

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ПЛОДОВ ЯБЛОНИ

В. В. СКОРИНА

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: skorina@list.ru

(Поступила в редакцию 09.06.2023)

Яблоня – основная плодовая культура в Республике Беларусь. Получение максимального урожая культуры во многом зависит от действия комплекса многих факторов, важная роль среди которых принадлежит удобрениям. Элементы минерального питания необходимы для нормального роста и развития. При нарушении баланса в системе удобрение нарушается обмен веществ, что в конечном итоге приводит к нарушению развития, снижению урожайности и качества продукции.

В статье предоставлены результаты исследований по оценке влияния комплексного минерального удобрения и кальцийсодержащего удобрения ЛИГОПЛЕКС Са, Ж на биометрические показатели, урожайность и качество плодов сортов яблони.

Установлено, что некорневое применение данных видов минеральных удобрений (Удобрение смешанное «Добрая Сила», марка 15 (N:P:K 2:3:6) и ЛИГОПЛЕКС Са, Ж) в указанных нормах расхода оказывало положительное влияние на показатели качества и урожайность сортов яблони.

Отмечено при применении Удобрения смешанного «Добрая Сила», марка 15 увеличение однолетнего прироста на 23,3 %, увеличение объема корней на 12,2 % по сравнению с контролем.

В среднем по опыту при применении удобрения ЛИГОПЛЕКС Са, Ж содержание сухих веществ составило 13,4 % в опытном варианте и 12,57 % – в эталоне. Средняя масса плодов яблони увеличилась на 11,2 %, урожайность у сортов Надежны и память Коваленко на 5,35 т/га, достоверно превысив контроль.

По большинству изучаемых показателей при применении удобрения Удобрение смешанное «Добрая Сила», марка 15 (N:P:K 2:3:6) ЛИГОПЛЕКС Са, Ж отмечено проявление сортовой специфичности.

Ключевые слова: яблоня, сорт, удобрение, урожайность, качество.

The apple tree is the main fruit crop in the Republic of Belarus. Obtaining the maximum crop yield largely depends on the action of a complex of many factors, an important role among which belongs to fertilizers. Mineral nutrition elements are necessary for normal growth and development. If the balance in the fertilizer system is disturbed, the metabolism is disturbed, which ultimately leads to a violation of development, a decrease in yield and product quality.

The article presents the results of studies on the assessment of the effect of complex mineral fertilizer and calcium-containing fertilizer LIGOPLEX Ca, liquid on biometric indicators, yield and quality of fruits of apple varieties.

It has been established that the foliar application of these types of mineral fertilizers (Mixed Fertilizer "Good Power", grade 15 (N:P:K 2:3:6) and LIGOPLEX Ca, liquid) in the indicated consumption rates had a positive effect on the quality indicators and the yield of varieties of apple trees.

An increase in annual growth by 23.3 %, an increase in the volume of roots by 12.2 % compared with the control was noted when using the Mixed Fertilizer "Good Power", grade 15.

On average, according to the experiment, when using the fertilizer LIGOPLEX Ca, liquid, the content of dry substances was 13.4 % in the experimental variant and 12.57 % in the standard. The average weight of apple fruits increased by 11.2 %, the yield of varieties Nadeyna and Kovalenko's memory increased by 5.35 t/ha, significantly exceeding the control.

According to most of the studied indicators, when applying the Mixed fertilizer "Good Power", grade 15 (N:P:K 2:3:6), LIGOPLEX Ca, liquid, a manifestation of varietal specificity was noted.

Key words: apple tree, variety, fertilizer, productivity, quality.

Введение

Главной задачей отрасли плодоводства в Беларуси является обеспечение населения свежими фруктами и продуктами их переработки, которые должны входить в постоянный рацион питания человека. Яблоня – основная плодовая культура в республике. В плодах содержится более 60 макро- и микроэлементов, различные биологически активные вещества, которые обладают высокими диетическими, целебными и питательными свойствами. Плоды яблони могут храниться длительное время.

В настоящее время в Беларуси площадь плодово-ягодных насаждений составляет 94,4 тыс. га, с которых ежегодно получают урожай около 500 тыс. т [1].

Получение максимально возможного урожая сельскохозяйственных культур напрямую зависит от действия комплекса многих факторов, важная роль среди которых принадлежит удобрениям.

Высокая эффективность удобрений отмечена только при применении их в определенной научно обоснованной системе с учетом конкретных почвенно-климатических условий, особенностей питания отдельных культур, агротехники, свойств удобрений и других факторов [2]. В настоящее время некорневые подкормки широко применяются как важный агротехнический прием [3, 4].

Питание растений должно быть сбалансировано и удовлетворять их потребности в соответствии с фенологическими фазами развития. При некорневом применении питательные вещества усваиваются растением практически во время внесения, т.е. это наиболее оперативный способ снабжения растений питательными веществами. Для достижения оптимальных результатов необходимо формирование пофазных систем некорневых подкормок в течение всего вегетационного периода.

Ряд авторов указывают, что элементы минерального питания оказывают как непосредственное, так и опосредованное влияние на качество плодов. Непосредственное влияние элементов питания на качество плодов, включая низкую лежкоспособность и восприимчивость к физиологическим заболеваниям (горькая ямчатость, ожог и т. д.), зависит как от уровня содержания отдельных элементов питания, так и их общего баланса [5].

В своих исследованиях Ю. В. Трунов и др. указывают, что применение минеральных удобрений оказывает заметное влияние на физиологическое состояние растений. Установлено, что достаточно тесная взаимосвязь существует между сохранностью плодов при хранении и их минеральным составом, который в значительной степени определяется мероприятиями по внесению удобрений [6].

По данным ряда литературных источников отмечается, что из всех элементов питания кальций является самым важным с точки зрения обеспечения сохранности плодов при хранении [7, 8, 9, 10].

Кальций, как отмечают исследователи [11] оказывает влияние на процессы старения и качества плодов, изменяя внутриклеточные и межклеточные процессы, в частности, от содержания кальция зависит скорость размягчения мякоти.

В значительной степени это объясняется тем, что кальций замедляет расщепление пектиновых веществ клеточных стенок [11 и др.]. Кальций является нереутилизируемым элементом и обладает относительно невысокой подвижностью в растении т.к. при снижении физиологической активности цитоплазмы он может выпадать в осадок в форме нерастворимых оксалатов, цитратов и т. д. [12].

Для обеспечения длительной лежкости плодов сорта очень важно подобрать правильный баланс ряда элементов питания с кальцием. В первую очередь это относится к азоту и калию, когда низкое значение К/Са и N/Са являются своеобразными условиями хорошей сохранности плодов [13, 14].

В настоящее время отмечается эффективность некорневых подкормок, которые оказывают большое воздействие на растения, усиливают листовой аппарат, повышая его устойчивость к неблагоприятным факторам, увеличивают скорость роста и обеспечивают лучшее развитие растений, стимулируют раннее цветение и раннее формирование урожая, увеличивают общий объем урожая и повышают качество продукции [15].

Влияние некорневых подкормок на характер ростовых процессов плодовых культур указывают исследования и других авторов [16–19].

В связи с этим целью исследований являлось изучение влияния комплексных минеральных удобрений на биометрические показатели, урожайность и качество плодов у различных сортов яблони.

Основная часть

Исследования проводили в 2021–2022 гг. в учебно-опытном саду и питомнике кафедры плодовоовощеводства УО БГСХА.

Основной особенностью погодных условий 2021 года являлись более высокие среднемесячные температуры в июне на 3,2 °С и июле на 4,2 °С по сравнению со средней многолетней. Начало лета было более засушливым на фоне высоких температур воздуха. В июне количество осадков составило 30 % от среднего многолетнего значения, а в августе, напротив, осадков было в 1,6 раза больше.

Среднемесячные температуры вегетационного периода 2022 года имели значительное отличие от средних многолетних. В целом отмечены превышения среднемесячных температур в пределах от 2,4 °С в июне до 4,0 °С в августе. В апреле и мае среднемесячная температура была на 0,9 °С и 2,1 °С ниже средней многолетней. Отмечены более высокие температуры, по сравнению со средней многолетней, были во II и III декаде августа (на 4,5 °С и 5,6 °С), а также в I и III декаде июня (на 2,6 °С и 3,3 °С), I декаде июля (на 52,7 °С), I декаде августа (на 1,8 °С). Более низкие температуры были в I–III декаде мая (на 1,9–2,4 °С), во II декаде июля и I декаде сентября на 2,6 °С и 4,0 °С ниже средней многолетней.

Избыточное увлажнение, сформировавшееся после таяния снега в начале апреля, в дальнейшем было обусловлено дефицитом влаги в конце июля и особенно в августе. Во II и III декаде августа осадки составляли около 4 % от среднемноголетних значений на фоне повышенных температур воздуха.

Исследования проводили на сортах яблони Белорусское сладкое, Ауксис, Алеся, Надеины, Память Коваленко (подвой 54-118) в саду 2012 г. закладки. Схема размещения 4×2,5 м.

Опытный участок характеризовался следующими агрохимическими показателями: рН – 6,1, P₂O₅ – 223,0 мг/кг, K₂O – 219,0 мг/кг.

В технологии ухода за культурой яблони придерживались отраслевых регламентов [13]. Борьба с сорной растительностью проводилась по мере отрастания сорняков. На яблоне применяли гербицидный пар в приствольной полосе (3 л/га Торнадо 500, ВР). В междурядьях – естественное залужение с подкашиванием 4 раза за сезон. По мере необходимости проводилась борьба с вредителями (Рогор-С, КЭ – 1,0–1,5 л/га; Шарпей, МЭ – 0,2 л/га) и болезнями (Делан, 70 % в. г. – 0,6 кг/га, Топаз, КЭ – 0,3 л/га).

В качестве источника микроэлементов в 2021 г. изучали удобрение смешанное «Добрая Сила», марка 15 (N:P:K 2:3:6), производитель: АО «РУСИНХИМ», Россия.

Схема опыта включала следующие варианты:

1. Контроль;

2. Удобрение минеральное NPK+Mg+Si+MЭ, марка 2:8:12, Г. Состав: N_{общ.} – не менее 2 %; P₂O₅ – не менее 8 %; K₂O – не менее 12 %; SiO – 20 %; MgO – не менее 0,6 %; CaO – не менее 0,25 %;

3. Удобрение смешанное «Добрая Сила», марка 15 (N:P:K 2:3:6).

Вносили при посадке из расчета 120–160 г/дерево и подкормка (внесение в приствольный круг с заделкой и обильным поливом – 60-80 г/м², 1–2 раза за сезон.

В 2022 г. изучали удобрение ЛИГОПЛЕКС Са, Ж с содержанием кальция 15%,

Удобрение ЛИГОПЛЕКС Са, Ж (Биолким С.п.А, Италия) используется для повышения качества плодов. В контрольном варианте, на фоне рекомендованной отраслевым регламентом системы удобрений, исключали обработку солями кальция.

В эталонном варианте, разрешенным к применению на территории Республики Беларусь [20] использовали жидкое микроэлементное удобрение ПОЛИДОН марка КАЛЬЦИЙ, Ж.

Схема опыта на яблони включала следующие варианты:

1. Контроль;

2. Жидкое микроэлементное удобрение ПОЛИДОН марка КАЛЬЦИЙ, Ж (2,0–4,0 л/га);

3. ЛИГОПЛЕКС Са, Ж, Общий оксид кальция (СаО) – 15 %). (2,0–4,0 л/га);

Опрыскивание растений в следующие фазы: начало цветения; до увеличения плодов, 2–4 раза каждые 10–15 дней. Расход рабочей жидкости 1000 л/га.

В работе придерживались основных положений методики полевого опыта [21] и методических указаний по проведению регистрационных испытаний макро-, микроудобрений и регуляторов роста растений [22]. Статистическая обработка результатов исследований выполнена в программе Microsoft Excel.

При применении Удобрения смешанного «Добрая Сила», марка 15 на растениях яблони отмечено достоверное увеличение однолетнего прироста на 23,3 % (табл. 1). Толщина стволика в опытном и эталонном варианте увеличилась на 5,3 и 4,8 % соответственно. Количество основных скелетных корней в этих вариантах опыта достоверно превышало контроль на 7,1 и 5,7 % соответственно. При применении Удобрения смешанного «Добрая Сила», марка 15 на растениях яблони отмечено достоверное увеличение объема корней на 12,2 % по сравнению с контролем.

Таблица 1. Биометрическая характеристика растений яблони

Варианты опыта	Приживаемость, %	Суммарная длина однолетнего прироста, см	Толщина стволика, мм	Количество основных скелетных корней, шт.	Объем корней, см ³
Контроль (без применения удобрения)	98,7	302,1	18,7	14,1	990,2
Удобрение смешанное «Добрая Сила», марка 15 (N:P:K 2:3:6)	99,7	372,6	19,7	15,1	1110,6
Эталон. Удобрение минеральное NPK+Mg+Si+MЭ, марка 2:8:12, Г	99,5	363,3	19,6	14,9	1083,4
НСР ₀₅	F _ф <F ₀₅	21,625	F _ф <F ₀₅	0,976	66,338

При обработке растений яблони удобрением ЛИГОПЛЕКС Са трехкратно на испытуемых сортах (табл. 2) отмечалось статистически достоверное увеличение растворимых сухих веществ в плодах сорта Надеины (НСР₀₅ – 0,860), растворимых углеводов у сорта Память Коваленко (НСР₀₅ – 0,728), а также у сортов Надеины и Память Коваленко сырой клетчатки и витамина С. В среднем по опыту при применении удобрения ЛИГОПЛЕКС Са, Ж содержание сухих веществ составило 13,4% в опыте и 12,57% – в эталоне.

Таблица 2. Биохимические показатели качества плодов

Варианты опыта	Сухое вещество, %	Растворимые углеводы, %	Сырая клетчатка, %	Витамин С, %	N, %	P, %
Надеины						
Контроль (без удобрений)	11,37	9,32	3,15	10,3	0,36	0,065
ЛИГОПЛЕКС Са, Ж	13,03	9,81	4,04	15,8	0,34	0,065
Эталон. Жидкое микроэлементное удобрение ПОЛИДОН марка КАЛЬЦИЙ, Ж	11,72	8,98	2,97	12,3	0,35	0,065
НСР ₀₅	0,860	F _ф <F ₀₅	0,199	0,914	F _ф <F ₀₅	F _ф <F ₀₅
Память Коваленко						
Контроль (без удобрений)	13,76	9,48	3,266	12,1	0,34	0,065
ЛИГОПЛЕКС Са, Ж	13,88	11,71	3,75	13,8	0,35	0,070
Эталон. Жидкое микроэлементное удобрение ПОЛИДОН марка КАЛЬЦИЙ, Ж	13,42	9,38	3,31	12,3	0,35	0,065
НСР ₀₅	F _ф <F ₀₅	0,728	0,287	1,061	F _ф <F ₀₅	0,004

При применении удобрения ЛИГОПЛЕКС Са для внекорневых подкормок, у испытуемых сортов (табл. 3) отмечалось статистически достоверное увеличение средней массы на 20,6–2,6 %. Плотность кожицы плода является важным параметром, характеризующим транспортные качества плодов, позволяет обеспечить продолжительный срок хранения и сохранения свежести плода.

В проведенных исследованиях в зависимости от сорта при применении удобрения ЛИГОПЛЕКС Са, Ж плотность кожицы плодов повысилась на 8,8–22,0 %. В среднем по опыту применение удобрения ЛИГОПЛЕКС, Ж способствовало повышению плотности кожицы плодов на 1,2 кг/см².

При анализе влияния опытного удобрения на плотность кожицы плодов яблони следует отметить достоверное увеличение данного показателя у сортов Надежны и Память Коваленко.

Таблица 3. Средняя масса, урожайность и плотность плода сортов яблони

Варианты опыта	Сорт (повторение)			
	Надежны		Память Коваленко	
	Масса, г	Плотность, кг/см ²	Масса, г	Плотность, кг/см ²
Средняя масса и плотность плода				
Контроль (без обработки)	150,96	18,02	174,84	17,98
ЛИГОПЛЕКС Са, Ж	182,06	18,9	179,56	19,58
Эталон. Жидкое микроэлементное удобрение ПОЛИДОН марка КАЛЫЦИЙ, Ж	168,28	18,36	177,8	19,44
НСР ₀₅	15,191	F _ф <F ₀₅	F _ф <F ₀₅	1,543
Урожайность, т/га				
Варианты опыта	Сорт (повторение)		Среднее	Прибавка т/га
	Надежны	Память Коваленко		
Контроль (без обработки)	66,2	61,2	63,7	
ЛИГОПЛЕКС Са, Ж	70,0	68,1	69,05	5,35
Эталон. Жидкое микроэлементное удобрение ПОЛИДОН марка КАЛЫЦИЙ, Ж	68,3	67,4	67,85	4,15
НСР ₀₅	F _ф <F ₀₅	4,098	3,933	

Отмечено достоверное повышение урожайности (табл. 4) культуры в среднем по опыту (на 8,3 % и 6,5 %) в опытном и эталонном вариантах по отношению к контролю. При применении удобрения ЛИГОПЛЕКС Са достоверно по урожайности отмечена у сортов Память Коваленко в опытном варианте.

Положительное влияние на товарность плодов удобрения ЛИГОПЛЕКС, Ж оказало на сорта и в среднем по сортам. Выход плодов первого товарного сорта увеличился на 3,7 и 5,2 процентных пункта соответственно, достоверно превысив контроль.

Достоверное увеличение средней максимальной массы плода относительно контроля отмечено у сорта Надежны (НСР₀₅ – 12,123) при использовании удобрения ЛИГОПЛЕКС Са.

Достоверное увеличение максимальной массы (табл. 4) плода на отмечено у сортов Надежны и Память Коваленко на 7,0 и 22,4 % соответственно, и на 15,2 % в целом по опыту при использовании удобрения ЛИГОПЛЕКС, Ж.

Таблица 4. Максимальная масса плода, г

Варианты опыта	Сорт (повторение)		Среднее
	Надежны	Память Коваленко	
Контроль (без обработки)	188,0	204,3	196,15
ЛИГОПЛЕКС Са, Ж	201,3	250,9	226,1
Эталон. Жидкое микроэлементное удобрение ПОЛИДОН марка КАЛЫЦИЙ, Ж	192,6	228,0	210,3
НСР ₀₅	12,123	16,267	16,219

По результатам исследований установлено, что некорневые подкормки испытуемым удобрением оказали достоверное влияние на увеличение однолетнего прироста на 23,3 %, количество основных скелетных корней. При обработке растений яблони удобрением ЛИГОПЛЕКС Са отмечалось статистически достоверное увеличение растворимых сухих веществ, сырой клетчатки и витамина С, увеличение средней массы на 20,6–2,6 % и плотности кожицы плодов.

Заключение

Некорневое применение комплексных минеральных удобрений (Удобрение смешанное «Добрая Сила», марка 15 (N:P:K 2:3:6), ЛИГОПЛЕКС Са, Ж, в указанных нормах расхода оказывает положительное влияние на показатели качества и урожайность сортов яблони.

Отмечено увеличение однолетнего прироста на 23,3 % при применении Удобрения смешанного «Добрая Сила», марка 15. Средняя масса плодов яблони увеличилась на 11,2 %, увеличение объема корней на 12,2 % по сравнению с контролем.

В среднем по опыту при применении удобрения ЛИГОПЛЕКС Са, Ж содержание сухих веществ составило 13,4 % в опытном варианте и 12,57 % – в эталоне. Установлено увеличение средней массы плода на 20,6–2,6 %. Урожайность яблони у сортов Надежны и память Коваленко увеличилась в среднем на 5,35 т/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь: стат. сб. / Нац. стат. комитет Респ. Беларусь; редкол.: И. В. Медведева (председатель) [и др.]. – Минск, 2018. – 234 с.

2. Скорина, В. В. Влияние комплексных минеральных удобрений на урожайность и качество сортов яблони / В. В. Скорина // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 4. – С. 64–68.
3. Трунов, Ю. В. Биологические основы минерального питания яблони: научное издание / Ю. В. Трунов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Воронеж: Изд-во Кварта, 2016. – 418 с.
4. Bondada et al., 2001 (Bondada, B.R., Urea nitrogen uptake by citrus leaves / B.R. Bondada, J.P. Syvertsen, L.G. Albrigo // HortScience. – 2001. – No. 36, No. 6. – P.1061–1065.
5. Marcelle, 1995) Marcelle, R.D. Mineral nutrition and fruit quality / R.D. Marcelle // Acta Horticulturae. – 1995. – Vol. 383. – Pp. 219–226
6. Трунов, Ю. В. Минеральный состав яблочки при некорневых подкормках минеральными удобрениями и биостимулятором роста Эдагум / Ю. В. Трунов, Е. М. Цуканова, Е. Н. Ткачев, О. А. Грезнев, Н. Н.Сергеева, Н. И. Ненько, Ю. Ф. Якуба // Сельскохозяйственная биология. – 20126. – №1. – С. 93–97.
7. Гудковский, В. А. Содержание Са в плодах и его роль в устойчивости к физиологическим заболеваниям / В. А. Гудковский, Т. Л. Урюпина // Вестник с.-х. науки Казахстана. – 1977. – № 12. – С. 42–46.
8. Гудковский, В. А. Содержание кальция в различных частях плодов яблони и его влияние на изменение пектиновых веществ и устойчивость к грибным гнилям / В. А. Гудковский // Экспресс информация Каз. НИИНТИ. Сер. Экономика сельского хозяйства. – Алма-ата, 1984. – Вып. 28. – С. 12–15.
9. Тибилова, Т. С. Влияние хлористого калия на сохраняемость маточников и продуктивность семенников моркови / Т. С. Тибилова // Селекция, семеноводство и технологии возделывания овощных культур: сб. науч тр. – Воронеж, 1989. – С. 50–54.
10. Смирнов, В. Г. Агротехнические аспекты технологии производства плодов в связи с их лежкоспособностью: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.07 / В. Г. Смирнов. – Воронеж, 2002. – 20 с.
11. Кохана, В. М. О пектинометилэстеразе кожицы плодов томата / В. М. Кохана, Н. И. Кривелева, В. В. Арасимович // Известия АН МССР. Серия биологических и химических наук. – 1988. – № 5. – С. 69–70.
12. Третьяков, Н. Н. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / Н. Н.Третьяков, Е. И. Кошкин, Н. М. Макрушин, А. С. Лосева, Н. В. Пильщикова, Н. Н. Новиков, Т. В. Карнаухова под ред. Н. Н. Третьякова. – М.: Колос, 1998. – 640 с.
13. Casero T. Interrelation between fruit mineral content and pre-harvest calcium treatments on 'Golden Smoothie' apple quality / T. Casero, A. L. Benavides, I. Recasens // Journal of Plant Nutrition. – 2009. – Vol.33, No.1. – Pp. 27–37.
14. Lanauskas J. The effect of calcium foliar fertilizers on cv. Ligol apples / J. Lanauskas, N. Kviklienė, N. Uselis, D. Kviklys, L. Buskienė, R. Mažeika, G. Staugaitis // Plant soil and environment. – 2012. – Vol. 58, No 10. – Pp. 465–470.
15. Трунов, Ю. В. Минеральное питание и урожайность яблони на слаброслых клоновых подвоях / Ю. В. Трунов – Мичуринск: Изд. МичГАУ, 2003. – 188 с.
16. Бруйло, А. С. Изучение влияния некорневой внесения микроэлементов на рост и развитие яблони в плодоносящем саду / А. С. Бруйло, В. А. Самусь, О. И. Камзолова // Плодоводство: Научные труды Белорусский научно-исследовательский институт плодоводства. – Минск. 1999. – Т.12. – С. 85–90.
17. Самусь, В. А. Адаптивная интенсификация плодоводства в Беларуси / В. А. Самусь / Плодоводство: научн. Тр. / РУП «Институт плодоводства»; редкол.: В. А. Матвеев (гл. ред.) [и др.]. Самохваловичи, 2004. –Т.16. – С. 7–15.
18. Сергеева, Н. Н. Применение специальных удобрений в интенсивных насаждениях яблони на юге России / Н. Н. Сергеева, Н. В. Говорущенко, А. А. Салтанов // Садоводство и виноградарство. – 2002. – №6. – С. 8–10.
19. Сергеева, Н. Н. Система удобрения яблони в интенсивных насаждениях / Н. Н. Сергеева // Садоводство и виноградарство. – 2006. – №1. – С. 8–9.
20. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь: справочное издание. – А. В. Пискун [и др.]. – Минск, 2020. – 742 с.
21. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
22. Методические указания по проведению регистрационных испытаний макро-, микроудобрений и регуляторов роста растений в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / В. В. Лапа [и др.]. – РУП «Институт почвоведения и агрохимии». – Минск, 2008. – 36 с.