

На правах рукописи

ПОПОВ Андрей Александрович

**АГРОХИМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
ПОДСОЛНЕЧНИКА В УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ
ЦЧР РОССИИ**

Специальность 4.1.3. – Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин
растений

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Брянск – 2023

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина»

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, **Азаров Владимир Борисович**

Официальные оппоненты: **Лазарев Владимир Иванович**
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
ФГБНУ «Курский ФАНЦ», лаборатория
технологий возделывания полевых культур,
заведующий лабораторией

Солнцев Павел Иванович
кандидат сельскохозяйственных наук,
ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ», лаборатория
защиты растений, главный научный сотрудник

Ведущая организация: ФГБОУ ВО Курский ГАУ

Защита состоится «__» января 2024 г. в 10 часов
на заседании диссертационного совета 35.2.006.01 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Брянский государственный аграрный университет» по адресу: 243365, Россия, Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино, ул. Советская 2а.
E-mail: ds35200601@bgsha.com. Тел. факс: +7 (48341) 24-7-21.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО Брянский ГАУ по адресу <http://www.bgsha.com>, на сайте Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации <https://vak.minobrnauki.gov.ru>

Автореферат разослан «__» _____ 2023 г.

Просим присылать письменный отзыв на автореферат в двух экземплярах, заверенных и скрепленных гербовой печатью, учёному секретарю диссертационного совета.

Учёный секретарь
диссертационного совета,
доктор сельскохозяйственных наук,
доцент

Смольский Евгений Владимирович

Актуальность темы. Одним из наиболее прибыльных, обеспечивающих хорошую продовольственную базу, направлений в отрасли растениеводства является возделывание масличных культур, в частности, возделывание подсолнечника. Подсолнечное масло является одним из ценных пищевых продуктов питания, содержащим большое количество полезных веществ, незаменимых ненасыщенных жирных кислот. В составе имеется линолевая, олеиновая, стеариновая и пальмитиновая кислоты, отличающиеся высокой биологической активностью (Пустовойт В.С., 1975; Васильев Д.С., 1990; Посыпанов Г.С. и др. 2006).

Увеличение производства масла из семян подсолнечника путем возрастания площадей посевов вызывает нарушение севооборота и ухудшение их фитосанитарного состояния, что обуславливает основное направление работы, заключающееся в повышении урожайности подсолнечника, путем применения технологий, использования высокопотенциальных гибридов, фонов минерального питания, а также листовых подкормок. Перечисленные условия, в свою очередь, будут положительно сказываться на показатели качества маслосемян, что является важным критерием на всех перерабатывающих предприятиях.

На данный момент в масложировом подкомплексе АПК страны главным направлением является наращивание сырьевой базы для активно расширяющихся производственных мощностей перерабатывающей сферы за счет роста урожайности подсолнечника.

Стабильное получение высококачественного сырья зависит от нескольких важных факторов, одним из которых является уровень насыщения микроэлементами растений, обусловленный особенностями природных условий и почв. В условиях юго-западной ЦЧР распространены черноземные почвы, большинство из которых относится к низкой градации обеспеченности основными микроэлементами. Таким образом, является актуальным изучение агрохимического обоснования продуктивности подсолнечника при внесении микроэлементов в условиях данной территории.

Подсолнечник является важной масличной культурой, выращивание которой обширно распространено по всей стране. С целью повышения получаемых урожаев необходимо использование удобрений. Однако различные почвенно-климатические условия, появление более требовательных гибридов пропашных культур, внедрение новых энерго - ресурсосберегающих способов обработки почвы требует решения организационных, технологических и экономических вопросов применения удобрений на основе выделения наиболее значимых факторов повышения их эффективности. В связи с этим, нами изучено применение серы и микроэлементов – бора, марганца и молибдена на посевах подсолнечника в условиях юго-западной ЦЧР.

Целью данной работы является агрохимическое обоснование применения микроудобрений при возделывании подсолнечника в условиях юго-западной части ЦЧР.

Задачи исследований:

1. Изучить влияние удобрений с применением микроэлементов на агрохимические показатели почвы.
2. Выявить особенности роста и развития растений подсолнечника в зависимости от использования удобрений и микроэлементов.
3. Установить влияние удобрений и микроэлементов на урожайность и качество семян подсолнечника.

4. Определить влияние удобрений на экономическую эффективность выращивания семян подсолнечника в зависимости от исследуемых факторов.

Научная новизна. Впервые в условиях юго-западной части ЦЧР установлена зависимость урожайности и качества семян подсолнечника от применения удобрений с содержанием серы и микроэлементов. Предложены оптимальные дозы вносимого в основную обработку почвы минерального удобрения – азофоски (16:16:16), а также применение различных листовых подкормок по вегетации культуры АДОБ ВОР, ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС, APILUX-СЕРА 800, которые обеспечивают всеми необходимыми микро- макроэлементами для получения высоких урожаев, а также качественных показателей продукции. Для формирования качественного и высокого урожая требуется множество различных элементов, используемых в технологии выращивания подсолнечника, тем более в современных реалиях изменения климатических факторов, в связи с чем полученные данные могут существенно представлять производственную значимость.

Теоретическая и практическая значимость обусловлена комплексным подходом и системным анализом различных элементов технологий, применимых для выращивания подсолнечника, все процессы проведения полевого исследования, полученные результаты детально изучены и в дальнейшем рекомендованы к использованию в производстве. Также в ходе исследования выявлены и определены элементы отзывчивости подсолнечника на применение различных фонов минерального питания, и влияние листовых подкормок на различные показатели: урожайность, выход масла, масса 1000, что, в свою очередь, способствует повышению урожайности подсолнечника в юго-западной ЦЧР.

Изложены особенности протекания межфазовых периодов и нарастания надземной массы подсолнечника, накопление сухого вещества, в зависимости от изучаемого агроприема и почвенно-климатических условий. Изучено влияние макро- и микроудобрений на фотосинтетический потенциал растения в условиях региона.

Проведена модернизация технологии возделывания подсолнечника в условиях юго-западной ЦЧР, обуславливающая последующий рост объема получаемой урожайности. Полученные результаты позволяют рекомендовать экономически и энергетически эффективные технологии возделывания изучаемой культуры. Достоверность полученных результатов подтверждены достаточно большим количеством наблюдений и учетов в полевых опытах, лабораторным анализом, а также критериями статистической обработки результатов исследований и положительными результатами при введении в производство.

Апробация работы. Основные положения диссертации отражены в отчетах за 2020-2022 годы исследований, доложены и одобрены на заседании кафедры земледелия, агрохимии, землеустройства, экологии и ландшафтной архитектуры Белгородского ГАУ, также на ежегодных научных конференциях профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов Белгородского ГАУ в 2021-2022 годах. По теме диссертации опубликовано 5 статей, в том числе две статьи в журналах, рекомендуемых ВАК РФ.

Основные положения, выносимые на защиту:

– применение основного удобрения $N_{60}P_{60}K_{60}$ оказало существенное влияние на формирование основных показателей урожайности и качество маслосемян совместно с использованием N_{30} и препарата ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС 1л/га

– основным критерием повышения содержания масла в основной продукции подсолнечника является применение листовых подкормок, содержащих микроэлемент серу в препарате АРІLUXЛ-СЕРА 800

– экономически целесообразно использование серы в посевах подсолнечника, что дает прибавку в урожайности получаемой продукции

– эффективное использование основного удобрения и выноса микроэлементов в посевах подсолнечника свидетельствует об эффективности и необходимости применения листовых подкормок

Объем и структура диссертационной работы. Диссертация изложена на 137 страницах печатного текста, содержит 16 таблиц, 6 рисунков, 20 приложений. Включает в себя 6 глав, заключение, предложения производству. Список литературы состоит из 213 источников.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили кафедре земледелия, агрохимии, землеустройства, экологии и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ. Полевые эксперименты были проведены в течении 2020-2022 гг. на полях КФХ Попов А.Е. Красногвардейского района, Белгородской области. В опыте изучалось два фактора:

– фактор А – заключался в изучении влияния минерального питания на продуктивность подсолнечника, фотосинтетической деятельности, урожайность и качества маслосемян подсолнечника.

– фактор В – исследовано воздействие макро-, микроудобрений на рост и развитие, урожайность и качества семян подсолнечника, вынос элементов питания в основной и побочной продукции подсолнечника, исследования почвенных показателей до посева и после уборки.

В ходе выполнения диссертационной работы был проведен двухфакторный полевой опыт по следующей схеме.

Фактор А – дозы минерального удобрения

1. Без удобрения
2. $N_{60}P_{60}K_{60}$
3. $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}$

Фактор В – применение листовых подкормок в период вегетации растения

1. Без листовой подкормки
2. МИКРОСТИМ ВОР (В (150г/л), N (50 г/л))
3. ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС (В (61г/л), Mn (71г/л), Mo (7 г/л), S (136 г/л))
4. АРІLUXЛ-СЕРА 800 (S (750 г/л), K (300 г/л))

Объект исследования – гибрид подсолнечника СУМИКО (SUMIKO)

При закладке опытов руководствовались методическими рекомендациями для полевых опытов. Закладывали опыты по методике полевого опыта (Доспехов Б.А., 1985).

1. Агрохимическая характеристика почвы с использованием лабораторных методов: определение гумуса, рН сол., содержание легкогидролизуемого азота, подвижного фосфора, обменного калия, подвижной серы, а также микроэлементов бора, марганца и молибдена.

2. В период вегетации растений проведены фенологические наблюдения (визуальный осмотр растений) высоты стояния растения на момент цветения и на момент полной спелости, подсчет густоты стояния растений (подсчет количества

растений на единицу площади) на момент полной спелости, учет урожайности (весовой метод).

3. Агрохимический анализ основной и побочной продукции на содержание сухого вещества, сырого жира в семенах, NPK, серы, нитратов и микроэлементов бора, марганца, молибдена в основной и побочной продукции.

4. Фотосинтетический потенциал растения.

5. Структура урожайности.

6. Вынос питательных веществ из почвы урожаем основной и побочной продукции.

7. Расчет коэффициента использования питательных элементов из удобрений и почвы.

8. Расчет экономической эффективности проводился посредством изучения технологической карты. Стоимость основной продукции устанавливали по средним закупочным ценам в Белгородской области. Себестоимость полученной продукции рассчитывали делением производственных затрат на полученный урожай. Величину чистого дохода определяли путем вычитания из стоимости валовой продукции производственных затрат.

9. Статистическая обработка полученных данных.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Влияние фонов минерального питания с применением листовых подкормок на развитие подсолнечника в юго-западной части ЦЧР

Из-за сева подсолнечника в различные сроки время вегетации может быть растянуто, в связи с этими изменениями температуры воздуха, количество выпавших осадков влияет на культуру. Согласно данным таблицы 1, мы выявили тенденцию развития подсолнечника по фенологическим фазам в годы проведения исследований.

Таблица 1 – Фенологические наблюдения за подсолнечником за 3 года

Срок сева	Год	Фенологические фазы				
		Всходы	3-4 пары листьев	Бутонизация	Цветения	Полная спелость
	2020	8 мая	27 мая	13 июня	27 июля	28 августа
	2021	11 мая	28 мая	26 июня	24 июля	17 сентября
	2022	10 мая	25 мая	28 июня	31 июля	25 сентября
	Среднее	10 мая	27 мая	23 июня	28 июля	5 сентября

Всходы культуры были получены, в целом, неплохие и разница между 3 годами исследования не сильно отличается, но в дальнейшем разница становится более заметной. В фазе 3-4 пары настоящего листа можно отметить, что в 2022 г растение не так быстро проходило фазы развития, чем в 2021-2020 г. Бутонизация растений отличалась в 2021-2022 гг., в свою очередь, в первый год исследования культуры протекание фаз развития проходило относительно активно, вегетация растения была стабильной и отклонений не происходило. Просматривая данные в таблице можно сказать, что 2021-2022 г. были намного длительней по развитию и

набору зеленой массы растения, чем, например, в 2021 г., что в целом зависело от среднесуточной температуры воздуха и выпавших осадков в период роста и развития культуры.

Таблица 2 – Густота стояния гибридов и сохранность растений подсолнечника перед уборкой (2020–2022 гг.)

Фактор А	Фактор В	2020	2021	2022	Среднее	Сохранность, %
Без удобрения	–	65,45	63,9	59,95	63,1	97,1
	МИКРОСТИМ ВОР	63,6	63,6	61,85	63	96,9
	ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС	62,2	64,85	63,05	63,4	97,5
	APILUXЛ-СЕРА 800	67,05	64,7	56,8	62,9	96,8
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	–	66,35	63,05	60,8	63,4	97,5
	МИКРОСТИМ ВОР	63,25	67,7	60,15	63,7	98,0
	ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС	64,25	65,65	59,45	63,1	97,1
	APILUXЛ-СЕРА 800	65,3	65,35	58,95	63,2	97,2
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	–	64,7	62,65	62,95	63,4	97,5
	МИКРОСТИМ ВОР	62,35	68,6	59,55	63,5	97,7
	ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС	63,55	67,45	58	63	96,9
	APILUXЛ-СЕРА 800	67,05	63,75	59,45	63,4	97,5
НСР ₀₅ по фактору А		2,11	1,90	1,46	–	–
НСР ₀₅ по фактору В и АВ		0,45	0,59	0,39	–	–

Анализируя таблицу 2, можно сделать вывод, что данные, полученные за период проведения научной работы по применению гибрид Сумико и используемая технология в хозяйстве эффективно защищает культурное растение, что позволяет с минимальными потерями оставлять на поле нормальную густоту на момент уборки выживаемость.

Влияние различных фонов минерального питания на высоту растения с применением листовых подкормок

Подсолнечник эффективно использовал подкормки в связи с обильными осадками в 2021-2022 годах (табл. 3).

Это в итоге повлияло на то, что средние показатели по высоте растения были очень большими, по сравнению с 2020 годом. Если посмотреть детально данные таблицы можно проследить положительную тенденцию роста и развития культуры.

В фазе цветения выделялись опытные делянки, где применялся препарат ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС, на различных участках питания он показывал наилучший результат по сравнению с конкурентами и превышал результаты контроля от 23-9,5-0,5 см, следующим препаратом был МИКРОСТИМ ВОР, который в свою очередь, тоже превысил стандарт на 21,5-161-0,5 см на всех фонах, если проанализировать данные после применения 3 препарата – APILUXЛ-СЕРА 800, можно отметить, что он тоже превышает стандарт, но его показатели не такие как в других участках и визуально просматривались слабо.

Таблица 3 – Высота растения на момент цветения, и полной технической спелости, среднее за 2020-2022 гг.

Фактор А	Фактор В	Фаза цветения	Фаза технической спелости	Превышение над контролем, фаза цветения, см	Превышение над контролем фаза технической спелости, см
Без удобрения	–	148,5	150	-	+1,5
	МИКРОСТИМ ВОР	149	153	+0,5	+3
	ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС	149	155	+0,5	+5
	APILUXЛ-СЕРА 800	149	153	+0,5	+3
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	–	157	160,8	+8,5	10,8
	МИКРОСТИМ ВОР	157,5	161	+9	+111
	ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС	158	164	+9,5	+14
	APILUXЛ-СЕРА 800	157,2	162,5	+8,7	+12,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	–	169,7	174,3	+21,2	+24,3
	МИКРОСТИМ ВОР	170	174,3	+21,5	+24,3
	ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС	171,5	175	+23	+25
	APILUXЛ-СЕРА 800	170,7	174	22,2	+24
НСР ₀₅ по фактору А		6,11	1,39	–	–
НСР ₀₅ по фактору В и АВ		1,71	0,88	–	–

Диаметр и площадь корзинки подсолнечника

За время проведения научного исследования площадь и размер корзинки менялась, что так же влияло и на другие показатели растения. При детальном изучении экспериментальных данных, можно отметить незначительные изменения при использовании фактора В, на контроле превышение составило всего 0,1 см, что проявилось только на двух применяемых препаратах – ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС, МИКРОСТИМ ВОР.

Также на фоне N₆₀P₆₀K₆₀, преследуется такая же тенденция к росту, но на одном из применимых препаратов в научном исследовании. ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС – превышение над контролем в его группе составило 0,1см и площадь корзинки 190 см², а также к контролю без удобрений его величина составила 1,4 см и площадь 9,5 см², что уже является значительной прибавкой.

Анализируя данные по фактору А N₆₀P₆₀K₆₀+N₃₀, прослеживается тенденция средней корзинки даже при применении препаратов, но в этой группе превышений как таковых не замечено, в полученных данных рост корзинки либо был равен контролю этой группы, либо, занижен на 0,1 см с такими препаратами как МИКРОСТИМ ВОР, ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС, в то время как APILUXЛ-СЕРА 800 и контроль показали одинаковый результат по диаметру корзинки и также по площади. Сравнив эту группу с контролем без удобрений можно увидеть заметную прибавку в площади 16,8см, диаметре 0,7см, корзинки что говорит свидетельствует о превышении в данной группе, при этом они очень значимые, но в свою очередь фактор В не сильно влияет на этот показатель.

Фотосинтетическая деятельность посевов подсолнечника

Основной фазой обильного прироста фотосинтетического потенциала является фаза звездочки, где в свою очередь у подсолнечника прослеживался быстрый рост всех вегетативных органов стебля, листового аппарата.

На факторе А с высокими показателями, был фон минерального питания $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}$ который превышал показатели контроля на 3,7% в фазе технической спелости этот фактор так же превышал данный контроль на 9,8% что говорит нам об эффективности данной подкормки (табл. 4).

Таблица 4 – Определение фотосинтетического потенциала растения площадь листа, $см^2$

Фактор А	Фактор В	Фаза цветения 1 растения $см^2$	тыс.м ² / га	Фаза технической спелости 1 растения $см^2$	тыс.м ² / га
Без удобрения	–	3890,60	24,5	2217,64	14,0
	МИКРОСТИМ ВОР	3930,60	24,8	2319,05	14,6
	ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС	3950,60	25,0	2299,40	14,6
	APILUXЛ-СЕРА 800	3930,6	24,7	2291,34	14,4
$N_{60}P_{60}K_{60}$	–	3977,8	25,2	2358,36	15,0
	МИКРОСТИМ ВОР	4018,0	25,6	2426,45	15,5
	ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС	4175,4	26,3	2611,70	16,5
	APILUXЛ-СЕРА 800	3992,4	25,2	2601,69	16,4
$N_{60}P_{60}K_{60} + N_{30}$	–	4038,0	25,6	2435,3	15,4
	МИКРОСТИМ ВОР	4099,6	26,0	2584,32	16,4
	ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС	4072,2	25,7	2728,37	17,2
	APILUXЛ-СЕРА 800	4066,2	25,8	2687,65	17,0
НСР ₀₅ по фактору А		68,3	–	95,6	–
НСР ₀₅ по фактору В и АВ		60,1	–	40,3	–

Также на факторах А+В в фазе цветения прослеживается тенденция по увеличению данных показателей у двух препаратов МИКРОСТИМ ВОР, ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС вне зависимости от применимого фактора А, превышение над контролем МИКРОСТИМ ВОР составило от 1,02%-5,37%, ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС в свою очередь превысил контроль 1,54%-4,6%. В фазе технической спелости данные фактор А+В немного имел корректировку на факторе А (без удобрений)+В(МИКРОСТИМ ВОР) был получен высокий результат 1,04%, но в дальнейших повторениях фактор В снизил свои показатели в сторону другого препарата APILUXЛ-СЕРА 800.

Влияние различных фонов минерального питания на массу 1000 семян

По фактору А у контроля масса 1000 семян составила 51,5 г, в свою очередь на фоне минерального питания $N_{60}P_{60}K_{60}$ превышение этого показателя составляет на 3,7 г. Если сравнить фоны минерального питания $N_{60}P_{60}K_{60}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}$, то этот показатель больше на 7 г.

При сравнении с факторами А+ В этот показатель увеличивается в 2 раза. В целом, самый высокий показатель был достигнут на варианте Фактора А N₆₀P₆₀K₆₀+N₃₀+Фактор В ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС с данными к контролю 13,3 г.

Из вышеописанных данных следует, что влияние на массу 1000 семян происходит прямолинейно, с применением минерального питания данный показатель растет. Самым эффективным препаратом применимым на различных фонах является ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС который вне зависимости от фона минерального питания всегда превышал показатели контроля.

Качество маслосемян подсолнечника

Данные, обозначенные в таблице 5, позволяют проследить зависимость влияния изучаемых факторов на содержание масла в семенах. При использовании фактора А наблюдаются некоторые изменения, однако, они не так сильно проявляются относительно фактора В.

Таблица 5 – Масличность семян подсолнечника, %

Фактор А	Фактор В	2020	2021	2022	Среднее
Без удобрения	–	45,8	47,3	44,1	45,7
	МИКРОСТИМ ВОР	46,1	47,2	44,3	45,9
	ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС	46,5	47,2	45,0	46,2
	АРИЛУХЛ-СЕРА 800	46,6	48,0	45,1	46,5
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	–	46,2	47,2	44,5	45,9
	МИКРОСТИМ ВОР	46,8	47,5	46,0	46,7
	ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС	47,9	48,5	46,5	47,6
	АРИЛУХЛ-СЕРА 800	48,2	48,9	46,2	47,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	–	46,2	47,2	45,3	46,2
	МИКРОСТИМ ВОР	47,1	47,5	46,8	47,1
	ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС	48,9	48,2	48,2	48,4
	АРИЛУХЛ-СЕРА 800	50,0	50,3	50,0	50,1
НСР ₀₅ по фактору А		0,8	1,0	1,4	–
НСР ₀₅ по фактору В и АВ		0,2	0,3	0,4	–

При сравнении трех фонов, на которых мы проводили исследования, N₆₀P₆₀K₆₀ за 3 года показал неплохие результаты относительно данных контроля и превысил его на протяжении всего периода испытания на 0,2 %, в то время как N₆₀P₆₀K₆₀+N₃₀ был больше контроля на 1,4 %. Таким образом, можно отметить, что данный фон минеральной питания был почти всегда выше базиса (46% масличности), а иногда даже превосходил фактора А+В одновременно. При совместном использовании факторов А+В выявлена определенная закономерность 2 препаратов в опыте ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС, АРИЛУХЛ-СЕРА 800., проявившаяся в относительной или частичной прибавке маслосемян, что положительно влияло на выход масла. Установлено, что в 2021 г была получена самая высокая масличность масла семян подсолнечника, что составляло от 47,3 до 50,3 % выхода масла, а вот 2022 г. был получен самый низкий % масличности 45,7-49,3 %.

Основные показатели продуктивности подсолнечника в зависимости от применимой технологии выращивания на содержание сухого вещества в побочной продукции

На варианте без удобрений основным препаратом, влияющим на показатели содержания сухого вещества, стал АРІLUXЛ-СЕРА 800, в свою очередь, данный показатель в этой группе составил 84,6 %, а если сравнивать с контролем, то данный показатель был выше на 1,3 % относительно контроля (рис. 1).

С добавлением фона минерального питания $N_{60}P_{60}K_{60}$ данные показатели изменились, в этой группе исследования выделялся препарат ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС у которого показатели были одни из лучших в этой группе 85,7 % и превышали относительно контроль участка на 2,4 %.

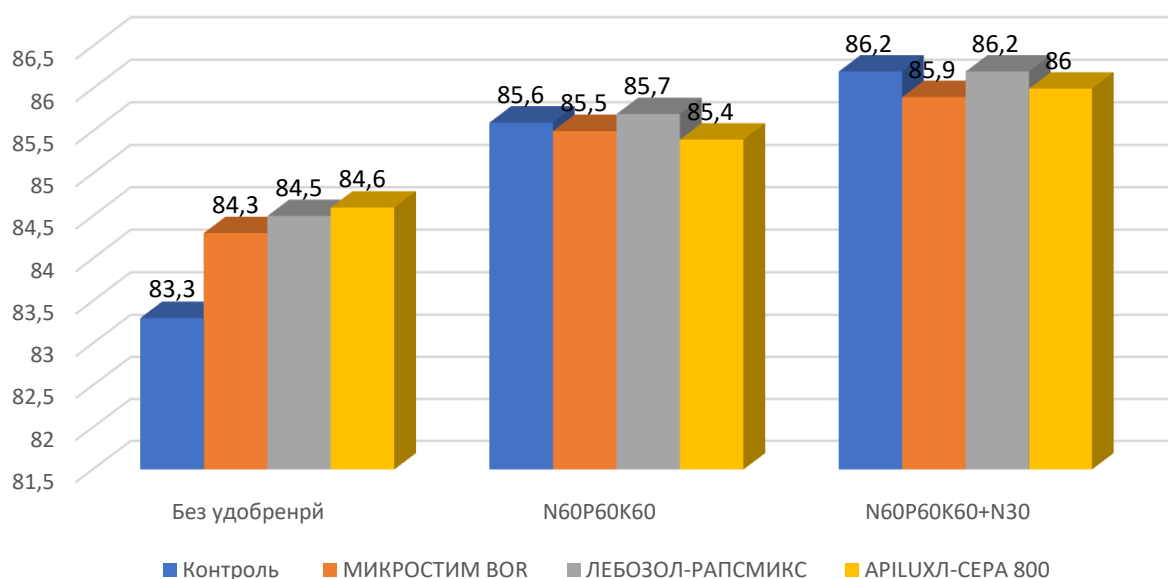


Рис. 1 – Содержание сухого вещества в побочной продукции подсолнечника, %

В варианте с фоном минерального питания $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}$ основным препаратом, влияющим на показатели содержания сухого вещества в растении стал препарат ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС, он превышал данные показатели всех групп 86,2% содержания сухого вещества и сравнивая этот показатель с контрольным участком 2,9% содержания сухого вещества была получено выше чем на контроле.

При изучении данных за 3 года исследований факторы, влияющие на увеличение сухого вещества в растении, почти всегда превышали контроль на значимые показатели. На факторе А (-) + В (АРІLUXЛ-СЕРА 800) был получен самый большой показатель сухого вещества в этой группе. В других группах исследования основным препаратом, который влиял на содержание сухого вещества растений являлся ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС превышавший показатели контроля от 2,4-2,9.

Влияние минеральных удобрений на содержание в побочной продукции сырого жира

В исследованиях содержания жира в побочной продукции подсолнечника на различных фонах минерального питания с обработкой листовой подкормкой данные показатели разнились, но при этом с добавлением минерального питания растения, данный показатель возрастал (рис. 2).

При добавлении минерального питания в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ показатели побочной продукции подсолнечника резко возросли, относительно контрольного участ-

ка на данном фоне можно выделить 2 варианта, которые превышали контроль – ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС и участок без обработки листовой подкормкой. С применением листовой подкормки показатель сырого жира возрос на несколько единиц. ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС превысил контроль на 0,06%, но в свою очередь участок.

При использовании фона минерального питания $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}$ и добавления листовых подкормок, показатели сырого жира в растении подсолнечника возрастали прямолинейно, что является значимым показателем в опыте. За период исследования данные по содержанию жира в растении подсолнечника были систематизированы и проанализированы.

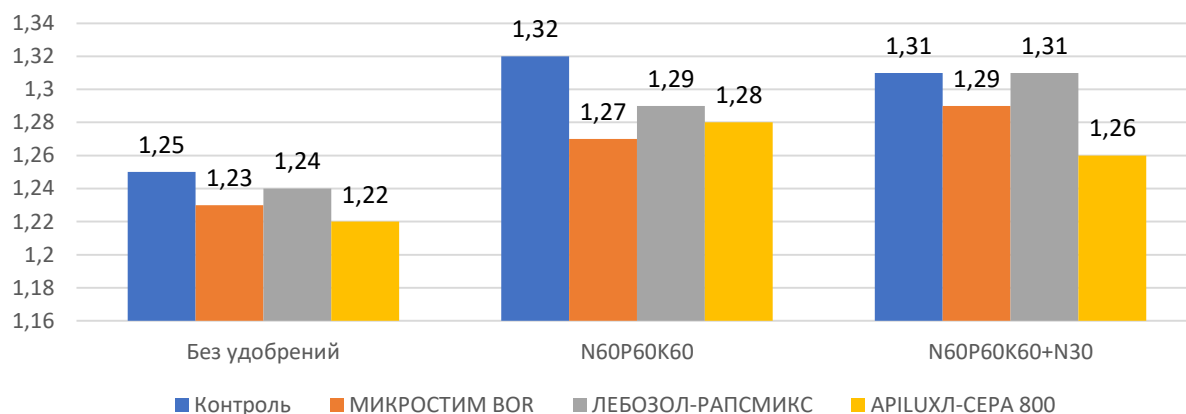


Рис. 2 – Массовая доля сырого жира в стебле подсолнечника % на сухое вещество

Прослеживается относительное влияние минерального питания на побочную продукцию подсолнечника, при увеличении основного минерального питания, показатели сырого жира возрастали, так же при использовании листовых подкормок данный показатель частично увеличивался или был на таком же уровне, как и вариант без внесения листовых подкормок.

Доля содержания сырого протеина в побочной продукции подсолнечника

С применением удобрения в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ показатели сырого жира показали положительный результат относительно контрольного участка, в этом фоне минерального питания лидирующими позициями обладал препарат ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС, который превысил показатели на этом фоне без добавления листовой подкормки на 0,14 %, а контрольный вариант на 0,48 %, что является существенной прибавкой к содержанию сырого протеина в подсолнечнике (рис. 3).

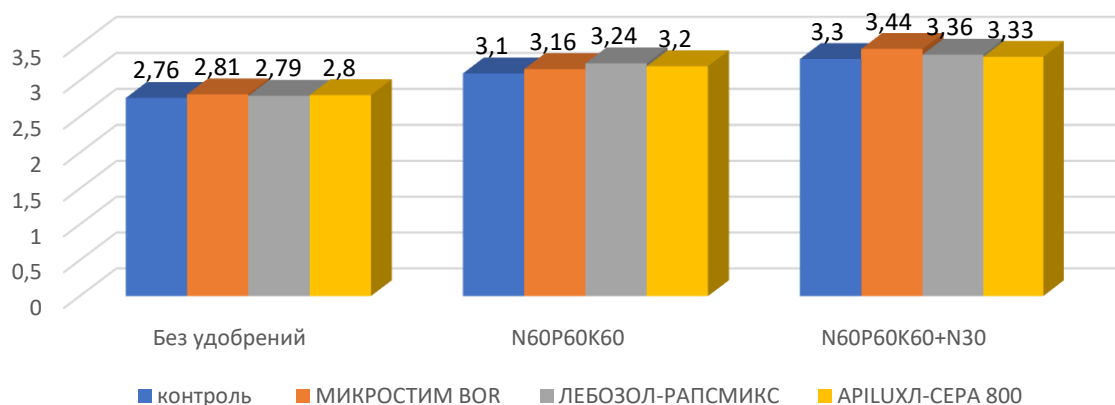


Рис. 3 – Доля содержания сырого протеина в побочной продукции подсолнечника

Также с применением фона минерального питания $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}$ данный показатель возростал и относительно фона на котором мы использовали данную листовую подкормку, так и относительно контроля без удобрений, что превышало показатель сырого протеина на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}$ на 0,14 %, а контроль 0,68 %, используемым препаратом на фоне минерального питания был МИКРОСТИМ МИКРОСТИМ BOR.

При использовании листовых подкормок показатели сырого жира можно изменять, относительно основного фона минерального питания растения, что является хорошим показателем для использования в производстве.

Содержание протеина в семенах подсолнечника

В группе без удобрений показатели содержания протеина были на низком уровне, даже при применении различных листовых подкормок данный показатель не увеличился, а контрольный участок был наилучшим в этой группе исследования. Самым не эффективным препаратом группы стал МИКРОСТИМ BOR, результаты применения которого были ниже показателей контроля на 0,16 %.

На фоне минерального питания $N_{60}P_{60}K_{60}$ выделялся препарат, оказавший влияние на показатели сырого протеина в семенах подсолнечника, ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС, значения которого были больше контроля на +0,14 %, а также в этой группе исследования без использования листовой подкормки показатель относительно контрольной группы 0,19 %. Вторым препаратом, воздействующим на показатели в основной продукции подсолнечника, является АРЛУХЛ-СЕРА 800, относительно контрольного участка данная обработка превышала 0,25 % (рис.4).

В группе с применением фона минерального питания $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}$, показатели относительно контроля возрастали. В этой группе исследования фон минерального питания без использования листовой подкормки стал наиболее влияющим на этот показатель относительно других препаратов, величина его в сравнении с контрольным участком составила 0,32 %, что является одним из высоких показателей во всем опыте.

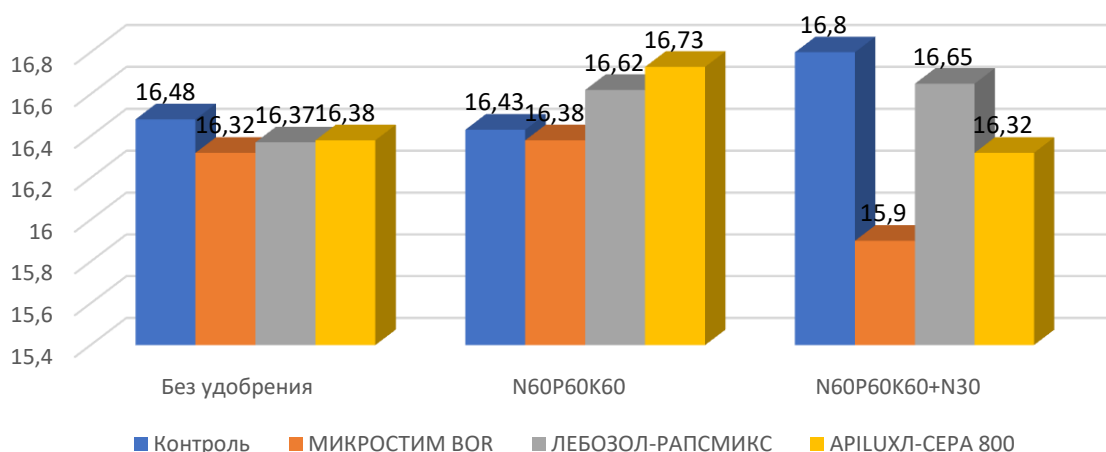


Рис. 4 – Массовая доля сырого протеина % на сухое вещество в семенах основной продукции подсолнечника

На фоне минерального питания ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС превысил показатель контроля на 0,17 %, но относительно фона минерального питания в этой группе исследования этот препарат не дал значительной прибавки, что составило 0,15 %.

Урожайность подсолнечника в зависимости от различных факторов минерального питания

Согласно данным рисунка 5, можно отметить закономерность – с применением минеральных удобрений возрастает урожайность прямолинейно, кроме того, наблюдается повышение урожайности в зависимости от варианта с использованием фактора В. Внесение минеральных удобрений положительно сказывается на урожайности подсолнечника при фоне минерального питания $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}$. Прибавка относительно контроля составила 12,4 ц/га, что для сельскохозяйственной культуры подсолнечника является очень значительной.

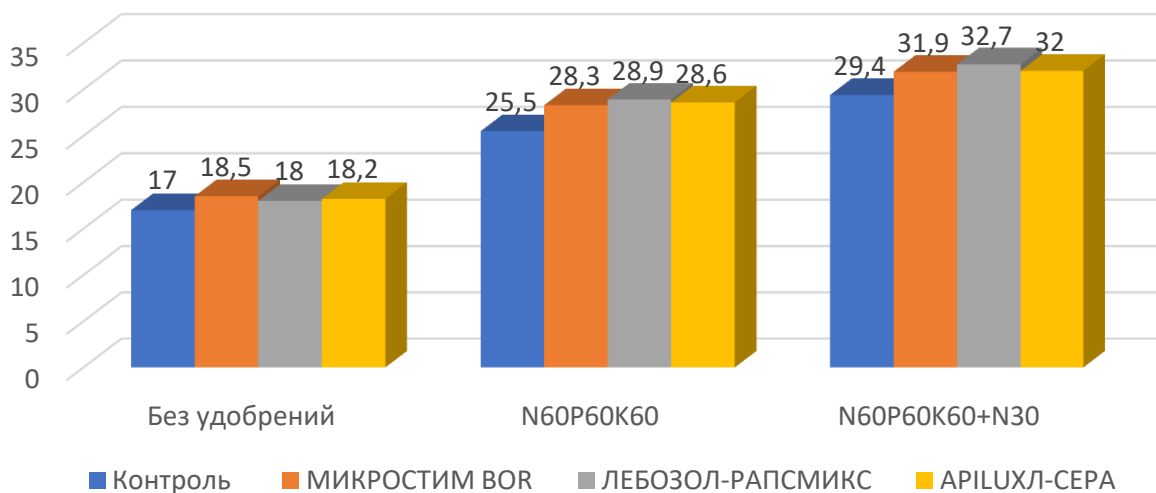


Рис. 5 – Урожайность подсолнечника в зависимости от различных факторов минерального питания

Применение листовых подкормок подсолнечника вызвало интенсивное развитие за весь свой период вегетации, это в конечном итоге явилось причиной прибавки в урожайности на факторе А+В 1,5-15,7 ц/га, что подтверждает оправданность применения листовых подкормок.

Влияние листовых подкормок на содержание макро-микроэлементов в основной и побочной продукции подсолнечника

Анализ показал, что, значения содержания элементов питания, включая микроэлементы, находятся в товарной части урожая подсолнечника на оптимальном уровне (табл. 6).

Внесение как минеральных удобрений в различных дозах, так и обработка подсолнечника биологически активными препаратами не оказывало существенного влияния на изменение количества калия, фосфора, марганца, серы, молибдена и бора в семенах подсолнечника.

Установлено достоверное повышение содержания в растениях калия и серы при обработке подсолнечника препаратом APILUXЛ-СЕРА 800 как на контроле без применения минеральных удобрений, так при различных дозах их внесения.

Марганец же, напротив, показал лучшее усвоение растениями на вариантах без использования биологически активных препаратов.

Таблица 6 – Содержание элементов в семенах подсолнечника, мг/кг (средние за 2020-2022 гг.)

Фактор А	Фактор В	К	Р	Mn	S	Mo	В
Без удобрения	–	1,58	0,103	0,062	0,062	0,141	19,67
	МИКРОСТИМ ВОР	1,58	0,110	0,057	0,057	0,165	19,83
	ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС	1,30	0,107	0,055	0,055	0,151	19,62
	АРИЛУХЛ-СЕРА 800	1,28	0,100	0,058	0,058	0,151	19,57
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	–	1,55	0,097	0,063	0,063	0,165	19,67
	МИКРОСТИМ ВОР	1,58	0,098	0,070	0,070	0,145	19,75
	ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС	1,57	0,097	0,065	0,065	0,142	19,47
	АРИЛУХЛ-СЕРА 800	1,55	0,097	0,058	0,058	0,155	19,62
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	–	1,58	0,107	0,058	0,058	0,157	20,17
	МИКРОСТИМ ВОР	1,60	0,108	0,060	0,060	0,156	20,00
	ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС	1,59	0,110	0,057	0,057	0,153	19,98
	АРИЛУХЛ-СЕРА 800	1,59	0,105	0,058	0,058	0,156	20,35
НСП ₀₅		0,06	0,004	0,012	0,013	0,056	0,71

Содержание бора в растениях подсолнечника составило 11,35-11,93 мг/кг при использовании препарата МИКРОСТИМ ВОР, тогда как на делянках, где не использовался данный препарат, аналогичные величины были зафиксированы на уровне 10,07-10,43 мг/кг растительной массы.

Влияние листовых подкормок на содержание макро-микроэлементов в почве под посевами подсолнечника

Содержание в почве доступных соединений сера, бора, марганца и молибдена на посевах подсолнечника находилось на достаточно высоком уровне до посева подсолнечника. При интенсивном потреблении в процессе вегетации почвенные запасы закономерно снижались, за исключением молибдена, содержание которого осталось статичным за весь период наблюдений и учётов.

Как показали результаты исследований, обеспеченность опытного поля макроэлементами находится на высоком уровне. Перед посевом подсолнечника в среднем за годы исследований содержание подвижного фосфора составило 95-99 мг/кг почвы, а обменного калия- 145-150 мг/кг почвы. Уровень обеспеченности почвы минеральным азотом также находился на высоком уровне- 143-148 мг/кг. Эти обстоятельства позволили полноценно расти и развиваться растениям подсолнечника на начальных этапах вегетации.

Благодаря высокому уровню плодородия, характеризующемуся наличием высоких потенциальных запасов питательных веществ и постепенным высвобождением значительных объемов путем интенсивной минерализации и трансформации почвенных соединений, мы можем зафиксировать возросшие запасы элементов питания при анализе почвы после уборки подсолнечника, несмотря на значительный их вынос товарной частью урожая (особенно калия).

Факторы опыта, такие как обработка посевов микроэлементными препаратами, не оказывали существенного воздействия на анализируемые показатели. Минеральные удобрения существенно увеличили запасы доступных соединений азота, фосфора и калия на первом сроке отбора почвы до посева культуры. После уборки данные различия нивелировались.

Следует отметить, что уровень кислотности на всех вариантах опыта и по срокам учёта оставался на уровне 5,5,-5,8 единиц рН, что соответствует градации близкой к нейтральной.

Экономическая эффективность изучаемых фонов минерального питания и листовых подкормок на возделывание подсолнечника

В технологии основными затратами были удобрения, гербициды, а также листовые подкормки, которые в целом изменяли экономические показатели. Себестоимость продукции подсолнечника изменялась в зависимости от варианта, и имела значительную динамику в сравнении с контролем, что влияло на все экономические показатели. Тем не менее, прослеживается увеличение себестоимости сельскохозяйственной продукции с повышением дозы основного удобрения (табл. 7).

На контрольном варианте стоимость 1 ц подсолнечника составляла 728,55 руб., а при использовании удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{60}P_{60}K_{60} + N_{30}$ + фактор В себестоимость 1 ц продукции снизилась до 689,10 р/ц. Если учитывать все факторы (А, В, А+В), рентабельность на контроле превышала некоторые варианты в группе исследования. На варианте без удобрений + В (ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС) значительной прибавки не установлено, как и в вариантах $A(N_{60}P_{60}K_{60}) + B(-)$, $A(N_{60}P_{60}K_{60} + N_{30}) + B(-)$.

В вариантах с применением фактора А ($N_{60}P_{60}K_{60} + N_{30}$) + В (АРИЛУХЛ-СЕРА 800) прослеживается снижение себестоимости зерна относительно контроля, также на варианте $A(N_{60}P_{60}K_{60}) + B(АРИЛУХЛ-СЕРА 800)$ этот показатель стал меньше.

Из результатов, отраженных в таблицах, заметно увеличение рентабельности возделывания подсолнечника, так как основным фактором, влияющим на этот показатель, является фактор В. Основным комплексным удобрением является АРИЛУХЛ-СЕРА 800, превышение над контролем составило 13-18 %.

Таблица 7 – Экономическая оценка выращивания подсолнечника в юго-западной ЦЧР

Фактор А	Фактор В	Себестоимость 1 ц, руб.	Чистый доход с 1 га, руб.	Рентабельность, %	Превышение над контролем
Без удобрения	–	728,55	511 781,20	41,32	-
	МИКРОСТИМ ВОР	687,41	557 699,50	43,85	2,5331
	ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС	751,04	541 481,20	40,05	-1,2671
	АРИЛУХЛ-СЕРА 800	705,24	548 331,20	42,71	1,3989
$N_{60}P_{60}K_{60}$	–	769,261	766 633,80	39,08	-2,2392
	МИКРОСТИМ ВОР	704,87	852 635,50	42,74	1,4223
	ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС	717,97	947 371,60	45,65	4,3366
	АРИЛУХЛ-СЕРА 800	701,61	1 090 500,40	54,34	13,0242
$N_{60}P_{60}K_{60} + N_{30}$	–	733,06	884 947,90	41,06	-0,2601
	МИКРОСТИМ ВОР	686,01	1 046 734,30	47,83	6,5106
	ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС	693,74	1 159 910,10	51,13	9,8092
	АРИЛУХЛ-СЕРА 800	687,56	1 305 901,90	59,35	18,0325

Экономическое обоснование применения различных фонов минерального питания, а также листовых подкормок положительно повлияло на % рентабельности и урожайность культуры, но не все варианты были эффективны. На факторе А (-), В (листовые подкормки) была незначительная прибавка относительно контроля, что в свою очередь, влияло на неэффективную обработку подсолнечника, и вело к более невыгодной технологии выращивания этой культуры, однако, на других факторах А ($N_{60}P_{60}K_{60}$), А ($N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}$), была выявлена тенденция к росту.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В период исследования фенологических фаз развития подсолнечника сроки посева несколько раз изменялись из-за метеорологических условий. Данный показатель по вегетации растения в условиях юго-западной ЦЧР сместился на 10 мая, а полная техническая спелость на 5 сентября.

2. Густота состояния подсолнечника в период проведения опыта составила 63 тысячи растений на 1 га. сохранность растений в период вегетации 96%-98%. Эти показатели отражают эффективность возделывания в период исследования, так, данная густота стояния подсолнечника давала положительные результаты в урожайности.

3. Высота растений напрямую зависит от наличия питательных элементов в почве в особенности N в доступной форме для использования растением. В период исследований показатели высоты подсолнечника были достигнуты на фоне минерального питания $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}$, а наиболее повлиял на этот показатель препарат ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС, превысивший данные контроля на 25 см.

4. При использовании фона минерального питания $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}$ получены положительные показатели по диаметру и площади корзинки подсолнечника, которые превышали контроль и были лучшими в своей группе. Применение препарата АРІLUXЛ-СЕРА 800 позволило увеличить размеры корзинки подсолнечника и его площадь относительно других листовых подкормок, при этом показатели составили 16,1 см (диаметр корзинки) и 197,3 см² (площадь).

5. Основным показателем, отражающим величину урожая, является показатель фотосинтетического потенциала растения. Вегетативная масса растения, а также облиственность подсолнечника эффективно давала прибавку в питании в период вегетации. Условием увеличения этого фактора являлись питание и подкормка в период вегетации растения. На показатель фотосинтетического потенциала оказали воздействие $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}+ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС$. Эффективность данной подкормки была выявлена в фазе цветения 4072,2 на 1 растении 25,7 на 1 га, фаза технической спелости 2728,3 на 1 растении ,17,2 1 га.

6. Значимым показателем, влияющим на урожайность подсолнечника, является его масса 1000 семян, которая определяет его урожайность. В опыте основными листовыми подкормками, воздействующими на этот показатель, стали МИКРОСТИМ ВОР, ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС – на всех фонах минерального питания и без них эти препараты давали прибавку относительно контроля. Самая большая прибавка была получена на фоне минерального питания $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}+ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС$ – 64,8 г, $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}+МИКРОСТИМ ВОР$ – 63,6 г

7. Основным показателем для масличных культур является его % содержания масла в семенах, который влияет на экономическую составляющую и рента-

бельность хозяйства. Получение высокого % масла в семенах подсолнечника проявлялась при применении фона минерального питания $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}$ +ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС – 48,4 %, $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}$ + АРІLUXЛ-СЕРА 800 – 50,4 %.

8. В результате применения различных фонов минерального питания, а также листовых подкормок, показатель сухого вещества наиболее высоким был на варианте $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}$ +ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС – 86,2 %.

9. В составе побочной продукции подсолнечника содержание сырого жира относительно контроля увеличивается с применением фона минерального питания, наиболее высокий показатель сырого жира был получен на фоне минерального питания $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}$ (-), что составило 0,06-0,07 %.

10. Основным препаратом, влияющим на содержание протеина в побочной продукции подсолнечника, является МИКРОСТИМ ВОР, прибавка протеина в растении была получена на фоне минерального питания $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}$ + МИКРОСТИМ ВОР-3,44 %, где разница относительно контроля составила 0,68 %.

11. Для получения в основной продукции высокого содержания протеина требуется применять основные минеральные удобрения, доступные для растения в период вегетации. На все фонах минерального питания опыта, без удобрения, $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}$ была замечена тенденция в содержании протеина – с применением основного минерального питания данный показатель увеличивался. При использовании листовых подкормок содержание протеина в семенах на фоне минерального питания $N_{60}P_{60}K_{60}$ + АРІLUXЛ-СЕРА 800 составило 16,73 %, относительно контроля 0,25%, а на фоне минерального питания $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}$ +(-)-16,80 %, к контролю 0,32 %.

12. Детальный обзор полученных показателей урожайности отражает рост урожайности подсолнечника при использовании листовых подкормок на определенных фонах минерального питания. Самая большая урожайность выявлена на фоне минерального питания $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}$ +ЛЕБОЗОЛ-РАПСМИКС – 32,7 ц/га, что превзошло контроль на 15,7 ц/га.

13. Одним из важных показателей хозяйства является экономическая значимость применимых в хозяйстве технологических операций для увеличения рентабельности. В данных исследованиях выявлено, что экономически выгодно и рентабельно использование схемы $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}$ + АРІLUXЛ-СЕРА 800, в которой показатель рентабельности составил 59,3 %, (выше контроль на 18%), что свидетельствует об эффективности фонов минерального питания, а также листовой подкормки на основе серы.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. В условиях юго-западной ЦЧР целесообразно использование листовых подкормок на основе серы АРІLUXЛ-СЕРА 800 с фоном минерального питания $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}$.

2. Для получения более высоких урожаев, а также увеличения % масличности подсолнечника необходимо использовать листовую подкормку АРІLUXЛ-СЕРА 800 (1л/га) с внесением минерального удобрения $N_{60}P_{60}K_{60}+N_{30}$.

3. Одним из главных факторов, определяющих получение высокой урожайности и масличности подсолнечника, является использование высокотолерантных, интенсивных гибридов с хорошим генетическим потенциалом, районированных в данном регионе.

ПЕРСПЕКТИВА ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

В дальнейших исследованиях планируется расширить ассортимент исследуемых препаратов микроудобрений, включив в программу изучение влияния на продуктивность подсолнечника различных форм соединений марганца, цинка и других необходимых подсолнечнику микроэлементов. Также в перспективе необходимо продолжить опыты по поиску оптимальных сочетаний и дозировок микроудобрений для получения семян подсолнечника высокого качества при формировании высоких, стабильных урожаев.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ

1. Попов А.А. Влияние доз минеральных удобрений и листовых подкормок на фенотипические параметры растений / А.А. Попов, В.Б. Азаров, Н.И. Клостер, В.В. Лоткова // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2023.- № 2. С. 101-105.
2. Попов А.А. Продуктивность подсолнечника в зависимости от использования микроудобрений / А.А. Попов, В.В. Лоткова // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2023.- № 2. С. 105-110.

Статьи в научных сборниках и журналах

1. Азаров В.Б. Возделывание подсолнечника по инновационным технологиям в белгородской области / В.Б. Азаров, А.А. Попов // Материалы XXVI Международной научно-производственной конференции «Вызовы и инновационные решения в аграрной науке» (25 мая 2022 года): в 3 томах. Т. 1. – Майский: Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2022. – С. 31-31.
2. Попов А.А. Культура подсолнечника в биологическом земледелии Белгородской области / Попов А.А., Азаров В.Б. // В книге: Инновационные технологии в агрономии, ландшафтной архитектуре и землеустройстве. Материалы Международной студенческой научной конференции, посвящённой 100-летию со дня рождения Василия Яковлевича Горина. 2022. С. 47-48.
3. Попов А.А. Совершенствование технологии возделывания подсолнечника / Попов А.А., Лоткова В.В., Азаров В.Б. // В книге: Горинские чтения. Инновационные решения для АПК. Материалы Международной научной конференции. 2023. С. 138-139.