

УРОЖАЙНОСТЬ СЕМЯН ГОРОХА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НОРМ ВЫСЕВА СЕМЯН, ДОЗ ВНЕСЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА И ПРИМЕНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА

Н. П. ЛУКАШЕВИЧ, И. В. КОВАЛЁВА, Т. М. ШЛОМА

УО «Витебская государственная ордена «Знак Почета» академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь, 210009, e-mail: kortoproiz@vsavm.by

И. М. КОВАЛЬ

ГУ «Витебская областная инспекция по семеноводству, карантину и защите растений»,
г. Витебск, Республика Беларусь, 210015, e-mail: kortoproiz@vsavm.by

(Поступила в редакцию 27.01.2025)

Повышение урожайности высокобелковых зернофуражных культур относится к приоритетным направлениям по проведению научных исследований в аграрном секторе, так как способствует снижению дефицита производимого в Республике Беларусь кормового белка для производства животноводческой продукции. В данной публикации приводятся данные научных исследований по изучению использования сортов гороха безлисточкового морфотипа в качестве зернофуражной культуры в условиях северного региона Республики Беларусь, выявлению оптимальной нормы высева семян, дозы минерального азота, целесообразности применения бактериального препарата Ризоверм (*Rhizobium* sp. и *Bradyrhizobium* sp.). Совершенствование системы минерального азотного питания и возможность применения биологических препаратов при возделывании гороха в одновидовых посевах для почвенно-климатических условий Витебской области позволит повысить урожайность семян. В ходе исследований выявлено, что оптимальной дозой внесения азотного удобрения для формирования максимального симбиотического аппарата (на уровне 73,5–74,1 клубенька на корнях одного растения) в наших исследованиях было 65 кг/га д. в. Дальнейшее повышение дозы минерального азота до 85 кг/га д. в. не увеличивало количество клубеньков на корнях растения гороха. Урожайность семян изучаемого сорта в контрольном варианте без внесения минерального азота находилась на уровне 21,9–28,0 ц/га. Внесение биологического малозатратного бактериального препарата Ризоверм обеспечило прибавку урожайности на 4,5–6,7 ц/га по сравнению со стандартом. Установлено, что при возделывании в почвенно-климатических условиях северного региона Беларуси максимальная урожайность семян гороха сформировалась на уровне 47,5 ц/га на фоне внесения N 65 кг/га д. в. азота с нормой высева 1,9 млн. всхожих семян на один гектар и составила 47,5 ц/га.

горох посевной, семена, урожайность, минеральный азот, бактериальный препарат, норма высева, вегетационный период, клубеньковые бактерии.

Increasing the yield of high-protein grain forage crops is one of the priority areas for scientific research in the agricultural sector, as it helps to reduce the deficit of feed protein produced in the Republic of Belarus for the production of livestock products. This publication presents the data of scientific research on the use of pea varieties of the leafless morphotype as a grain forage crop in the conditions of the northern region of the Republic of Belarus, identifying the optimal seeding rate, mineral nitrogen dose, and the feasibility of using the bacterial preparation Rizoverm (*Rhizobium* sp. and *Bradyrhizobium* sp.). Improvement of the mineral nitrogen nutrition system and the possibility of using biological preparations in the cultivation of peas in single-species crops for the soil and climatic conditions of the Vitebsk region will increase the seed yield. The research revealed that the optimal dose of nitrogen fertilizer for the formation of the maximum symbiotic apparatus (at the level of 73.5–74.1 nodules on the roots of one plant) in our studies was 65 kg/ha of active substance. A further increase in the dose of mineral nitrogen to 85 kg/ha of active substance did not increase the number of nodules on the roots of the pea plant. The seed yield of the studied variety in the control variant without the introduction of mineral nitrogen was at the level of 2.19–2.80 t/ha. The introduction of the biological low-cost bacterial preparation Rizoverm provided an increase in yield by 0.45–0.67 t/ha compared to the standard. It was established that when cultivating in the soil and climatic conditions of the northern region of Belarus, the maximum yield of pea seeds was formed at the level of 4.75 t/ha against the background of introduction of 65 kg/ha of active substance of nitrogen with a seeding rate of 1.9 million viable seeds per hectare and amounted to 4.75 t/ha.

Key words: peas, seeds, yield, mineral nitrogen, bacterial preparation, seeding rate, vegetation period, nodule bacteria.

Введение

В кормопроизводстве Республики Беларусь остается нерешенной проблема недостатка белка собственного производства в рационах животных. Решение этого вопроса возможно не только за счет увеличения посевных площадей высокоурожайных зернобобовых культур, семена которых могут быть использованы при приготовлении концентрированных кормов, но и за счет повышения их урожайности. Посевные площади под зернобобовыми кормовыми культурами в Беларуси в ближайшие годы, по данным С. В. Кравцова, должны составить 350 тыс. га, из них горох необходимо высевать на 200 тыс. га, различные виды люпина – 100 тыс. га и сою – не менее, чем 25 тыс. га [1, с. 4–7].

Лидирующее положение по размеру посевных площадей в аграрном секторе Республики Беларусь среди других зернобобовых культур занимает горох. Наибольший сбор растительного белка при соблюдении технологии возделывания культуры обеспечивают посевы гороха при возделывании его в чистом виде. В производственных условиях в последние годы высеваются безлисточковые сорта го-

роха, обладающие высокой устойчивостью к полеганию растений, что обеспечивает благоприятные условия для формирования генеративных органов растения и снижение потерь при уборке урожая [2]. Одним из таких сортов является Саламанка. Семена этого сорта гороха характеризуются универсальным их использованием, как на продовольственные цели, так и в качестве белкового компонента при производстве комбикормов для животных [3].

Азот является одним из необходимых элементов питания растений. В условиях интенсивного земледелия для получения планируемого урожая он должен содержаться в почве в количестве, обеспечивающих потребность растений в течении всего периода развития. Создание оптимального режима азотного питания в условиях северной агроклиматической зоны Республики Беларусь является одним из важнейших условий получения высокой урожайности. Одним из источников этого элемента в питании растений гороха является биологическая фиксация атмосферного азота, другим – внесение азотных минеральных удобрений.

Растения гороха обладают способностью симбиотического фиксирования азота из воздуха за счет заселения клубеньковых бактерий на их корневой системе. Поэтому предпосевная обработка семян клубеньковыми бактериями является актуальным направлением при разработке технологии возделывания бобовых культур.

Оптимизация азотного питания путем внесения определенных норм азотных удобрений под планируемую урожайность имеет важное значение в практике сельскохозяйственного производства, так как заниженные нормы азота приводят к недобору урожая, а избыточные – к полеганию растений, росту производительных потерь азота и загрязнению окружающей среды. По мнению некоторых авторов, внесение стартовых доз минерального азота способствует увеличению урожайности этой культуры [4, 5, 6, 7].

Целью наших исследований являлось изучение формирования урожайности семян на посевах гороха усатого морфотипа в почвенно-климатических условиях северной части Республики Беларусь в зависимости от доз внесения минерального азота и применения бактериального препарата при различных нормах посева.

Основная часть

Полевые опыты проведены на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, подстилаемой моренным суглинком с глубины 1,0 м, со следующими агрохимическими показателями: pH (в KCl) – 5,7–5,9; содержание подвижного фосфора – 201–232 мг, обменного калия – 198–216 мг на 1 кг почвы, содержание гумуса – 2,0–2,2 %. В качестве объекта исследования были посеы сорта гороха Саламанка усатого морфотипа. Предметом исследования являлись норма посева, доза азотных удобрений и бактериальный препарат Ризоверм (*Rhizobium* sp. и *Bradyrhizobium* sp.).

Закладка полевых опытов, учеты и наблюдения во время вегетационного периода были проведены в соответствии с методикой, изложенной Б. А. Доспеховым [8]. Математическая обработка полученных экспериментальных данных проведена с использованием компьютерных программ согласно методикам проведенных исследований.

Растение гороха характеризуется низкой устойчивостью к полеганию стеблестоя. Проведенные за последние годы научно-генетико-селекционные исследования по морфотипу растения этой культуры способствовали созданию новых высокопродуктивных сортов с усатым типом листа. Особенности почвенно-климатических условий северного региона Республики Беларусь оказывают влияние на формирования семенной продуктивности зернофуражных сортов гороха и проведение уборочных работ без потери урожая. Как правило, в конце вегетационного периода культуры наблюдается избыток выпавших осадков, что отрицательно влияет на формирование генеративной сферы растения. Поэтому возделывание наиболее скороспелых сортов позволит реализовать генетический потенциал сорта.

Результаты наших исследований показали, что длина вегетационного периода у сорта Саламанка в зависимости от внесения доз минерального азота и нормы посева семян находилась в пределах 85–96 суток. Удлинению периода от всходов до созревания способствовали разреженный стеблестой посевов культуры и увеличение дозы внесения минерального азота (табл. 1).

Таблица 1. Длина вегетационного периода зернофуражного сорта гороха в зависимости от внесения доз минерального азота и нормы посева семян (суток)

Вариант	Норма посева, млн шт/га			
	1,3	1,6	1,9	2,2
Р 60 К 110 – фон (контроль)	89	86	87	86
Фон+ <i>Rhizobium</i> sp. и <i>Bradyrhizobium</i> sp.	90	87	85	86
Фон + N 25 кг/га д.в.	90	91	88	85
Фон + N 65 кг/га д.в.	93	93	92	88
Фон + N 85 кг/га д.в.	95	96	94	91

При обработке семян гороха перед посевом бактериальным препаратом Ризоверм длина вегетационного периода сократилась на 4–5 суток при увеличении нормы высева до 2,2 млн шт/га по сравнению с минимальной – 1,3 млн шт/га.

Специфичность культур семейства бобовые состоит в том, что они обладают азотфиксирующей способностью, которая определяется численностью образовавшихся на корневой системе клубеньков. Эффективность ризобияльного симбиоза у гороха зависит в первую очередь от механического состава, влажности, аэрации и температурного режима почвы.

В наших исследованиях были проведены учеты с целью установления влияния на процесс формирования азотфиксирующего аппарата в почвенно-климатических условиях северного региона Республики Беларусь на различных фонах минерального азота при различной густоте стояния растений в посевах. Подсчет количества клубеньков на корнях гороха проводили в фазу бутонизации растения, так как в этот период данный показатель достигает максимальной величины.

Известно, что формирующийся при пониженной температуре, характерной для весеннего периода северо-восточной части Республики Беларусь, симбиотический аппарат на протяжении длительного времени остается физиологически молодым, не способным к проявлению активной деятельности. Это приводит к увеличению разрыва во времени между сроками появления клубеньков и началом азотфиксации, который начинается в фазе трех листьев. Поэтому растения гороха на начальных этапах онтогенеза необходимо обеспечить азотным питанием за счет внесения минеральных удобрений. Кроме того, оптимизация азотного питания на начальных этапах развития растений, способствует нарастанию корневой системы, как объекта для заселения клубеньковыми бактериями.

Полученные результаты по количеству клубеньков на корневой системе в изучаемых вариантах по сорту гороха Саламанка показал, что их число варьирует в зависимости от количества внесенного минерального азота с учетом густоты стояния растений в посевах (табл. 2).

Таблица 2. Количество клубеньков на корневой системе у зернофуражного сорта гороха в зависимости от внесения доз минерального азота и нормы высева семян, шт/раст. (фаза бутонизации)

Вариант	Норма высева, млн шт/га			
	1,3	1,6	1,9	2,2
Р 60 К 110 – фон (контроль)	43,9	45,4	45,9	40,1
Фон+Rhizobium sp. и Bradyrhizobium sp.	49,2	51,1	50,8	48,9
Фон + N 25 кг/га д.в.	50,5	56,7	53,5	50,7
Фон + N 65 кг/га д.в.	66,9	73,5	74,1	69,7
Фон + N 85 кг/га д.в.	63,3	66,5	62,7	54,9

Применение азотных удобрений до определенной дозы способствовало увеличению объема корневой системы и ее заселению вирулентными аборигенными клубеньковыми бактериями, присущими почвам северо-восточной части Республики Беларусь. Оптимальной дозой внесения азотного удобрения для формирования наибольшего симбиотического аппарата (на уровне 73,5–74,1 клубенька на корнях одного растения) в наших исследованиях было 65 кг/га д. в. Дальнейшее повышение дозы минерального азота до 85 кг/га д. в. не увеличивало количества клубеньков на корнях растения гороха.

Известно, что в северной части Республики Беларусь календарные сроки посева яровых культур, даже холодостойких растений, к которым относится и горох, осуществляются в более поздний календарный период по сравнению с южным регионом. От темпов роста и развития растения зависит полноценное формирование вегетативных и генеративных органов, что и определяет величину сбора семян с единицы площади. Внесение перед посевом гороха доступного для питания растений минерального азота, повышает активность образования азотфиксирующего комплекса в период начального вегетативного роста в условиях северной части Республики Беларусь. Проведенные нами научные исследования показали, что внесение активных штаммов клубеньковых бактерий в виде бактериального препарата Ризоверм способствовало увеличению заселения корневой системы клубеньковыми бактериями в случае неприменения минерального азота. Их количество увеличилось на 11 % по сравнению с контрольным вариантом и была на уровне с применением дорогостоящего минерального азота в дозе 25 кг/га д. в.

Формирование элементов продуктивности растения гороха зависит от метеорологических условий и имеет сложный характер. Повышение температуры воздуха и увеличение суммы осадков до определенного оптимума оказывает положительное влияние на формирование репродуктивных органов. Однако избыток тепла, дефицит или избыток влаги ингибируют продукционный процесс и зависимость между параметрами элементов продуктивности и метеорологическими условиями отрицательна [9]. В условиях Витебской области выпадение повышенного количества осадков во второй половине вегетации приводит к сильному полеганию посева, ухудшает условия аэрации и освещение, со-

здает при почвенном слое зону повышенной температуры, ухудшает фитосанитарное состояние посева. В наших исследованиях длина стебля в зависимости от варианта составила 81,5–97,4 см. Увеличение высоты растения гороха усатого морфотипа в посевах на фоне внесения азота 65 кг/га и норме высева 1,9 млн шт/га до 97,4 см не вызывало полегание стеблестоя и способствовало увеличению количества бобов на растении.

Полученные нами результаты исследований по улучшению режима азотного питания посевов гороха, показали, что в оптимальных для произрастания растений вариантах были обеспечены комфортные условия для сохранения парности бобов и увеличения их количества на растении, что в конечном итоге способствовало формированию высокой продуктивности культуры. Урожайность семян изучаемого сорта Саламанка в контрольном варианте находилась на уровне 21,9–28,0 ц/га. Внесение биологического малозатратного бактериального препарата Ризоверм обеспечило прибавку урожайности на 4,5–6,7 ц/га по сравнению со стандартом (табл. 3).

Таблица 3. Урожайность семян зернофуражного сорта гороха в зависимости от внесения доз минерального азота и нормы высева семян, ц/га

Вариант	Норма высева, млн шт/га			
	1,3	1,6	1,9	2,2
Р 60 К 110 – фон (контроль)	21,9	22,6	28,0	24,8
Фон+Rhizobium sp. и Bradyrhizobium sp.	24,7	22,9	33,5	31,5
Фон + N 25 кг/га д.в.	23,0	30,7	38,6	36,2
Фон + N 65 кг/га д.в.	26,5	35,2	47,5	41,2
Фон + N 85 кг/га д.в.	25,8	40,1	45,1	40,4

Максимальная урожайность семян сформировалась при внесении дозы минерального азота в количестве 65 кг/га д. в. при норме высева семян 1,9 млн шт/га и составила 47,5 ц/га. Прибавка к контрольному варианту – 17,0 %

Заключение

Оптимальной дозой внесения азотного удобрения для формирования наибольшего симбиотического аппарата (на уровне 73,5–74,1 клубенька на корнях одного растения) было 65 кг/га д. в.

Максимальная урожайность семян зернофуражного сорта гороха сформировалась в вариантах опыта при норме высева семян 1,9 млн. всхожих семян на один гектар как при обработке семян активными штаммами клубеньковых бактерий, так и на фоне внесения минерального азота.

Инокуляция семян бактериальным препаратом Ризоверм повышала урожайность семян на 4,5–6,7 ц/га по сравнению с контрольным вариантом.

Проведение посева на фоне внесения минерального азота 65 кг/га д. в. способствовало получению максимальной урожайности семян гороха, которая составила 47,5 ц/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кравцов С. В. Стратегия Республики Беларусь в области самообеспечения растительным белком / С. В. Кравцов // Аграрная наука – производству. Выпуск № 1(5) // РУП «Научно-исследовательский центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2024. – С. 4–7.
2. Урбан, Э. П. Состояние и приоритеты селекции зерновых, зернобобовых и кормовых растений в Беларуси / Э. П. Урбан, Ф. И. Привалов // Стратегия, приоритеты и достижения в развитии земледелия и селекции сельскохозяйственных растений в Беларуси: сборник материалов Международной научно-практической конференции; 7–8 июля 2022 г. Жодино / РУП «Научно-исследовательский центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ Минфина, 2022. – С. 157–161.
3. Влияние азотных удобрений и норм высева семян на продуктивность посевов гороха / И. В. Ковалева, Т. М. Шлома, И. М. Коваль, Н. П. Лукашевич // Земледелие и растениеводство. – 2023. – № 2 (147). – С. 32–35.
4. Повышение технологичности посевов зернобобовых культур / Н. П. Лукашевич, И. М. Коваль, Т. М. Шлома, И. В. Ковалева, А. С. Петрович. // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знака почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2018. – Т. 54. № 2. – С. 102–106.
5. Применение diaзотрофных и фосфатомобилизующих бактериальных препаратов при возделывании основных сельскохозяйственных культур / Т. Ф. Персикова и др. – Горки: БГСХА, 2003. – 28 с.
6. Особенности формирования урожайности семян зернобобовых культур в почвенно-климатических условиях северной зоны Беларуси // Н. П. Лукашевич, И. В. Ковалева, Н. Н. Зенькова, Т. М. Шлома, И. М. Коваль // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 4. – С. 87–92.
7. Особенности формирования высокопродуктивных однолетних агрофитоценозов / Т. М. Шлома, И. М. Коваль, Н. П. Лукашевич // Земледелие и защита растений. – 2017. – № 3 (112). – С. 3–6.
8. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – Москва: Колос, 1972. – 352 с.
9. Кукреш, Л. В. Зернобобовые культуры / Л. В. Кукреш, Н. П. Лукашевич. – Минск: «Ураджай», 1992. – 256 с.