости, не приводя к резким изменениям уровня сахара в крови. За счет отсутствия в составе крупы глютена она относится к гипоаллергенным продуктам питания. В связи с этим гречневая крупа имеет преимущества перед другими крупами. Несмотря на высокие достоинства, производство гречневой крупы еще далеко от потребности. Хотя последние годы ставится задача по увеличению посевных площадей под гречихой и урожайности зерна этой культуры, чтобы в полном объеме удовлетворить спрос населения Республики Беларусь.

В связи с этим для реализации потенциальной продуктивности гречихи особый интерес, как для науки, так и для производства, представляет применение под данную культуру регуляторов роста и микроудобрений нового поколения, способных улучшить приток ассимилянтов в репродуктивные органы растений, существенно повысить стрессоустойчивость к неблагоприятным условиям, стимулировать рост и развитие в период вегетации [2, 3].

Исследования в данном направлении проводились в 2018–2020 гг. на опытном поле РУП «Могилевская областная сельскохозяйственная опытная станция НАН Беларуси» с диплоидным сортом гречихи Сапфир (2 п) и тетраплоидным Марта (4 п) на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве, подстилаемой с глубины 1 м моренным суглинком.

По результатам агрохимических анализов пахотный горизонт характеризовался слабокислой (pH_{KCl} 5,65–5,70) реакцией почвенной среды, низким содержанием гумуса (1,63–1,68 %), средним содержанием подвижных форм фосфора (223–240 мг/кг) и калия (242–251 мг/кг). Содержание бора (0,65–0,72 мг/кг) и цинка (0,31–0,44 мг/кг) соответствовало средней степени обеспеченности пахотного слоя этими микроэлементами [1].

Закладка полевого опыта, фенологические наблюдения, химические анализы почвы и растений осуществлялись по общепринятым методикам. Площадь учетной делянки – 25 м², повторность – четырехкратная.

В качестве основного удобрения ($\text{N}_{45}\text{P}_{60}\text{K}_{90}$) под гречиху осенью под вспашку вносили аммофос (12 % N, 50 % P_2O_5) и хлористый калий (60 % K_2O), весной под предпосевную культивацию – мочевины (46 % N). По-

сев опытного участка проведен в 2019–2020 гг. в начале второй декады мая широкорядным способом сеялкой СН-16 при прогревании почвы до 15–18 °С и оптимальной влажности (60–70 % ППВ).

Глубина заделки семян – 4 см. Норма высева – 1,5 млн. всхожих семян на 1 га.

Химическая прополка посевов гречихи в опыте проведена в фазе 1-го настоящего листа культуры и семядольных листьев сорняков препаратом Бицепс Гарант, КЭ, 0,75 л/га [4].

Уборка урожая проведена комбайном «SAMPO-2010» поделаячно.

Зерно с каждой делянки взвешивалось отдельно с последующим пересчетом на 14%-ную влажность и 100%-ную чистоту.

Крупяные качества определяли в лаборатории кафедры технологии хлебопродуктов УО «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий» по соответствующим ГОСТам, общепринятым в пищевой промышленности.

Погодные условия в период проведения исследований отличались от многолетних данных и характеризовались неоднородным температурным режимом с дефицитом осадков в отдельные периоды роста и развития растений гречихи.

В качестве регулятора роста и развития растений при проведении исследований использовали препарат белорусского производства Эко-сил, ВЭ – природный комплекс тритерпеновых кислот, экстракта хвои сибирской, который обладает выраженным фунгицидным действием.

Из микроудобрений использовали препарат МикроСтим цинк, бор с биостимулятором, который представляет собой водорастворимые концентраты, приготовленные на основе хелатов, металлоэлементов в органоминеральной форме с добавлением регулятора роста гидрогумата. Микроудобрения в виде хелатных органических соединений являются наиболее доступной формой для растений.

Что касается способов применения микроудобрений, то наиболее распространенными являются некорневые подкормки, при которых питательные элементы можно внести ко времени наибольшей потребности в них растений и в дозах несколько раз меньших, чем при внесении в почву [5].

В наших исследованиях они применялись при обработке вегетирующих растений в фазе бутонизации и плодообразования.

Схема опыта включала следующие варианты:

- 1) контроль;
- 2) Экосил, 0,1 л/га, в фазе бутонизации;

3) Экосил, 0,1 л/га + МикроСтим цинк, бор, 1,6 л/га, в фазе бутонизации;

4) Экосил, 0,1 л/га, в фазе плодообразования;

5) Экосил, 0,1 л/га + МикроСтим цинк, бор, 1,6 л/га, в фазе плодообразования.

В опытах возделывали сорта гречихи, которые характеризовались следующими хозяйственно полезными признаками.

Сапфир – диплоидный сорт детерминантного типа. Среднеспелый, длина вегетационного периода – 79–96 дней. Низкорослый, высота растений составляет 73–79 см, устойчивость к полеганию – 4–5 баллов. Зерно крупное и выравненное, масса 1000 плодов – 26,6–36,4 г. Содержание белка в зерне – 14,0–15,1 %. Высокие технологические качества зерна: выравненность – 90 %, выход крупы – 73 %, пленчатость – 25,3 %. Максимальная урожайность за годы испытания – 42,6 ц/га [6].

Марта – тетраплоидный сорт индетерминантного типа, отличительной особенностью которого является дружность созревания плодов. Среднеспелый, период вегетации – 87–98 дней. Высота растений – 80–100 см. Зерно крупное, масса 1000 плодов равна 39,2–40,6 г. Высокие технологические качества зерна: выход крупы – 73 %, содержание белка в зерне – 13,9 %, вкус каши – 5 баллов. Максимальная урожайность за годы испытания – 37,9 ц/га [7].

Результаты полевых исследований показали, что совместное применение регулятора роста Экосил и микроудобрений МикроСтим цинк, бор оказывало существенное влияние на урожайность зерна обоих сортов гречихи.

Так, в среднем за три года при применении их в некорневой подкормке в фазе бутонизации урожайность зерна гречихи диплоидного сорта Сапфир сформировалась на уровне 20,9 ц/га, прибавка по отношению к контролю составила 3,9 ц/га.

Чистое внесение Экосила в этой фазе позволило получить прибавку урожайности зерна 1,4 ц/га.

Более эффективное действие Экосила и МикроСтим цинк, бор проявилось при обработке тетраплоидного сорта Марта – получена урожайность зерна 22,4 ц/га, в то время как в контроле она составила 18,2 ц/га.

Дальнейшее применение исследуемого регулятора роста и микроудобрения при обработке вегетирующих растений гречихи обоих сортов в период плодообразования не способствовало росту урожайности зерна (таблица).

Лабораторными исследованиями установлено, что под влиянием Экосила и МикроСтива цинк, бор улучшились технологические качества зерна гречихи диплоидного и тетраплоидного сортов. Более значимые изменения качественных показателей в сторону улучшения произошли при комплексном применении их в фазе бутонизации.

Так, показатель пленчатости зерна, который влияет на содержание ядра и соответственно на выход крупы, в нашем случае при обработке растений гречихи в фазе бутонизации регулятором роста и микроудобрением снизился у сорта Сапфир на 2,6 %, у сорта Марта на 3,2 % в сравнении с контролем. При обработке растений в фазе плодообразования показатель пленчатости снизился менее значительно.

Наиболее объективную оценку крупяных свойств зерна дает общий выход крупы, выход крупы ядрицы и крупы продела.

Анализ лабораторного шелушения показал, что общий выход крупы из зерна гречихи при воздействии на растения обоих сортов Экосилом и МикроСтимом цинк, бор превысил базисный выход продукции и составил у сорта Сапфир 67,7–69,8 %, у сорта Марта 70,2–74,4 %. При этом наибольший общий выход крупы получен при некорневой подкормке в фазе бутонизации.

Установлено увеличение выхода крупы ядрицы и снижение выхода крупы продела при максимальном соотношении у сорта Сапфир – 7,62, Марта – 8,92 (таблица).

Влияние регулятора роста и микроудобрения на урожайность и потребительские качества зерна гречихи (среднее значение за 2018–2020 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Пленчатость, %	Крупность, %	Выращенность, %	Выход крупы, %			Соотношение ядра к проделу
					общий	ядрицы	продела	
Сорт Сапфир								
1	17,0	25,6	89,3	81,9	65,3	56,1	9,2	6,01
2	18,4	24,8	94,9	83,8	68,6	59,6	9,0	6,62
3	20,9	23,0	96,9	85,3	69,8	61,7	8,1	7,62
4	18,2	24,3	93,8	83,3	67,7	59,1	8,6	6,87
5	20,1	24,1	95,7	84,0	68,4	60,0	8,4	7,14
НСР _{0,5}	1,62							
Сорт Марта								
1	18,2	26,7	91,1	88,7	68,1	59,8	8,3	7,20
2	19,9	25,9	95,9	90,8	70,2	62,2	8,0	7,77
3	22,4	23,5	98,9	93,6	74,4	66,9	7,5	8,92
4	19,6	25,6	94,9	90,6	71,3	62,7	8,6	7,29
5	20,8	25,8	97,7	91,9	72,2	63,6	8,6	7,39
НСР _{0,5}	1,74							

Крупность зерна изменялась в пределах от 96,9 % (сорт Сапфир при совместной обработке Экосилом, 0,1 л/га, и МикроСтим цинк, бор, 1,6 л/га, в фазе бутонизации) до 98,9 % (сорт Марта). Обработка посевов в фазе плодообразования при таких условиях приводила к снижению крупности зерна на 1,2 % у обоих сортов, но по отношению к контролю она повысилась на 6,4–6,6 %.

Наиболее выравненное зерно у обоих сортов получено также при применении регулятора роста и микроудобрения в фазе бутонизации у сорта Сапфир – 85,3 %, Марта – 93,6 % (контроль – 81,9 и 88,7 % соответственно).

Таким образом, изучение технологических свойств зерна гречихи, полученного при применении регулятора роста Экосил, 0,01 л/га, и микроудобрения МикроСтим цинк, бор, 1,6 л/га, в некорневые подкормки, позволяет отметить, что зерно крупное, в основном выравненное, с невысокой пленчатостью, обладает хорошими технологическими достоинствами как сырье для крупяной промышленности по выходу крупы ядрицы и крупы дробленой (продел).

ЛИТЕРАТУРА

1. Лапа, В. В. Агрохимические регламенты для повышения плодородия почв и эффективного использования удобрений: учеб. пособие / В. В. Лапа. – Горки: БГСХА, 2002. – 48 с.
2. Коротков, А. В. Формирование урожайности и качества зерна гречихи при использовании регуляторов роста: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А. В. Коротков. – Москва, 2012. – 25 с.
3. Мишина, О. С. Физиологические основы применения регуляторов циркона и карвитола для увеличения продуктивности гречихи / О. С. Мишина, С. Л. Белопухов, Л. Д. Прусакова // Агрохимия. – 2010. – № 1. – С. 42–54.
4. Организационно-технологические нормативы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, НПЦ Беларуси по земледелию; рук. разраб.: Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск: Беларус. навука, 2012. – 288 с.
5. Рак, М. В. Применение микроудобрений микростим в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур / М. В. Рак, С. А. Титова // Повышение плодородия почв и применение удобрений: материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 14 февраля 2019 г. / Ин-т почвоведения и агрохимии; редкол.: В. В. Лапа (гл. ред.) [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2019. – С. 86–87.
6. Сапфир [Электронный ресурс] / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию». – Режим доступа: www.agronom.info/cat/seeds/fieldcrop/buchwheat/7741-sapfir.
7. Марта [Электронный ресурс] / ГУ «Государственная инспекция по испытанию и охране сортов». – Режим доступа: www.sorttest.by/grechicha.pdf.

СОДЕРЖАНИЕ

Воробьев В. Б., Вильдфлуш И. Р., Мишура О. И., Радкевич М. Л., Коготко Ю. В., Батыршаев Э. М., Барбасов Н. В., Гурбан К. А., Волкова С. В., Картавенко А. Ф. Кафедра агрохимии УО БГСХА – 100 лет	3
Алешин М. А. Эффективность использования азотного удобрения в 3-компонентных смешанных посевах	14
Ануфрик О. М. Влияние удобрений на накопление биомассы растениями валерианы лекарственной	18
Артемук Е. Г., Новикова Т. И. Оценка эффективности применения гербицида Фултайм в посевах сильфии пронзеннолистной в первый год жизни	22
Афанасьева Т. И., Труфанов А. М. Общая токсичность почвы при различном по интенсивности агротехническом использовании	24
Бардовская К. Г., Кажарский В. Р. Биологическая и хозяйственная эффективность пестицидов и комплексных программ защиты картофеля	28
Батыршаев Э. М. Влияние минеральных удобрений на урожайность и переход радионуклидов в зерно проса на дерново-подзолистой супесчаной почве	33
Бедловская И. В., Дмитренко Н. Н. Результаты применения агрохимикатов марки «Профарм» на озимой пшенице в условиях производственного опыта	36
Белый А. В., Потапенко А. А., Дуктов В. П. Биологическая эффективность гербицидов в посевах озимой твердой пшеницы	40
Бирюкович А. Л., Пастушок Р. Т., Свиридович Т. Г. Содержание структурных и неструктурных углеводов в многолетних травах на мелиорированных почвах	43
Босак В. Н., Сачивко Т. В., Акулич М. П., Улахович Н. В. Применение регуляторов роста при возделывании овощных, пряно-ароматических и эфирно-масличных культур	47
Веретельник Е. Ю., Черкас В. В. Численность вредителей на озимой пшенице в зависимости от плодородия почвы и минерального питания	49
Вильдфлуш И. Р., Мишура О. И., Вильдфлуш Е. И. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста растений на урожайность, качество и вынос элементов питания горохом	53
Вильдфлуш И. Р., Барбасов Н. В. Влияние комплексных удобрений на урожайность и элементы структуры урожая ячменя	58
Вильдфлуш И. Р., Кулешова А. А. Эффективность комплексных удобрений и регулятора роста при возделывании яровой пшеницы	61
Власюк Н. П. Влияние минеральных удобрений на величину урожая люцерны посевной	65
Воронин А. Н., Герасимова А. С., Редяева Д. С. Влияние обработки почвы и удобрений на высоту растений и урожайность яровой пшеницы	69
Горянцева М. Д., Лобко А. А., Козлов С. Н. Эффективность микроудобрения Ф-1 Старт на яровом ячмене	73
Журавлев В. А. Пестициды и их значение для Республики Беларусь	75
Зеленая А. Н. Влияние разных форм микроудобрений на содержание меди в биомассе райграса пастбищного на торфяной почве	79
Иванова Е. Н. Реагенты, используемые для промывки обратноосмотических мембран водоочистой установки «Исток-1200-К»	83
Иванова М. В. Влияние азотных некорневых подкормок на урожайность и качество зерна пшеницы яровой на лугово-черноземной почве	86

Ионас Е. Л. Новые формы комплексных удобрений для основного внесения и их эффективность на картофеле	89
Иргалина Р. Ш., Курмашева Н. Г. Экономическая эффективность полевых севооборотов Северной лесостепной зоны Республики Башкортостан	93
Камедько Т. Н. Биологическая и хозяйственная эффективность биопрепарата EMULPAR-940 ЕС против вредителей на лекарственных растениях.....	97
Ковальский К. Ю., Арефьев А. Н. Изменение урожайности сельскохозяйственных культур и качества растениеводческой продукции при использовании диатомита и его сочетаний с птичьим пометом	100
Кажарский В. Р., Козлов С. Н., Коготько Ю. В., Коготько Е. И. Биологическая эффективность применения средств защиты растений компании «Франдеса» в посадках картофеля	104
Колбас А. П., Четырбок Е. А., Колбас Н. А. Особенности накопления тяжелых металлов растениями при использовании различных почвенных добавок	108
Корнейкова Ю. С. Эффективность совместного применения минеральных удобрений и регуляторов роста на льне масличном	112
Корнейкова Ю. С. Влияние diaзотрофных и фосфатмобилизующих бактериальных препаратов на содержание усвояемого азота, подвижного фосфора в почве и урожайность семян масличного льна	116
Красноженова Я. С., Устинова Н. В. Эффективность применения фунгицидов в посевах озимого рапса	120
Кузин Е. Н. Влияние элементов биологического земледелия на формирование урожайности яровой пшеницы	123
Кукреш А. С., Дуброва Ю. Н. Использование diaзотрофных и фосфатмобилизующих препаратов как прием влияния на продуктивность многолетних бобово-злаковых травостоев	128
Курмашева Н. Г., Иргалина Р. Ш. Динамика агрохимических свойств почвы Ишимбайского района Республики Башкортостан	132
Логачёв И. А., Цырибко В. Б. Динамика противозерозионной устойчивости дерново-подзолистых эродированных почв в течение вегетационного периода.....	137
Лукашевич Н. П., Шлома Т. М., Ковалева И. В. Влияние доз внесения минерального азота на продуктивность однолетних кормовых агрофитоценозов	145
Лукьяничик И. Д., Иванюк Н. А. Воздействие производного 24-эпибрасинолида БС-960 на рост стебля и урожайность семян льна масличного сорта Брестский	148
Лукьяничик И. Д., Мошук И. В. Сортотиповая чувствительность <i>Lactuca sativa</i> L. к накоплению нитратов в листьях	152
Минаева И. В., Цыганкова В. А., Пильо С. Г., Ключко С. В., Броварец В. С. Новые регуляторы роста растений сахарного гороха на основе синтетических производных пириимидина.....	156
Мишура О. И., Вильдфлуш Е. И. Урожайность и качество клевера лугового в зависимости от применяемых систем удобрения	161
Мишура О. И., Вильдфлуш Е. И. Удобрения и качество зерна пивоваренного ячменя.....	166
Нестерук В. С., Колбас А. П. Биотестирование влияния эпикастерона и его конъюгатов с кислотами на морфометрические параметры фестулолиума	171
Нурлыгаянов Р. Б. Разработка системы удобрения в лесных питомниках	173
Нурлыгаянов Р. Б., Нурлыгаянова И. Р. Исследование зеленых удобрений в Республике Башкортостан.....	178

Поддубный О. А., Поддубная О. В. Эффективность листовых подкормок картофеля хелатированными формами микроэлементов	185
Почтовая Н. Л., Камедько Т. Н. Эффективность удобрения Ультрасол при выращивании ярового ячменя	190
Радкевич М. Л., Филончук Ж. В. Совершенствование системы применения удобрений сельскохозяйственных культур в ОАО «Селекционно-гибридный центр «Вихра» Мстиславского района	193
Романова И. Н., Перепичай М. И., Птицына Н. В. Влияние агроприемов на урожайность яровой пшеницы и ячменя в Смоленской области	196
Самсонова Н. Е. Необменная фиксация калия дерново-луговой и серой лесной почвами	200
Седукова Г. В., Козлова Л. И., Дрозд К. С. Накопление ¹³⁷ Cs биомассой фестулолиума в одновидовых и смешанных посевах на дерново-подзолистой супесчаной почве	205
Седукова Г. В., Крестова Н. В., Исаченко С. А. Эффективность применения минеральных удобрений в посевах сорговых культур	209
Стељмах К. Н., Кузина Е. Е. Последствие осадков городских сточных вод и их сочетаний с цеолитсодержащей агорудой на элементы структуры урожая сельскохозяйственных культур	213
Степанова Н. В. Минеральное питание льна-долгунца	217
Степанова Н. В., Сапего Н. А. Эффективность комплексных удобрений в посевах льна масличного	221
Устинова Н. В., Красноженова Я. С. Влияние распространенности стеблевой формы белой гнили подсолнечника на биометрические показатели склероциев	224
Хвасевский М. И., Колбас А. П. Влияние ростстимуляторов на накопление тяжелых металлов подсолнечником однолетним и фестулолиумом	227
Хомяк Я. В., Литвиновская Р. П. Влияние эпибрассинолида и его конъюгатов с серной кислотой на морфофизиологические параметры клевера лугового (<i>Trifolium Pratense</i>)	231
Цыганов А. Р., Веремейчик Л. А., Цыганова А. А. Основные подходы по предотвращению деградации земель (включая почвы)	238
Червань А. Н., Клебанович Н. В. Опыт геоинформационной обработки почвенных и агрохимических условий аграрного землепользования	242
Чернявская М. А. Использование биопрепаратов при возделывании яровой пшеницы в Омской области	246
Чижевская Н. А. Опустынивание земель в России	250
Шабанова И. В., Зимин А. Н. Баланс микроэлементов в пахотном слое чернозема выщелоченного Кубани при использовании минеральных удобрений	252
Шашко А. В. Влияние доз минеральных удобрений на качество кормов на основе многокомпонентных бобово-злаковых травяных смесей на загрязненных радионуклидами торфяных почвах.	255
Ширко П. А., Кукшинов П. Г., Рыжков С. Н. Влияние регулятора роста Экосил и микроудобрений МикроСтим на урожайность и крупяные качества зерна гречихи	259

Научное издание

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УДОБРЕНИЙ,
КАЧЕСТВА РАСТЕНИЕВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ
И ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ

Сборник статей
по материалам Международной научно-практической
конференции, посвященной 100-летию кафедры агрохимии
Белорусской государственной орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственной академии
и 115-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки БССР,
доктора сельскохозяйственных наук,
профессора Р. Т. Вильдфлуша

Горки, 30 ноября 2021 г.

Редактор *Н. А. Матасёва*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*
Корректор *Н. П. Лаходанова*
Ответственный за выпуск *В. Б. Воробьёв*
Компьютерный набор и верстка *К. А. Гурбана*

Подписано в печать 16.08.2022. Формат 60×84^{1/16}. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 15,58. Уч.-изд. л. 13,56.
Тираж 30 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.