

ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ МОЛДОВЫ



На правах рукописи

УДК: 633.854.78:631.674.6

МАЦКОВА СВЕТЛАНА

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА ПУТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ
ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ, ВОДНОГО И ПИЩЕВОГО РЕЖИМОВ ПРИ
КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ В МОЛДОВЕ**

411.08-Растениеводство

**Автореферат диссертации на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук**

КИШИНЕВ, 2026

Работа выполнена в лаборатории орошаемого земледелия и плодородия почв научно-исследовательского института сельского хозяйства г.Тирасполь

Научный руководитель:

ГУМАНЮК Алексей, доктор хабилитат, конференциар исследователь

Состав Комиссии для Публичной Защиты Диссертации Доктора:

БАЛАН Валериан, доктор хабилитат, профессор, ТУМ, Председатель;

ГУМАНЮК Алексей, доктор хабилитат, доцент исследователь, докторантура ТУМ, Член;

БОИНЧАН Борис, доктор хабилитат, профессор, Национальный Центр Исследований и Производства Семян «Селекция», Оппонент;

ДУБИЦ Даниела, к.с-х. наук, доцент, ТУМ, Оппонент;

МАЗЭРЕ Вячеслав, к.с-х. наук, Университет Естественных Наук «Король Михай 1», Тимишоара, Румыния, Оппонент.

Защита диссертации состоится 7 мая- 2026 года в 14-00 на заседании Комиссии для Публичной Защиты Диссертации Доктора при Докторантуре Технического Университета Молдовы (утвержденной Ученым Советом Технического Университета Молдовы, пр. № 3 от 27 февраля 2026 г.), г. Кишинев, MD-2049, ул. Мирчешть 48, 1 этаж, аудитория А-14-100.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке Технического Университета Молдовы и на странице web ANACEC (<https://www.anacec.md/>).

Автореферат отправлен 27.03.2026

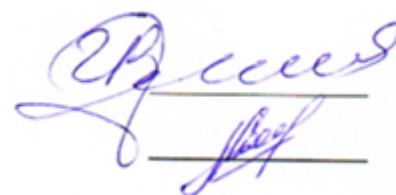
Председатель Комиссии Публичной Защиты Диссертации Доктора, ТУМ

БАЛАН Валериан, доктор хабилитат, профессор,



Научный руководитель

ГУМАНЮК Алексей, доктор хаб., конф. иссл.



Автор

МАЦКОВА Светлана

© Мацкова Светлана

СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	4
ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ	5
АНАЛИЗ ГЛАВ ДИСЕРТАЦИИ	9
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	9
1.1. Биологические особенности подсолнечника	9
1.2. Основные элементы технологии возделывания подсолнечника.....	9
2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ	9
2.1. Почва и климатические условия в годы исследований	9
2.2. Материалы, объект и методы исследований	11
2.3. Наблюдения, анализы, учеты	11
3. ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОДСОЛНЕЧНИКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОРОШЕНИЯ, УДОБРЕНИЙ И ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ	12
3.1. Водный баланс почвы в зависимости от режимов орошения	12
3.2. Влияние изучаемых факторов на пищевой режим почвы	14
3.3. Влияние изучаемых факторов на рост и развитие растений	17
3.4. Урожайность и качество семян подсолнечника в зависимости от изучаемых факторов	19
4. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА	25
4.1. Эффективность использования почвенной влаги и оросительной воды ..	25
4.2. Окупаемость удобрений	26
4.3. Экономическая эффективность	27
4.4. Энергетическая эффективность	29
5. ЗАВИСИМОСТИ УРОЖАЙНОСТИ ПОДСОЛНЕЧНИКА ОТ ИЗУЧАЕМЫХ ФАКТОРОВ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ ПРОГРАММИРОВАНИИ ЗАДАНЫХ УРОВНЕЙ ПРОДУКТИВ- НОСТИ КУЛЬТУРЫ	31
5.1. Зависимость «урожайность – режим орошения»	31
5.2. Зависимость «урожайность – доза удобрений»	32
ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ	33
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	35
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ	38
АНОТАЦИИ	40

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

т – тонна

га – гектар

мм – миллиметры осадков

м³ – кубометр

НВ – наименьшая влагоемкость

д.в. – действующее вещество

б/о – без орошения

б/у – без удобрений

НСР – наименьшая существенная разница

МДж – мегаджоуль

ГДж – гигаджоуль

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность и значимость темы исследований. Молдова хорошо обеспечена теплом и имеет плодородные почвы, режим увлажнения которых формируется главным образом за счет осадков. Их количество покрывает потребности растений не более чем на 50%. Для южных регионов орошение является важным технологическим приёмом, с помощью которого можно получать высокие урожаи. В Молдове подсолнечник является основной масличной культурой, выращиваемой на площади более 300 тыс. га [34]. Его урожайность сильно колеблется по годам и в среднем не превышает 1,5 - 1,9 т/га, на Украине в пределах 1,7 - 1,9 т/га, а в России она варьирует в пределах 1,2 - 1,5 т/га [1, 7].

При орошении продуктивность подсолнечника значительно выше – в Ростовской области, на юге Украины, Северном Кавказе составляет 2,5 - 3,6 т/га семян [6, 24], а в Молдове – 3,6 - 4,5 т/га [8, 25].

Молдова относится к засушливым регионам. Имея низкую облесённость (8,3%) и достаточно высокий уровень деградации почв (более 35%), республика становится более уязвимой к климатическим изменениям. Климат в регионе – умеренно-континентальный с малоснежной короткой и теплой зимой, с продолжительным периодом вегетации, жарким летом и небольшим количеством осадков, главным образом выпадающих в виде кратковременных ливней. С точки зрения с./х. производства это благоприятные условия. Для получения высоких урожаев сумма осадков в регионе должна быть в пределах 730-800 мм в год, а для обеспечения минимума потребности во влаге достаточно 350–400 мм. В республике каждый 2-3 год является засушливым. Последствия этих засух на сельскохозяйственную отрасль влияют негативно, аграрии несут убытки [29].

Из-за низких весенних запасов влаги в почве, земледелие является рискованным. За период активной вегетации сельскохозяйственных культур (апрель – сентябрь) в среднем за последние 75 лет в нашем регионе выпадает около 299 мм осадков, что, казалось бы, достаточно для развития растений. Таким образом, роль метеорологических условий нашего региона очень высока [25], так как в Юго-Восточных районах Республики Молдова засушливые условия не позволяют обеспечить потенциальную продуктивность возделываемых сельскохозяйственных культур, что снижает эффективность АПК региона. Урожайность маслосемян подсолнечника остается низкой, значительно изменяясь по годам, что свидетельствует о влиянии на урожайность культуры количества осадков. В сложившихся условиях устойчивая и высокая продуктивность подсолнечника может быть достигнута только при орошении и сбалансированном питании. Однако, учитывая то, что оросительные системы Молдовы технически и морально устарели, имеют низкий коэффициент полезного действия, а так же учитывая все возрастающие цены на воду в

связи с обмелением рек, как результат потепления климата предпочтительнее было бы использовать капельное орошение. В Молдове влияние капельного орошения на продуктивность подсолнечника не изучено, хотя эффективность его применения на других культурах доказана.

Описание ситуации в области исследований и обозначение задач.

Каждый второй год в Республике Молдова является засушливым. В период активной вегетации культур (апрель-сентябрь) выпадает примерно 300 мм осадков. Однако самый главный фактор водообеспечение не оптимален. Дефицит водопотребления во влажные годы варьирует от 400 – 1950 м³/га до 2000 - 5400 м³/га в сухой год [9]. Земледелие в таких условиях является и рискованным и малоэффективным. Для оптимизации водного режима почвы орошение является единственным способом, обеспечивающим не только высокую продуктивность, но и хорошее качество продукции. На подсолнечнике проводились исследования по изучению режимов орошения, но в основном с применением метода дождевания. Однако в результате изменения экономической ситуации возникает необходимость изучения ресурсосберегающих технологий, к которым относится капельное орошение.

Цель работы. Разработать некоторые элементы технологии возделывания подсолнечника в севообороте при капельном орошении с помощью регулирования водного и пищевого режимов почвы, а также густоты стояния, которые обеспечивают получение экономически обоснованных урожаев.

Задачи исследования.

1. Установить оптимальные поливные режимы при поливе капельным способом.
2. Изучить водный режим почвы при различных режимах капельного орошения.
3. Установить взаимовлияние капельного орошения, различных доз минеральных удобрений и загущенных посевов на урожайность и качество подсолнечника.
4. Дать экономическую и энергетическую оценку исследуемых приемов технологии возделывания подсолнечника.
5. Установить зависимости «урожайность – режим орошения», «урожайность – удобрение» для их использования при планировании различных уровней урожайности.

Методология проведения научных исследований. Исследования проводили в трехфакторном полевом опыте с разными режимами орошения, дозами удобрений и густотами стояния гибрида Ароматик. Расчеты водного баланса почвы проводили учитывая фактическую влажность почвы в разные фазы роста и развития растений. Содержание питательных веществ в почве определяли по общепринятым методикам, используемыми в лаборатории орошаемого земледелия и плодородия почвы Научно-

исследовательского института сельского хозяйства. Масличность подсолнечника определяли с помощью Granolyser многопараметрического NIR (технология инфракрасной матрицы диодов) анализатора зерна. Обработку статистических данных проводили с использованием метода дисперсионного анализа по Б.А.Доспехову [21]. С помощью компьютерной графики сделаны все зависимости.

Научная новизна и оригинальность проведенных исследований состоит в том, что в Республике Молдова впервые на черноземе типичном среднемощном тяжелосуглинистом разработаны и рекомендованы производству режим капельного орошения, оптимальная доза удобрений и густота стояния растений, которые обеспечивают экономически и энергетически обоснованную высокую урожайность с хорошим качеством продукции. Установлены среднесуточное и суммарное водопотребление, водный режим при разных вариантах орошения, пищевой режим почвы в зависимости от применяемых доз удобрений, густота стояния растений, проведен экономический и энергетический анализ.

Решение важной научной проблемы состоит в *научном обосновании* водного, пищевого режима и густоты стояния, *что позволило* усовершенствовать технологию возделывания подсолнечника, *способствуя тем самым* получению высоких уровней урожайности с хорошим качеством продукции.

Теоретическая значимость. Установлены зависимости «урожайность – режим орошения», «урожайность – удобрение», для их использования при программировании заданных уровней урожайности подсолнечника.

Практическая значимость. Разработаны оптимальные режимы капельного орошения подсолнечника и соответствующие им дозы удобрений и густоты стояния растений обеспечивающие высокую урожайность с хорошим качеством, эффективность использования оросительной воды, прибыль и рентабельность.

На защиту выносятся:

1. Приемы технологии возделывания подсолнечника при капельном орошении, оказывающие существенное влияние на биометрические показатели роста и развития.
2. Влияние орошения, удобрений и густоты стояния растений на пищевой режим почвы.
3. Технологические приемы, улучшающие эффективность использования почвенной влаги и оросительной воды.
4. Оптимальное сочетание режима орошения, доз удобрений и густоты стояния растений, обеспечивающие урожайность подсолнечника на уровне 4-5 т/га.

5. Экономическая и энергетическая эффективность возделывания подсолнечника при капельном орошении.

6. Зависимости «Урожайность – режим орошения» и «Урожайность – удобрение», которые могут использоваться при программировании урожайности.

Апробация. Результаты исследований ежегодно докладывались на Ученых советах НИИ сельского хозяйства (Тирасполь), а так же были доложены на семи международных научно-практических конференциях:

1. IV Международная научно-практическая конференция (в рамках VII научного форума «Неделя науки в Крутах – 2022», 4 марта 2022 г., с. Крути, Черниговская обл., Украина).
2. V Международная научно-практическая конференция (в рамках VIII научного форума «Неделя науки в Крутах – 2023», 3 марта 2023 г., с. Круты, Черниговская обл., Украина).
3. Научно-практическая конференция студентов, магистрантов, преподавателей., 27-28.03.2024 г. – УТМ, г. Кишинев.
4. IV Международной научно-практической конференции, 23 ноября 2023 г. ГОУ «Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко», Аграрно-технологический факультет. – Москва, Тирасполь.
5. Международная научно-практическая конференция «Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения для АПК», 29.11.2024, г. Воронеж-Тирасполь.
6. IV Международная научно-практическая конференция «Международный форум молодых исследователей», 31.03.2025, г. Петрозаводск.
7. Международная научно-практическая конференция «Селекция, семеноводство и технологии возделывания сельскохозяйственных культур», Тирасполь, 2025.
8. Multidisciplinary conference on sustainable development/Section «Trends in European agriculture development», Timișoara, May 15th 16th, 2025.

АНАЛИЗ ГЛАВ ДИСЕРТАЦИИ

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Биологические особенности подсолнечника. В первом подразделе первой главы описывается история возникновения подсолнечника и ареал его распространения. Базируясь на информацию из литературных источников, описываются биологические особенности культуры при ее возделывании в различных почвенно-климатических регионах, показана потребность культуры во влаге в разные фазы роста и развития.

1.2. Основные элементы технологии возделывания подсолнечника. Во втором разделе акцентируется внимание на роли предшественников в технологии возделывания культуры и их влияние на урожайность и качество подсолнечника. Основываясь на многочисленные литературные источники, детальнейшим образом описывается роль орошения, удобрений и густоты стояния растений. Исследование влияние орошения на урожайность подсолнечника в различных регионах соседних стран показали, что оптимальная предполивная влажность колеблется в пределах 75-80% от НВ. Эффективность суммарного испарения в некоторых опытах повышалась от 2490 м³/т на богаре до 1745 м³/т при орошении и до 780-900 м³/т при орошении и удобрении. Нормы удобрений под подсолнечник колеблются в широких пределах – от N₃₀P₉₀ до N₁₂₀P₂₀₀K₉₀ кг д.в./га. В зависимости от этого и урожайность варьирует в широких пределах – 2,2-5,4 т/га. Густоты стояния растений в основном зависят от сорта или гибрида и орошения. Они колеблются от 20-40 тыс./га (кондитерские сорта) до 60-70 тыс./га (масличные) и зависят от почвенно климатических условий, наличия орошения и удобрений.

2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Почва и климатические условия в годы исследований. Одной из задач стационара, в котором мы проводили исследования, является мониторинг изменения химических и физических свойств почвы. В рамках выполнения этой задачи в 2018 году был заложен почвенный разрез, по горизонтам отобраны образцы, в которых были определены некоторые химические и физические свойства.

Название почвы: чернозем типичный среднemosный мало гумусный тяжелосуглинистый.

В нашем стационаре содержание гумуса по профилю почвы постепенно снижалось от 2,8% в пахотном слое до 0,5% в материнской породе. Содержание карбонатов по профилю постепенно возрастало, достигая максимальных значений (15,11-15,76%) на глубине 76-122 см.

Основная часть почвенного поглощающего комплекса чернозема типичного приходится на долю поглощенных катионов Ca²⁺ и Mg²⁺. Это положительно повлияло на

процессы оструктурирования. Общеизвестно, что насыщение почвы кальцием и магнием вызывает образование в основном крупных микроагрегатов (размером 0,25-1 мм), причем клеящим веществом являются мелкие частицы – илистые и коллоидные. В подтверждении этого мы видим, что количество водопрочных агрегатов размером 0,25-1 мм было значительно больше.

По данным Тираспольской метеорологической станции средне многолетнее (за 78 лет наблюдений) значение среднесуточных температур периода активной вегетации сельскохозяйственных культур составляет 18°C. В годы исследований средняя температура превышала это значение на 0,8-2,7 °С, а в отдельные декады на 5,9-7,7 °С (табл. 2.1.1).

Таблица 2.1.1. Среднедекадная температура воздуха за период вегетации

Месяц	Декада	Средне-много-летняя	Среднедекадная температура воздуха, °С				Отклонение от средне многолетней, °С			
			2022	2023	2024	Среднее	2022	2023	2024	Среднее
Апрель	I	9,0	11,4	7,7	14,9	11,3	+2,4	-1,3	+5,9	+2,3
	II	10,3	8,5	11,1	15,3	11,6	-1,8	+0,8	+5,0	+1,3
	III	12,3	13,2	10,6	12,8	12,2	+0,9	-1,7	+0,5	-0,1
За месяц		10,5	11,0	9,8	14,3	11,7	+0,5	-0,7	+3,8	+1,2
Май	I	14,8	13,7	12,2	15,7	13,9	-1,1	-2,6	0,9	-0,9
	II	16,6	17,2	16,5	12,9	15,5	+0,6	-0,1	-3,7	-1,1
	III	17,7	18,1	18,6	18,8	18,5	+0,4	+0,9	+1,1	+0,8
За месяц		16,4	16,3	15,8	15,8	16,0	0,0	-0,6	-0,6	-0,4
Июнь	I	19,2	21,9	19,3	23,3	21,5	+2,7	+0,1	+4,1	+2,3
	II	20,3	21,3	21,4	21,9	21,5	+1,0	+1,4	+1,6	+1,3
	III	21,3	22,8	22,7	23,6	23,0	+1,5	+1,4	+2,3	+1,7
За месяц		20,3	22,0	21,1	22,9	22,0	+1,7	+1,0	+2,7	+1,8
Июль	I	21,7	25,6	24,0	25,7	25,1	+3,9	+2,3	+4,0	+3,4
	II	22,3	22,3	24,4	30,0	25,6	0,0	+2,1	+7,7	+3,3
	III	22,6	24,7	23,8	24,2	24,2	+2,1	+1,2	+1,6	+1,6
За месяц		22,2	24,2	24,1	26,6	25,0	+2,0	+1,9	+4,4	+2,8
Август	I	22,6	24,3	23,8	23,9	24,0	+1,7	+1,2	+1,3	+1,4
	II	22,1	25,4	25,1	26,2	25,6	+3,3	+3,0	+4,1	+3,5
	III	20,5	18,4	27,1	24,2	23,2	-2,1	+6,6	+3,7	+2,7
За месяц		21,7	22,7	25,3	24,8	24,3	+1,0	+3,6	+3,0	+2,5
Сентябрь	I	18,4	18,4	20,3	21,0	19,9	0,0	+1,9	+2,6	+1,5
	II	16,7	17,4	20,1	19,3	18,9	+0,7	+3,4	+2,6	+2,2
	III	14,6	14,5	21,5	18,7	18,2	-0,1	+6,9	+4,1	+3,6
За месяц		16,6	16,8	20,6	19,7	19,0	+0,2	+4,1	+3,1	+2,5
Среднее за IV-IX месяцы		18,0	18,8	19,5	20,7	19,7	+0,8	+1,5	+2,7	+1,7

По обеспеченности осадками годы исследований были разными – 2022 год был сухим, 2023 год – средне-сухим и 2024 год – средним (табл. 2.1.2). Всего за апрель-сентябрь месяцы в 2022 году выпало 178 мм осадков, в 2023 – 266 мм и в 2024 – 314 мм, тогда как среднемноголетнее (за 78 лет наблюдений) значения этого показателя равняется 299 мм. В сухом 2022 году только в двух декадах из восемнадцати количество осадков превышало среднемноголетние показатели. Особенно критическим с точки зрения влагообеспечения был период с апреля по июль, когда за декаду выпадало от 0,3 до 11,4 мм осадков.

Таблица 2.1.2. Среднедекадное количество осадков за период вегетации в 2022-2024 гг.

Месяц	Декада	Средне-много-летнее	Среднедекадное количество осадков, мм				Отклонение от среднемноголетнего, мм			
			2022	2023	2024	Сред-нее	2022	2023	2024	Сред-нее
Апрель	I	9,6	28,4	37,1	0,3	21,9	+18,8	+27,5	-9,3	+12,3
	II	11,7	1,2	31,0	25,3	19,2	-10,5	+19,3	+13,6	+7,5
	III	10,7	7,1	17,0	23,9	16,0	-3,6	+6,3	+13,2	+5,3
За месяц		32,0	36,7	85,1	49,5	57,1	+4,7	+53,1	+17,5	+25,1
Май	I	13,6	0,5	1,3	3,1	1,6	-13,1	-12,3	-10,5	-12,0
	II	12,6	11,4	0	0,8	4,1	-1,2	-12,6	-11,8	-8,5
	III	22,3	10,5	28,8	35,8	25,0	-11,8	+6,5	+13,5	+2,7
За месяц		49,0	22,4	30,1	39,7	30,7	-26,1	-18,4	-8,8	-17,8
Июнь	I	20,5	4,3	0	40,3	14,9	-16,2	-20,5	19,8	-5,6
	II	22,3	8,3	19,5	40,2	22,7	-14,0	-2,8	+17,9	+0,4
	III	27,7	4,1	47,0	0	17,0	-23,6	+19,3	-27,7	-10,7
За месяц		70,5	16,7	66,5	80,5	54,6	-53,8	-4,0	+10,0	-15,9
Июль	I	21,5	0,5	28,8	0	9,8	-21,0	+7,3	-21,5	-11,7
	II	18	0,3	3,2	0,1	1,2	-17,7	-14,8	-17,9	-16,8
	III	20	18,3	17,1	14,1	16,5	-1,7	-2,9	-5,9	-3,5
За месяц		59,5	19,1	49,1	14,2	27,5	-40,4	-10,4	-45,3	-32,0
Август	I	14,6	3,4	32,0	15,0	16,8	-11,2	+17,4	+0,4	+2,2
	II	15	38,6	0	0	12,9	23,6	-15,0	-15,0	-2,1
	III	18,1	0,1	0	35,4	11,8	-18,0	-18,1	+17,3	-6,3
За месяц		47,7	42,1	32	50,4	41,5	-5,6	-15,7	+2,7	-6,2
Сентябрь	I	12,3	11,6	3,1	32,3	15,7	-0,7	-9,2	+20,0	+3,4
	II	15,6	21,5	0	46,9	22,8	+5,9	-15,6	+31,3	+7,2
	III	12,7	7,6	0,1	0	2,6	-5,1	-12,6	-12,7	-10,1
За месяц		40,6	40,7	3,2	79,2	41,0	+0,1	-37,4	+38,6	+0,4
Среднее за IV-IX месяцы		299	178	266	314	252	-121	-33	+15	-46
Обеспеченность осадками за IV-IX месяцы		%	99	66	42					
		по классификации	Сухой	Средне-сухой	Средний					

2.2. Материалы, объект и методы исследований. Исследования проводили в плодосменном девятипольном севообороте (Люцерна 1 года, люцерна 2 года, люцерна 3 года, томат безрассадный, лук, горох, озимая пшеница, подсолнечник, кукуруза). Трехфакторный полевой опыт был размещенном на четвертой террасе реки Днестр на

Суклейских полях «НИИ сельского хозяйства» г.Тирасполь. Почва – чернозем типичный мало гумусный среднесильный тяжелосуглинистый. Наименьшая влагоемкость почвы в слое 0-50 см равняется 25,3%, в слое 0-100 см – 24,4%, а объемная масса соответственно 1,19 и 1,34 г/см³. Схема поля предусматривает использование метода расщепленных блоков [21]. Повторность трехкратная.

В опыте изучали влияние на рост, развитие и урожайность подсолнечника четырех вариантов с орошением, четырех вариантов с удобрениями и двух густот стояния растений.

2.3. Наблюдения, анализы, учеты. В опыте проводили следующие наблюдения, анализы и учеты:

1. Фенологические наблюдения [5].
2. Учет густоты стояния растений [27].
3. Наблюдения за влажностью почвы; глубина отбора почвенных проб – 0-100 см; отборы проводили в основные фазы роста и развития культуры на всех режимах орошения, без удобрений и на средней дозе удобрений (бурения проводили в ряду, отбор проб через каждые 10 см) – термостатно-весовой метод [26].
4. Расчет сроков и количества поливов на изучаемых режимах орошения по уточненной модели Д.А.Штойко [37].
5. Определение величины суммарного испарения на всех вариантах орошения и без орошения по периодам роста и развития и за вегетацию в целом [36].
6. Определение среднесуточного водопотребления в зависимости от варианта;
7. Расчет составляющих статей водного баланса по всем вариантам орошения;
8. Измерение осадков на поле;
9. Определение NPK в почве в слое 0-30 см в три срока: в начале и конце вегетации и в фазу максимального накопления биомассы на всех режимах орошения, без удобрений и при минимальной и максимальной дозе удобрений [15, 16].
10. Определение площади листовой поверхности на всех вариантах опыта. Расчетные методы, основанные на измерении линейных параметров листа [4, 10].
11. Учет урожайности на всех вариантах;
12. Расчет экономической и энергетической эффективности на всех вариантах.
13. Определение качества поливной воды [11, 12, 13, 14, 18, 19, 20].

3. ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОДСОЛНЕЧНИКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОРОШЕНИЯ, УДОБРЕНИЙ И ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ

3.1. Водный баланс почвы в зависимости от режимов орошения. Для поддержания заданных режимов орошения в 2022 году провели по 8-17 поливов

оросительной нормой 2530-3600 м³/га, в 2023 соответственно по 7-14 и 2086-3150 и в 2024 – по 7 поливов оросительной нормой 1400-2800 м³/га. В итоге, в варианте без орошения, после уборки подсолнечника запасы продуктивной влаги в 0-50 см слое почвы колебались по годам от минус 336 до минус 663, а при орошении – от минус 27 до минус 548 м³/га.

На богаре суммарное испарение из 0-50 см слоя почвы составляло 1628-1691 м³/га, а при орошении – 3563-4582 м³/га (табл. 3.1.1). Корневая система подсолнечника в основном использовала влагу из 0-50 см слоя почвы. Доля участия в суммарном испарении влаги из слоя почвы 50-100 см на богаре составляла 25%, а при орошении всего 6%.

Таблица 3.1.1. Водный баланс почвы, среднее за 2022-2024 гг.

Густота растений, тыс. шт/га	Вариант орошения	Осадки, м ³ /га	Кол-во поливов	Оросительная норма, м ³ /га	Суммарное испарение, м ³ /га	Сброс осадков, м ³ /га
0-50 см						
57	Б/о	1293	-	-	1691	33
	70% от НВ	1293	7	3183	4582	303
	80% от НВ	1293	9	2600	4194	79
	90% от НВ	1293	13	2005	3563	84
86	Б/о	1293	-	-	1628	31
	70% от НВ	1293	7	3183	4467	343
	80% от НВ	1293	9	2600	4034	181
	90% от НВ	1293	13	2005	3572	96
0-100 см						
57	Б/о	1293	-	-	2049	41
	70% от НВ	1293	7	3183	4777	575
	80% от НВ	1293	9	2600	4598	148
	90% от НВ	1293	13	2005	3838	141
86	Б/о	1293	-	-	2089	84
	70% от НВ	1293	7	3183	4463	570
	80% от НВ	1293	9	2600	4371	300
	90% от НВ	1293	13	2005	3859	63

Загущенные посевы уменьшали суммарное испарение в варианте без орошения на 3,7%, при предполивной влажности 70% от НВ – на 2,5%, при 80% от НВ – на 3,8%, а при 90% от НВ увеличивало его на 0,3% (рис. 3.1.1).

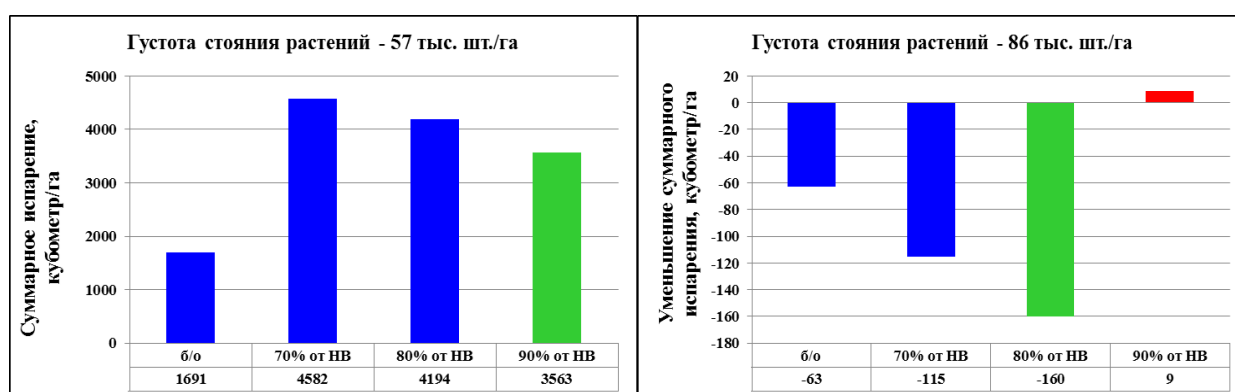


Рисунок 3.1.1. Влияние загущенных посевов на уменьшение суммарного испарения из 0-50 см слоя почвы

При загущенных посевах оптимальным был вариант с предполивной влажностью почвы равной 80% от НВ, а при обычной густоте стояния растений – при 90% от НВ.

Наряду с осадками водный режим почвы формирует и режим орошения. Режим орошения - это совокупность числа, сроков и норм полива сельскохозяйственных культур. Если нормы полива зависят от уровня предполивной влажности почвы и ее физических параметров (объемная масса, НВ, слой увлажнения), то сроки полива зависят от метеорологических условий, фазы развития растений и назначаются исходя из среднесуточного водопотребления.

Из 0-50 см слоя почвы в фазу «всходы – начало образования корзинки» растения подсолнечника в среднем использовали в сутки по 27-33 м³/га воды. Максимальных значений величина среднесуточного водопотребления (55 м³/га) достигла в фазу «начало образования корзинки – цветение» при поддержании предполивной влажности на уровне 70% от НВ. С увеличением уровня предполивной влажности оно снижалось до 41 м³/га, а к уборке – до 14-18 м³/га. На варианте без орошения среднесуточное водопотребление было минимальным и постепенно снижалось от 27 до 7 м³/га. В загущенных посевах вода расходовалась экономнее, и среднесуточное водопотребление незначительно снижалось, особенно в фазу цветения.

3.2. Влияние изучаемых факторов на пищевой режим почвы. Внесение удобрений является одним из основных антропогенных факторов, влияющих на плодородие почв и на продуктивность, выращиваемых на ней сельскохозяйственных культур, а в условиях богары оно играет ведущую роль. Самым мобильным питательным веществом в почве считаются нитраты. Их количество в почве зависит от многих факторов: количества и сроков выпадения осадков, фазы развития растений, орошения, дозы удобрений, густоты стояния растений и др., поэтому по годам исследований различия по содержанию нитратов в почве были существенными.

При любом уровне увлажнения почвы от всходов до уборки содержание нитратов уменьшалось. В фазу массовых всходов, при орошении количество нитратов по сравнению с вариантом без орошения снижалось в 2,0-2,6 раза. В фазу цветения наряду с орошением на содержание нитратов влияло и их потребление растениями, поэтому различия были существеннее – 3,4-5,1 раза (рис. 3.2.1).

К моменту уборки потребление азота затухало, и разница между содержанием нитратов в варианте без орошения и орошаемыми вариантами сокращалась до 2,9-4,0 раза. На загущенных посевах пищевой режим по азоту был худшим, особенно в фазу всходов и ближе к уборке, что свидетельствует о более интенсивном потреблении азота в эти фазы.

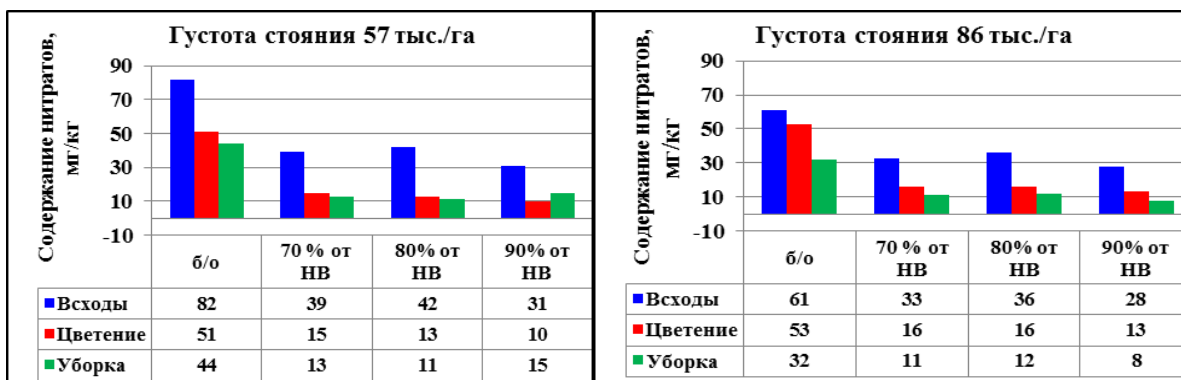


Рисунок 3.2.1. Влияние густоты стояния и орошения на динамику нитратов в слое почвы 0-30 см, мг/кг

Более существенным на пищевой режим по азоту было влияние вносимых удобрений. Внесенные перед посевом удобрения в дозе $N_{60}P_{30}K_{30}+N_{15}$ кг д.в./га фазу всходов увеличивали содержание в почве нитратов в 1,9 раза, $N_{90}P_{60}K_{60}+N_{30}$ кг д.в./га – в 2,7 раза и $N_{120}P_{90}K_{90}+N_{45}$ кг д.в./га – в 3,6 раза (рис. 3.2.2). Позже положительное влияние различных доз удобрений на азотный пищевой режим сохраняется, но различия срановятся менее значимыми.

В среднем по опыту потребление азота на загущенных посевах протекало интенсивнее, поэтому во все фазы развития содержание нитратов в 0-30 см слое почвы было на 12-24% меньше (рис. 3.2.3).

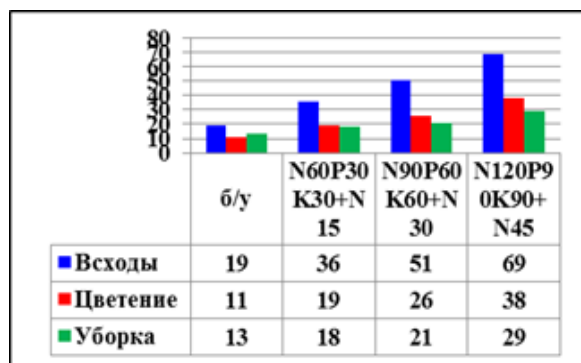


Рисунок 3.2.2. Влияние удобрений на динамику нитратов в слое почвы 0-30 см, мг/кг

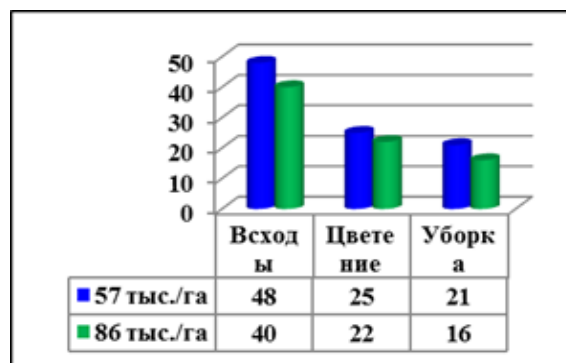


Рисунок 3.2.3. Влияние густоты стояния растений на динамику нитратов в слое почвы 0-30 см, мг/кг

Более взвешенным и без явно выраженных закономерностей был пищевой режим по фосфору. По сравнению с азотом фосфор менее мобилен и меньше поддается влиянию осадков и различным режимам орошения. Более высокие его содержания в почве в начальный период развития (рис. 3.2.4) при загущенных посевах (особенно в варианте без орошения) объясняется некоторым отставанием в накоплении биомассы, так как в этом варианте запасы продуктивной влаги всегда были меньше, чем в орошаемом стационаре.

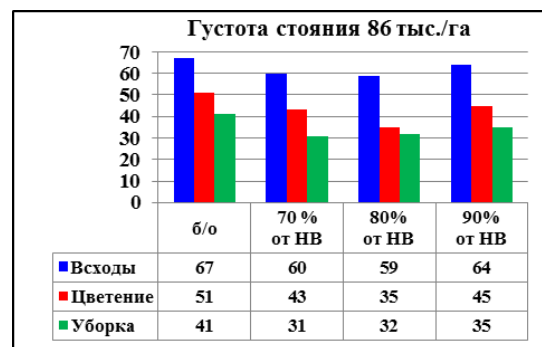
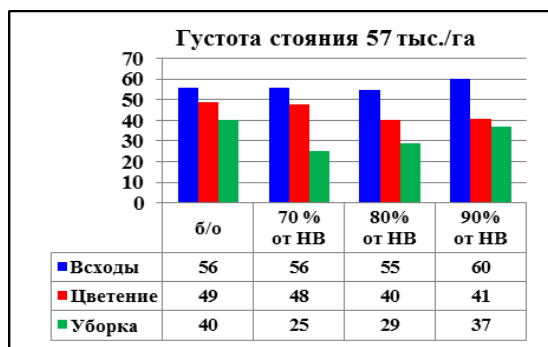


Рисунок 3.2.4. Влияние густоты стояния и орошения на динамику подвижного фосфора в слое почвы 0-30 см, мг/кг

Как и по азоту вносимые в почву удобрения существенно повышали уровень обеспеченности растений фосфором (рис. 3.2.5) – в фазу «всходы» от 38 до 80 мг/кг; в фазу «цветение» от 27 до 62 и в фазу «уборка» от 18 до 47 мг/кг. На этом рисунке четко видно как в течение вегетации шло потребление фосфора, оставаясь, тем не менее, повышенным в течение всего сезона. Густота стояния растений на фосфорный пищевой режим влияла слабо (рис. 3.2.6).

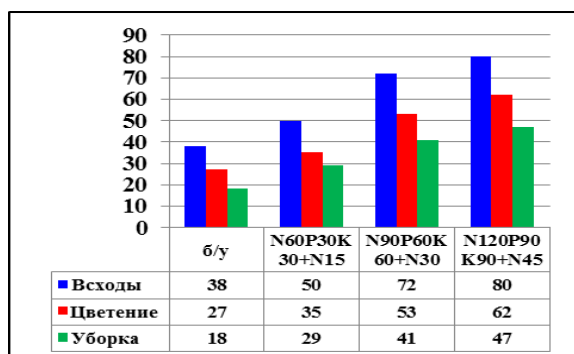


Рисунок 3.2.5. Влияние удобрений на динамику подвижного фосфора в слое почвы 0-30 см, мг/кг

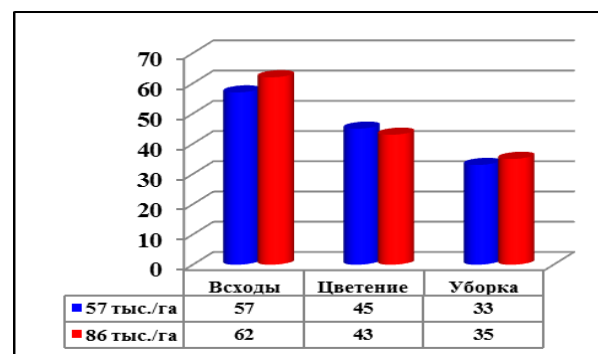


Рисунок 3.2.6. Влияние густоты стояния растений на динамику подвижного фосфора в слое почвы 0-30 см, мг/кг

Изучаемые режимы орошения практически не влияли на содержание в почве обменного калия. Различия были только по фазам развития растений. К примеру, на богаре от появления всходов до цветения содержание калия уменьшалось на 16%, а от цветения до уборки – на 12% (рис. 3.2.7). При орошении от всходов до цветения растения подсолнечника потребляли 9-15% от исходного содержания калия в почве, а от цветения до уборки – 11-14%. В среднем по опыту орошение снижало содержание калия всего лишь на 2-5%, поэтому можно делать вывод, что ухудшение пищевого режима происходит, в основном, за счет потребления калия.

Существенно на пищевой режим по калию влияли удобрения. В среднем за вегетационный период в варианте без удобрений содержалось 314 мг/кг почвы обменного калия. Применение минеральных удобрений в дозе N₆₀P₃₀K₃₀+N₁₅ увеличивало его

содержание на 14%, доза N₉₀P₆₀K₆₀+N₃₀ – на 27% и доза N₁₂₀P₉₀K₉₀+N₄₅ – на 39% (рис. 3.2.8)

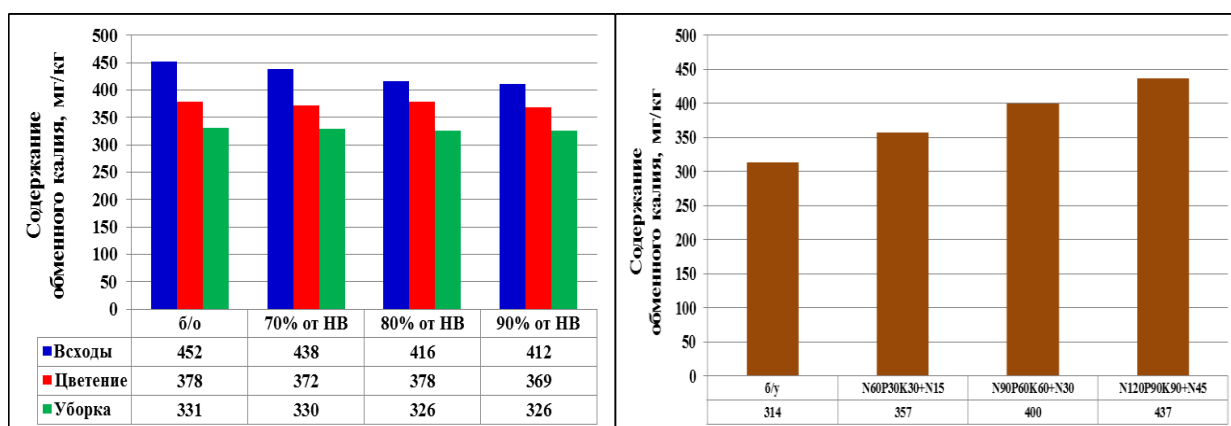


Рисунок 3.2.7. Влияние орошения на динамику содержания обменного калия

Рисунок 3.2.8. Влияние удобрений на содержание обменного калия

В наших опытах увеличение густоты стояния растений с 57 до 86 тыс./га в течение всего периода вегетации снижало содержание обменного калия на 7-10% (рис. 3.2.9). Это свидетельствует о более интенсивном потреблении калия в загущенных посевах.

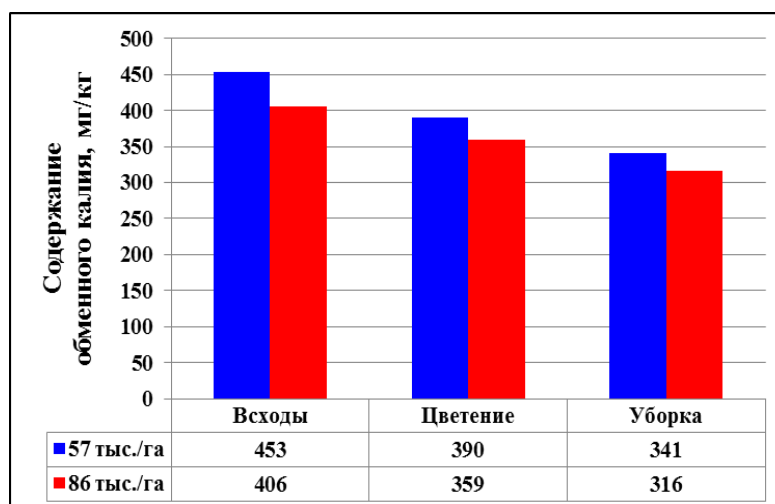


Рисунок 3.2.9. Влияние густоты стояния растений на содержание обменного калия в 0-30 см слое почвы

3.3. Влияние изучаемых факторов на рост и развитие растений. О влиянии изучаемых факторов на рост и развитие растений мы судили по биометрическим показателям, определенным в фазу цветения подсолнечника. Многие авторы [10, 22, 23, 32] отмечают важность биометрических показателей роста и развития растений для такой технологической операции как уборка и связанные с ней потери урожая. В этом плане большое значение имеют такие показатели как высота растений и диаметр корзинки.

Дефицит естественного увлажнения для развития растений подсолнечника ощущался ежегодно. В варианте без орошения корзинки были меньше, нижние листья

рано начинали высыхать, снижая ассимиляционную площадь, тогда как при орошении растения развивались на много лучше (рис. 3.3.1).



Рисунок 3.3.1. Развитие растений подсолнечника без орошения (а) и при орошении (б)

В варианте без орошения средняя высота растений равнялась 140 см. При поливе она была равной 172-175 см или на 23-25% выше, чем в варианте без орошения (табл. 3.3.1). При орошении большими были и диаметры корзинок – 24-25 см, которые на 41-47% превышали размеры корзинок в варианте без орошения.

Таблица 3.3.1. Влияние орошения на биометрические показатели роста и развития растений

Показатель	Вариант орошения			
	Без орошения	70% от НВ	80% от НВ	90% от НВ
Высота растения, см	140	175	175	172
Диаметр корзинок, см	17	24	24	25
Площадь листовой поверхности, тыс. м ² /га	32,4	72,8	75,7	66,1
	Прибавки от орошения, %			
Высота растения	-	25	25	23
Диаметр корзинок	-	41	41	47
Площадь листовой поверхности	-	125	134	104

Применение поливов положительно влияло и на размеры листьев, которые отразились на площади листовой поверхности. В варианте без орошения она составляла 32,4 тыс. м²/га, а при орошении была выше на 104-134%, доходя до 66,1-75,7 тыс. м²/га. Лучшее развитие растений достигалось при поддержании предполивной влажности на уровне 80% от НВ.

Действие удобрений было менее значимым, чем действие орошения. Тем не менее, внесение в почву N₆₀P₃₀K₃₀+N₁₅ увеличивали высоту растений, диаметр корзинок и площадь листовой поверхности соответственно на 7, 14 и 52%, доза N₉₀P₆₀K₆₀+N₃₀ – на 10, 18 и 68% и доза N₁₂₀P₉₀K₉₀+N₄₅ – на 13, 24 и 83% (табл. 3.3.2).

В наших опытах загущение посева с 57 до 86 тыс. растений на гектар увеличивало площадь листовой поверхности на 16% (табл. 3.3.3) и это впоследствии положительно сказалось на урожайности культуры, так как лист является главным органом, поглощающим фотосинтетическую активную солнечную радиацию.

Таблица 3.3.2. Влияние удобрений на биометрические показатели роста и развития растений

Показатель	Вариант удобрения			
	Без удобрений	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅
1	2	3	4	5
Высота растения, см	154	165	169	174
Диаметр корзинки, см	19,5	22,2	23,0	24,1
Площадь листовой поверхности, тыс. м ² /га	41,0	62,2	68,7	75,2
	Прибавки от удобрений, %			
Высота растения	-	7	10	13
Диаметр корзинки	-	14	18	24
Площадь листовой поверхности	-	52	68	83

Таблица 3.3.3. Влияние густоты стояния растений на биометрические показатели роста и развития растений

Показатель	Густота стояния растений	
	57 тыс./га	86 тыс./га
Высота растения, см	163	168
Диаметр корзинки, см	24	21
Площадь листовой поверхности, тыс. м ² /га	57,3	66,3
	Прибавки от загущения посевов, %	
Высота растения	-	+3
Диаметр корзинки	-	-12
Площадь листовой поверхности	-	+16

3.4. Урожайность и качество семян подсолнечника в зависимости от изучаемых факторов. В сухом по обеспеченности осадками 2022 году в наших опытах урожайность подсолнечника колебалась от 2,0 т/га (на богаре) до 5,2 т/га (при поливе), в средне-сухом 2023 году – соответственно от 0,5 до 5,4 т/га и в среднем 2024 году – от 1,0 до 5,6 т/га (табл. 3.4.1).

Таблица 3.4.1. Влияние орошения, удобрений и густоты стояния растений на урожайность подсолнечника, т/га

Орошение	Вариант		Год			Среднее
	Густота стояния, тыс. шт./га	Удобрение	2022	2023	2024	
1	2	3	4	5	6	7
б/о	57	б/у	2,7	0,5	1,1	1,4
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	2,6	0,6	1,4	1,5
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	2,4	0,6	1,6	1,5
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	2,4	0,8	1,9	1,7
	Среднее		2,5	0,6	1,5	1,5
	86	б/у	3,0	0,4	1,0	1,5
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	2,6	0,5	1,4	1,5
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	2,7	1,1	1,8	1,9
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	2,0	1,3	2,1	1,8
	Среднее		2,6	0,8	1,6	1,7
Среднее по режиму орошения			2,55	0,7	1,5	1,6

Продолжение таблицы 3.4.1.

1	2	3	4	5	6	7	
70% от НВ	57	б/у	3,4	3,5	1,8	2,9	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	4,4	4,1	2,7	3,7	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	3,8	4,1	3,0	3,6	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	3,7	4,3	3,5	3,8	
	Среднее			3,8	4,0	2,8	3,5
	86	б/у	4,0	4,2	2,2	3,5	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	4,0	4,6	2,3	3,6	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	4,4	4,8	2,8	4,0	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	4,0	5,4	2,8	4,1	
	Среднее			4,1	4,8	2,5	3,8
Среднее по режиму орошения			4,0	4,4	2,6	3,7	
80% от НВ	57	б/у	3,1	3,0	2,2	2,8	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	4,0	3,1	3,7	3,6	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	4,5	3,6	4,0	4,0	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	4,2	4,7	4,8	4,6	
	Среднее			4,0	3,6	3,7	3,7
	86	б/у	3,6	4,2	2,1	3,3	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	4,5	4,6	3,5	4,2	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	5,2	4,8	4,2	4,7	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	4,7	5,4	4,8	5,0	
	Среднее			4,5	4,7	3,7	4,3
Среднее по режиму орошения			4,2	4,2	3,7	4,0	
90% от НВ	57	б/у	4,2	3,2	3,2	3,5	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	4,2	3,3	3,6	3,7	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	4,5	4,0	4,3	4,3	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	4,4	4,9	5,5	4,9	
	Среднее			4,3	3,8	4,2	4,1
	86	б/у	2,8	4,2	3,3	3,4	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	4,2	4,9	4,1	4,4	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	3,8	5,1	4,6	4,5	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	5,2	5,1	5,6	5,3	
	Среднее			4,0	4,8	4,4	4,4
Среднее по режиму орошения			4,2	4,3	4,3	4,3	
НСР _{0,95} – для фактора орошение			0,4	0,7	0,3	0,5	
для фактора удобрение			0,4	0,7	0,3	0,5	
для взаимодействия факторов			0,7	1,3	0,6	0,9	

Многофакторные опыты позволяют оценить роль каждого фактора в отдельности и их взаимодействие. Минимальная прибавка от орошения (1,3 т/га) была получена в варианте без удобрений при поддержании предполивной влажности почвы на уровне 80% от НВ, а максимальная (3,5 т/га) – в варианте с внесением N₁₂₀P₉₀K₉₀+N₄₅ на фоне предполивной влажности почвы на уровне 90% от НВ (табл. 3.4.2).

Таблица 3.4.2. Прибавки урожайности подсолнечника от изучаемых факторов
(среднее за 2022-2024 гг.)

Вариант			Урожай- ность, т/га	Прибавка урожайности, т/га, от				
Ороше- ние	Густота стояния, тыс. шт./га	Удобрение		ороше- ния	удобре- ний	густоты стояния	совме- стного действия	
1	2	3	4	5	6	7	8	
б/о	57	б/у	1,4	-	-	-	-	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	1,5	-	0,1	-	0,1	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	1,5	-	0,1	-	0,1	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	1,7	-	0,3	-	0,3	
	Среднее			1,5	-	0,17	-	0,17
	86	б/у	1,5	-	-	0,0	0,0	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	1,5	-	0,0	0,0	0,1	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	1,9	-	0,4	0,3	0,4	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	1,8	-	0,3	0,1	0,4	
	Среднее			1,7	-	0,23	0,1	0,2
	Среднее по режиму орошения			1,6	-	0,20	-	0,2
	70% от НВ	57	б/у	2,9	1,5	-	-	1,5
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅			3,7	2,2	0,8	-	2,3	
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀			3,6	2,1	0,7	-	2,2	
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅			3,8	2,1	0,9	-	2,4	
Среднее			3,5	2,0	0,8	-	2,1	
86		б/у	3,5	2,0	-	0,6	2,0	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	3,6	2,1	0,2	-0,1	2,2	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	4,0	2,1	0,5	0,4	2,6	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	4,1	2,3	0,6	0,2	2,6	
Среднее			3,8	2,1	0,43	0,28	2,4	
Среднее по режиму орошения			3,7	2,1	0,62	-	2,2	
80% от НВ		57	б/у	2,8	1,3	-	-	1,3
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅		3,6	2,1	0,8	-	2,2	
	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀		4,0	2,5	1,3	-	2,6	
	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅		4,6	2,9	1,8	-	3,1	
	Среднее			3,7	2,2	1,3	-	2,3
	86	б/у	3,3	1,8	-	0,5	1,9	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	4,2	2,7	0,9	0,6	2,8	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	4,7	2,9	1,4	0,7	3,3	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	5,0	3,2	1,7	0,4	3,5	
	Среднее			4,3	2,6	1,33	0,55	2,9
	Среднее по режиму орошения			4,0	2,4	1,32	-	2,6
	90% от НВ	57	б/у	3,5	2,1	-	-	2,1
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅			3,7	2,2	0,2	-	2,3	
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀			4,3	2,7	0,8	-	2,8	
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅			4,9	3,2	1,4	-	3,5	
Среднее			4,1	2,6	0,77	-	2,7	
86		б/у	3,4	2,0	-	-0,1	2,0	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	4,4	2,9	1,0	0,7	3,0	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	4,5	2,6	1,1	0,2	3,1	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	5,3	3,5	1,9	0,4	3,9	
Среднее			4,4	2,8	1,33	0,3	3,0	
Среднее по режиму орошения			4,3	2,7	0,7	-	2,8	

В среднем за три года в варианте без орошения урожайность составила 1,6 т/га. Поддержание предполивной влажности почвы 0-50 см слоя почвы на уровне 70% от НВ повышало урожайность до 3,7 т/га или на 131%. С увеличением предполивной влажности до 80 и 90% от НВ урожайность возрастала до 4,0 и 4,3 т/га или на 150 и 169% (табл. 3.4.3). По сравнению с вариантом без орошения все прибавки урожайности на поливных участках были достоверны с вероятностью 0,95.

Таблица 3.4.3. Влияние орошения на урожайность подсолнечника

Показатель		Вариант орошения			
		Без орошения	70% от НВ	80% от НВ	90% от НВ
Урожайность, т/га		1,6	3,7	4,0	4,3
Прибавка от орошения	т/га	-	2,1	2,4	2,7
	%	-	131	150	169

Средняя за три года урожайность в варианте без удобрений составляла 2,8 т/га. Минимальная доза удобрений способствовала повышению продуктивности подсолнечника до 3,3 т/га, что на 18% выше контроля, средняя – соответственно до 3,6 т/га или 29% и максимальная – до 3,9 т/га или 39% (табл. 3.4.4). При НСР_{0,95} для фактора удобрение, равном 0,5 т/га все прибавки урожайности по сравнению с вариантом без удобрения были достоверны. Между дозами удобрений достоверных различий не было.

Таблица 3.4.4. Влияние удобрений на урожайность подсолнечника

Показатель		Вариант орошения			
		Без удобрений	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅
Урожайность, т/га		2,8	3,3	3,6	3,9
Прибавка от удобрений	т/га	-	0,5	0,8	1,1
	%	-	18	29	39

При густоте стояния растений 86 тыс./га ассимиляционная поверхность листьев была на 16% выше, чем при густоте 57 тыс./га, что обеспечило увеличение урожайности подсолнечника на 0,35 т/га или 11% (табл. 3.4.5).

Высокая взаимосвязь урожайности подсолнечника с площадью листовой поверхности растений подтвердилась и определенными нами коэффициентами корреляции между этими двумя показателями, которая при густоте стояния растений в 57 тыс./га равнялась 0,854, а при густоте 86 тыс./га – 0,905.

Таблица 3.4.5. Влияние густоты стояния растений на урожайность подсолнечника

Показатель		Густота стояния растений	
		57 тыс./га	86 тыс./га
Урожайность, т/га		3,2	3,55
Прибавка урожайности	т/га	-	0,35
	%	-	11

Рассчитанные зависимости между площадью листовой поверхности и урожайностью так же имели высокие коэффициенты аппроксимации – 0,8281-0,8538 (рис. 3.4.1).

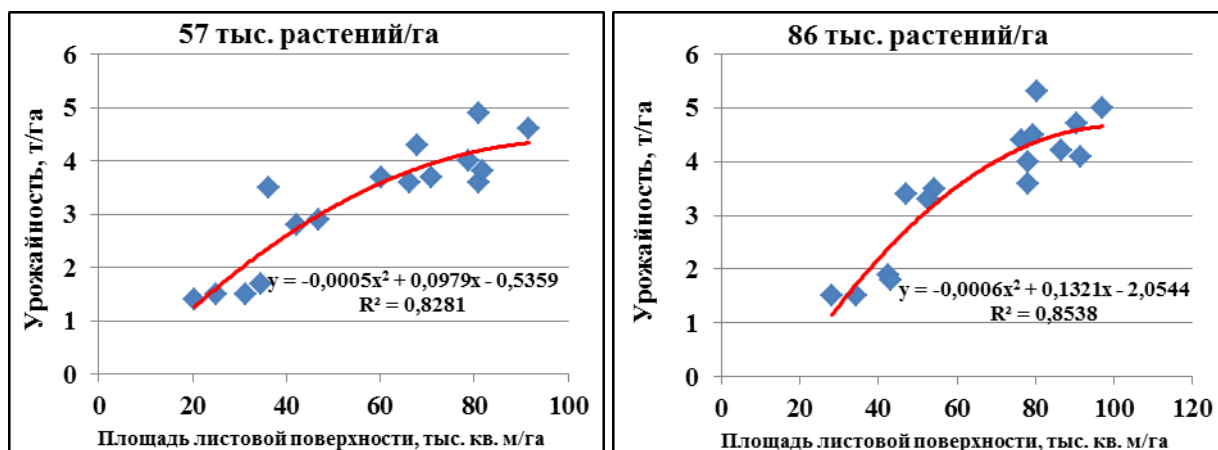


Рисунок 3.4.1. Зависимость «Урожайность – площадь листовой поверхности»

Так же высокой была корреляция между урожайностью с диаметром корзинки растения в фазу цветения - 0,952-0,956.

До этого мы рассматривали влияние на урожайность каждого фактора в отдельности, но многофакторные опыты хороши тем, что позволяют определить и взаимодействие различных факторов. В наших опытах наибольший интерес представляет совместное действие орошения с удобрениями, так как эти факторы оказывают максимальное воздействие на продуктивность подсолнечника. Прибавки урожайности от совместного действия факторов колебались от нуля до 3,9 т/га, но доступнее их анализировать при графическом изображении (рис. 3.4.2).

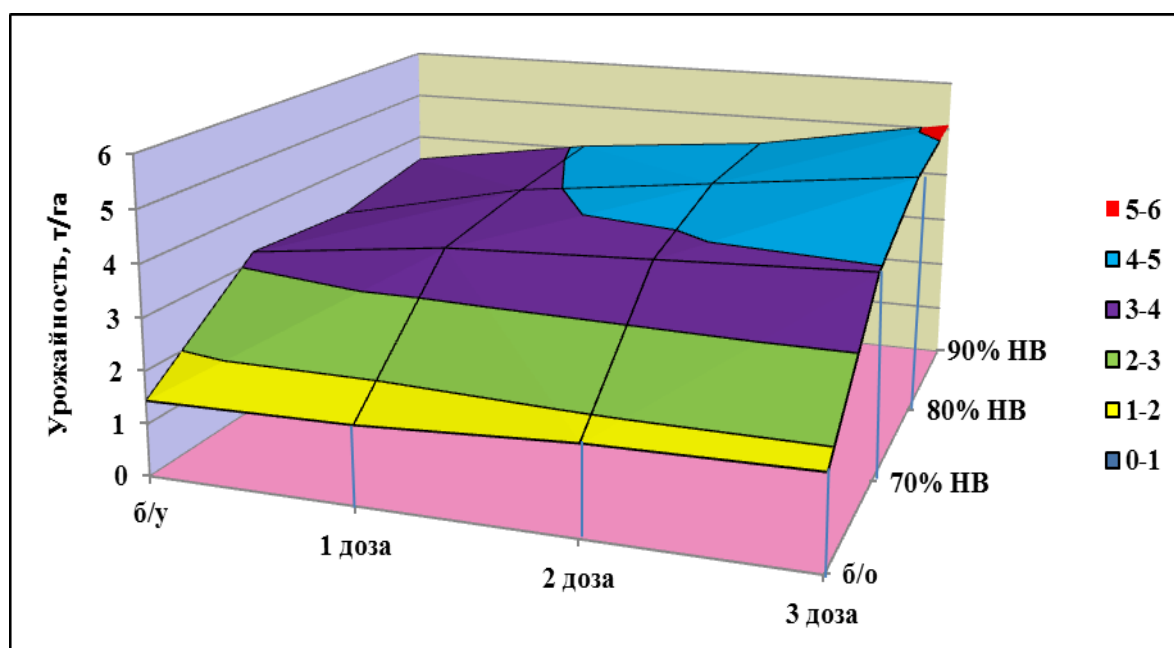


Рисунок 3.4.2. Совместное действие орошения и удобрений на урожайность подсолнечника

К примеру, урожайность от 1,0 до 2,0 т/га можно получить даже без орошения увеличивая дозы удобрений, а урожайность 3-4 т/га можно получить только при орошении, поддерживая предполивную влажность на уровне 70% от НВ независимо от доз удобрений. От 4 до 5 т/га семян подсолнечника можно получить при любом режиме орошения, но с обязательным применением удобрений, а свыше 5 т/га – только при поддержании режима орошения 90% от НВ на фоне максимальной дозы удобрений - $N_{120}P_{90}K_{90}+N_{45}$.

Таким образом, зона оптимальности для выращивания подсолнечника в орошаемом земледелии находится в интервале поливов от 70 до 90% от НВ при внесении минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{30}K_{30}+N_{15}$ и выше.

Семена подсолнечника чаще всего используются в масло экстрационном производстве, поэтому их качество оценивается по масличности. Величина этого показателя зависит от многих факторов – в первую очередь от сорта (гибрида), от метеорологических условий, но и не в последнюю очередь от технологии возделывания культуры. В нашем опыте изучали влияние орошения и удобрений на масличность гибрида Ароматик. За годы исследований средние значения этого показателя колебались от 43,0 до 46,8% (табл. 3.4.6).

Установлено, что лучшая масличность была у семян, выращенных при поддержании влажности почвы на уровне 80% от НВ и при минимальной дозе удобрений - $N_{60}P_{30}K_{30}+N_{15}$, однако прибавки были незначительны и не всегда статистически достоверными (рис. 3.4.3-3.4.4).

Таблица 3.4.6. Влияние орошения и удобрений на масличность подсолнечника

Вариант удобрения, кг д.в./Га	Вариант орошения				Среднее
	Без орошения	70% от НВ	80% от НВ	90% от НВ	
б/у	44,3	45,6	46,6	44,3	45,2
$N_{60}P_{30}K_{30}+N_{15}$	45,4	45,4	45,4	45,6	45,4
$N_{90}P_{60}K_{60}+N_{30}$	44,8	45,0	46,8	43,1	44,9
$N_{120}P_{90}K_{90}+N_{45}$	43,2	43,4	45,4	43,0	43,8
Среднее	44,4	44,8	46,0	44,0	-
$HCP_{0,95}$ для фактора орошение – 1,1 % для фактора удобрение – 1,3 % для взаимодействия факторов – 2,3 %					

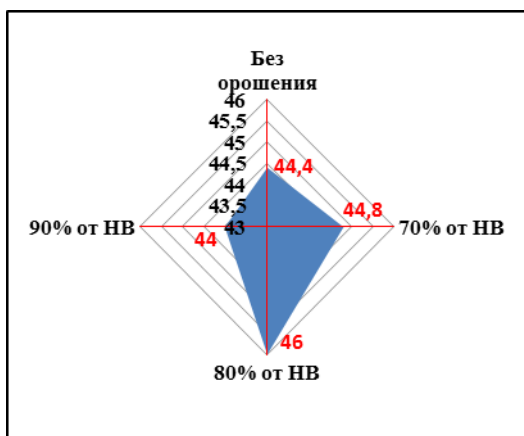


Рисунок 3.4.3. Влияние орошения на масличность подсолнечника

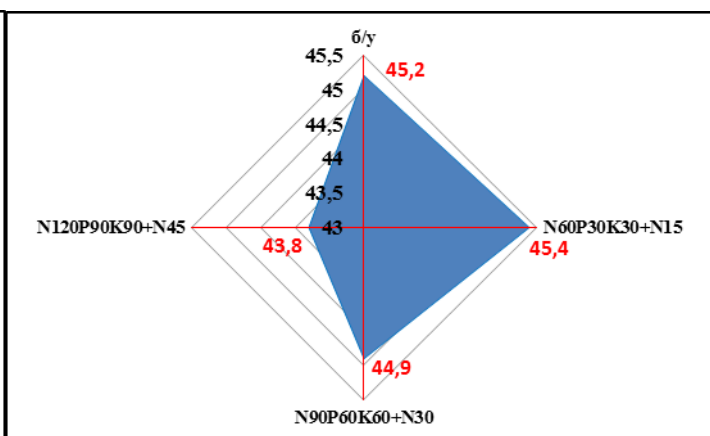


Рисунок 3.4.4. Влияние удобрений на масличность подсолнечника

4. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА

4.1. Эффективность использования почвенной влаги и оросительной воды. В орошаемом земледелии очень большое значение имеет такой показатель, как коэффициент суммарного испарения, показывающий, сколько тратится воды на формирование тонны продукции.

В среднем за три года на участках без орошения для формирования тонны семян подсолнечника необходимо было 1290 м³ воды. На орошаемых участках почвенная влага, как правило, использовалась на много эффективнее. По всей вероятности это и было основной причиной более высокой урожайности на этих участках. С увеличением уровня предполивной влажности от 70% до 90% от НВ коэффициент суммарного испарения почвенной влаги уменьшался до 1250-895 м³/т или на 3-31% (табл.4.1.1).

Особенное значение для нашего региона имеет эффективность использования оросительной воды. Она оценивается по коэффициенту эффективности орошения – то есть по количеству дополнительной продукции полученной от каждого кубометра поливной воды и, чем он выше, тем лучше. В проведенных опытах с ростом уровня предполивной влажности эффективность использования оросительной воды возрастала. Максимальные значения этого показателя (1,35 кг/м³) были отмечены в варианте с предполивной влажностью 90% от НВ, что на 105% лучше, чем в варианте 70% от НВ.

В варианте без удобрений почвенная влага использовалась с минимальной эффективностью – для получения тонны семян подсолнечника необходимо было не менее 1370 воды. Применение удобрений улучшало эффективность использования почвенной влаги, которая с ростом доз удобрений увеличивалась на 13-35% (табл. 4.1.2).

Таблица 4.1.1. Влияние орошения на эффективность использования почвенной влаги и оросительной воды

Показатель	Вариант орошения			
	Без орошения	70% от НВ	80% от НВ	90% от НВ
Коэффициент суммарного испарения, м ³ /т	1290	1250	1120	895
Коэффициент эффективности орошения, кг/м ³	-	0,66	0,92	1,35
	Прибавки от орошения, %			
Коэффициент суммарного испарения	-	+3	+13	+31
Коэффициент эффективности орошения	-	-	+39	+105

Таблица 4.1.2. Влияние удобрений на эффективность использования почвенной влаги и оросительной воды

Показатель	Вариант удобрения			
	Без удобрений	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅
Коэффициент суммарного испарения, м ³ /т	1370	1190	1090	890
Коэффициент эффективности орошения, кг/м ³	0,81	0,86	1,01	1,18
	Прибавки от удобрений, %			
Коэффициент суммарного испарения	-	+13	+20	+35
Коэффициент эффективности орошения	-	+6	+25	+46

При густоте стояния растений 86 тыс./га и в целом почвенная влага и оросительная вода использовалась эффективнее, чем при густоте 57 тыс./га – значения коэффициента суммарного испарения и коэффициента эффективности орошения были соответственно на 12 и 10% меньше (табл. 4.1.3).

Таблица 4.1.3. Влияние густоты стояния растений на эффективность использования почвенной влаги и оросительной воды

Показатель	Густота стояния растений	
	57 тыс./га	86 тыс./га
Коэффициент суммарного испарения, м ³ /т	1220	1070
Коэффициент эффективности орошения, кг/м ³	0,93	1,02
	Прибавки от загущения посевов, %	
Коэффициент суммарного испарения	-	+12
Коэффициент эффективности орошения	-	+10

4.2. Окупаемость удобрений. По данным молдавского эксперта Юрие Рижа в 2023-2024 гг. в Молдове затраты на удобрения составляли 11% из общей суммы ежегодных технологических затрат на производство подсолнечника [30]. В связи с этим добиться максимальной их окупаемости продукцией, как для исследователей, так и для

производственников является первостепенной задачей. Общеизвестно, что применение удобрений в сухие по обеспеченности осадками годы может давать минимальный эффект или даже оказать отрицательное действие [35].

Применяя на черноземе типичном различные виды и нормы удобрений А.Л.Тойгильдин и др. получали прибавку урожая равную 5,2-8,1 кг/кг. удобрений [26].

Для начала рассмотрим, какую прибавку урожайности от каждого килограмма д.в. удобрений обеспечивали в среднем изучаемые факторы. В варианте без орошения окупаемость удобрений продукцией была минимальной – 0,76 кг/кг д.в. При орошении она значительно увеличивалась – на варианте 70% от НВ до 2,79 кг/кг д.в., на варианте 90% от НВ до 4,33 и максимальной (5,67 кг/кг д.в.) была при 80% от НВ (рис. 4.2.1).

Эффективность удобрений зависела не только от орошения, но и от применяемых в опыте доз удобрений (рис. 4.2.2).

Наиболее эффективным было применение минимальных доз удобрений $N_{60}P_{30}K_{30}+N_{15}$ – 3,7 кг/кг д.в. Дальнейшее повышение доз удобрений, хотя и увеличивали урожайность, которая не всегда была статистически доказуемая, не способствовали росту их эффективности, которая снижалась примерно на 13%.

Окупаемость удобрений продукцией при густоте стояния растений, равной 86 тыс./га всегда на 2-21% была выше, чем при густоте 57 тыс./га (рис. 4.2.3).

Совместное действие орошение и удобрений всегда обеспечивало максимальные прибавки урожайности от каждого килограмма д.в. удобрений при поддержании предполивной влажности уровне 80% от НВ (рис. 4.2.4).

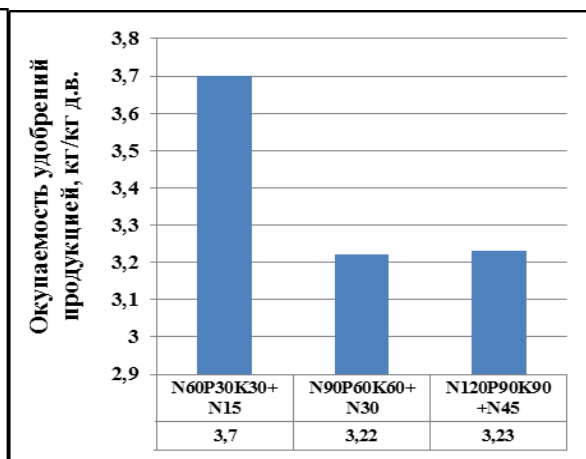
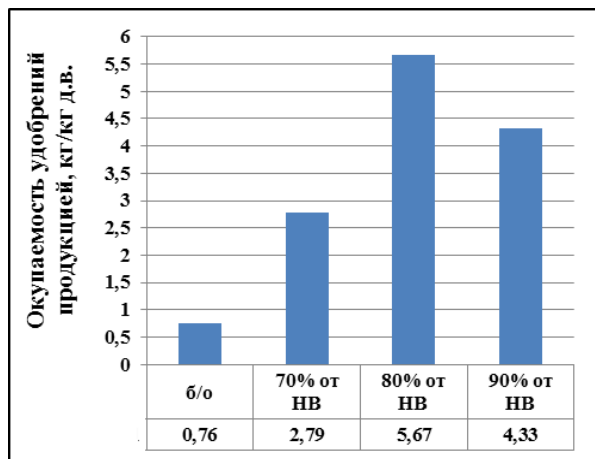


Рисунок 4.2.1. Окупаемость удобрений продукцией в зависимости от режима орошения

Рисунок 4.2.2. Влияние доз удобрений на окупаемость удобрений продукцией

Таким образом, удобрения наиболее эффективно окупались продукцией при их применении в малых дозах на режиме орошения 80% от НВ и загущенных посевах.

4.3. Экономическая эффективность. Критерием оценки любой технологии является экономическая эффективность. При определении экономической эффективности

мы исходили из сопоставления стоимости произведенной продукции с затратами, из чистого дохода и рентабельности.

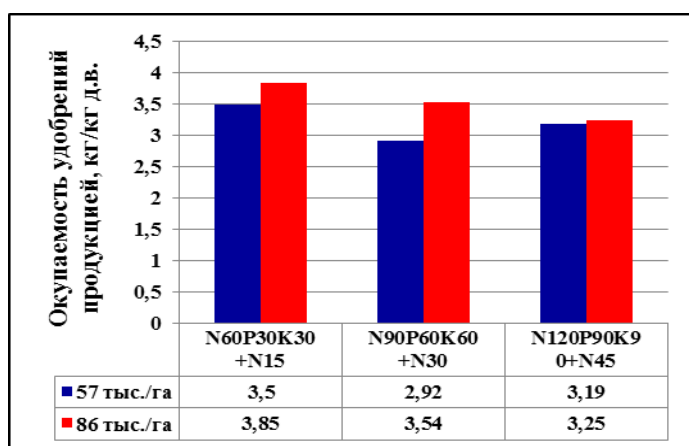


Рисунок 4.2.3. Влияние густоты стояния растений на окупаемость удобрений продукцией

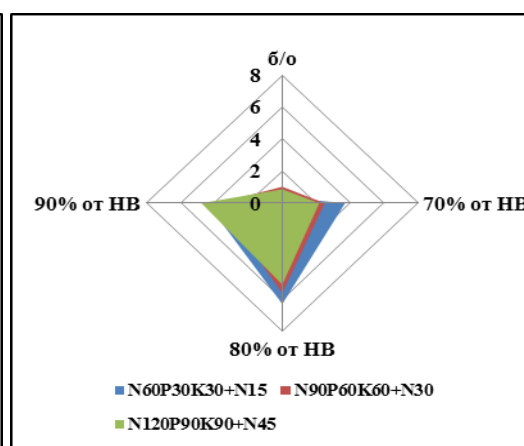


Рисунок 4.2.4. Совместное влияние орошения и удобрений на окупаемость удобрений продукцией, кг/кг д.в.

При расчёте экономической эффективности возделывания подсолнечника в Молдове за основу была принята технология, предложенная экспертом фирмы AGROEXPERT Юрием Рижа [30]. Общие для всех вариантов опыта затраты средств на 1 га посева составляли 11336 лея. Для расчета затрат по вариантам к этой сумме прибавляли в зависимости от урожайности затраты на транспортировку и очистку семян, затраты на удобрения и орошение.

По данным эксперта фирмы AGROEXPERT Юрия Рижа в 2024 году в Молдове средняя цена реализации семян подсолнечника равнялась 9,52 лея за килограмм [31]. При такой цене стоимость реализации продукции из наших опытов колебалась от 13,3 до 50,5 тыс. леев/га. Затратная часть включала стоимость всех механизированных работ, очистку семян, стоимость удобрений и оросительной воды. В зависимости от варианта она колебалась от 11,5 до 38,5 тыс. леев/га.

Удобрение подсолнечника в богарных условиях было убыточным, причем с ростом доз удобрений убытки увеличивались, а без удобрений чистая прибыль составляла 1,8-2,8 тыс. леев/га. При орошении только два варианта из двадцати четырех по причине максимальных доз удобрений и высокой оросительной нормой были убыточными - несмотря на то, что урожайность подсолнечника колебалась от 3,6 до 3,8 т/га.

Не все варианты опыта были рентабельными, но в лучших вариантах она колебалась от 53 до 60%. Увеличение уровня предполивной влажности и густоты стояния растений всегда способствовали не только росту урожайности, но и рентабельности технологии.

На варианте без удобрений возделывание подсолнечника является рентабельным, начиная с урожайности 1,4 т/га, как в богарных условиях, так и при любом режиме орошения. При внесении минеральных удобрений безубыточность возделывания подсолнечника наступает только при орошении – с предполивной влажностью почвы не ниже 70% от НВ.

Применение минимальной дозы удобрений ($N_{60}P_{30}K_{30}+N_{15}$) становится рентабельным при урожайности не ниже 3,6 т/га, средней дозы ($N_{90}P_{60}K_{60}+N_{30}$) – при 4,0 т/га и максимальной ($N_{120}P_{90}K_{90}+N_{45}$) – при 4,1 т/га.

В среднем по фактору «орошение» максимальная прибыль отмечена в варианте с предполивной влажностью почвы 90% от НВ (рис. 4.3.1). Снижение уровня предполивной влажности до 80% от НВ уменьшало величину чистого дохода на 40%, а до 70% от НВ – на 89%. На варианте без орошения прибыли не было. По фактору «удобрение» максимальную величину чистой прибыли (5,4 тыс. лей/га) обеспечила минимальная доза удобрений - $N_{60}P_{30}K_{30}+N_{15}$ (рис. 4.3.2). С увеличением доз удобрений из-за их дороговизны прибыль уменьшалась.

4.4. Энергетическая эффективность. В современных условиях увеличение урожайности любой сельскохозяйственной культуры требует все возрастающих энергозатрат в форме удобрений, воды, пестицидов, топлива, средств механизации и т.п. В связи с этим повышение коэффициента энергетической эффективности технологий, как для научных работников, так и для сельхозпроизводителей является важной задачей.

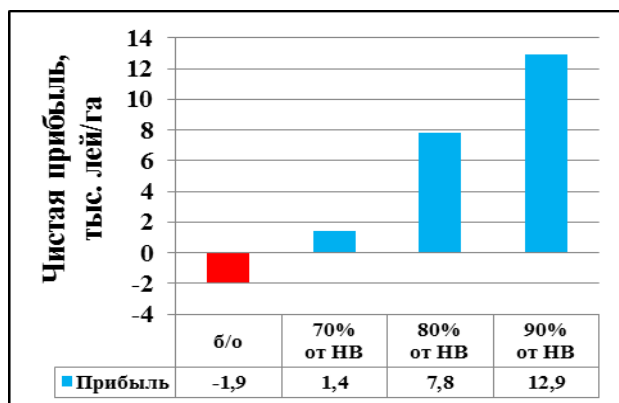


Рисунок 4.3.1. Влияние орошения на прибыль

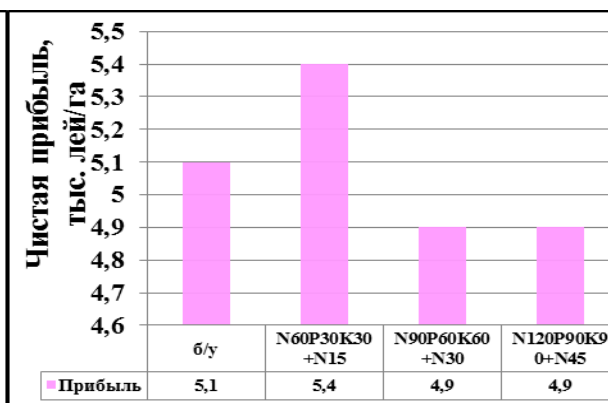


Рисунок 4.3.2. Влияние удобрений на прибыль

Приход энергии основной продукцией рассчитывался исходя из урожайности и эквивалентного содержания энергии в 1 кг семян, равным по данным Некипелов Т.С., Пигорев И.Я. 26,28 МДж/кг [28]. В зависимости от варианта опыта этот показатель колебался от 36,8 (в варианте без орошения и без удобрений) до 139,4 ГДж/га (на режиме орошения 90% от НВ при максимальной дозе удобрений). С ростом уровня предполивной

влажности почвы и дозы удобрений приход энергии основным урожаем, как правило, увеличивался.

Для объективной оценки биологической энергоэффективности помимо прихода энергии урожаем необходимо учитывать и приход энергии побочной продукцией, который, как правило, значительно выше. К примеру, в опытах Некипелова Т.С. и Пигорева И.Я. в Центральной Черноземной Зоне России приход энергии побочной продукцией подсолнечника масличного был в 1,34-1,76 раз выше, чем приход урожаем [28].

В наших опытах величина аккумулированной энергии в побочной продукции колебалась от 55 до 209 ГДж/га. В сумме приход энергии в зависимости от варианта исследований варьировал в пределах 92-348 ГДж/га.

В варианте без орошения в общей сумме энергозатрат на долю удобрений приходилось 27-48%, а при орошении в зависимости от предполивной влажности от 13 до 33%. Самой энергоемкой в сумме энергозатрат была оросительная вода. При 70% от НВ она составляла 41-58%, при 80% от НВ – 37-53% и при 90% от НВ – 31-46%.

Увеличение уровня предполивной влажности почвы с 70 до 90% от НВ увеличивало приход энергии и уменьшало ее расход, увеличивая тем самым коэффициент энергетической эффективности с 1,81 до 2,56 (рис. 4.4.1). Энергетически эффективной была и технология выращивания подсолнечника в богарных условиях – коэффициент энергетической эффективности равнялся 1,54, хотя полученные в этом варианте урожаи были убыточными и нерентабельными.

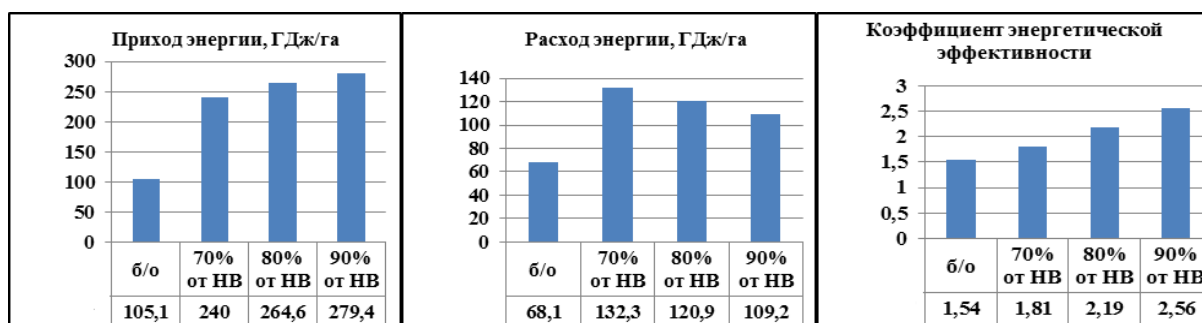


Рисунок 4.4.1. Влияние орошения на энергетическую эффективность возделывания подсолнечника

Если режимы орошения увеличивали приход энергии и снижали ее расход, то удобрения повышали оба показателя. В связи с этим коэффициент энергетической эффективности хоть и незначительно, но снижался с 2,16 до 2,00 (рис. 4.4.2).

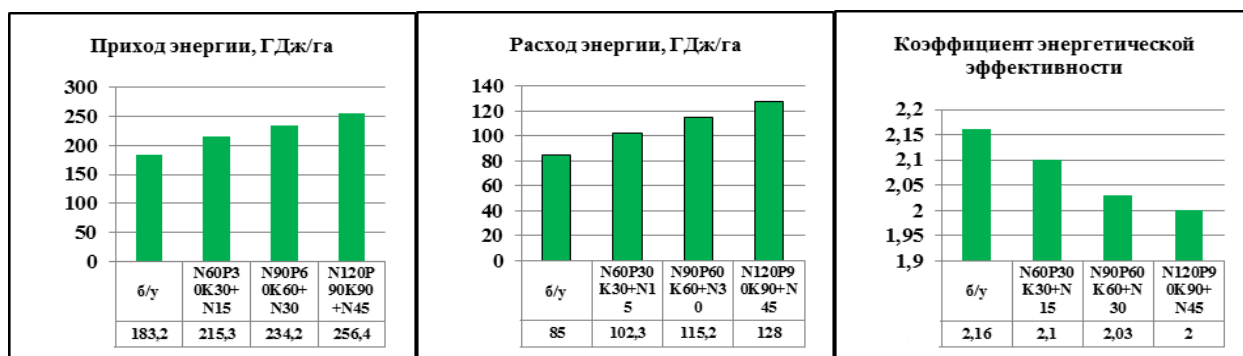


Рисунок 4.4.2. Влияние удобрений на энергетическую эффективность возделывания подсолнечника

Связано это с тем, что влияние орошения на урожайность подсолнечника было намного значительнее, чем влияние удобрений.

5. ЗАВИСИМОСТИ УРОЖАЙНОСТИ ПОДСОЛНЕЧНИКА ОТ ИЗУЧАЕМЫХ ФАКТОРОВ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ ПРОГРАММИРОВАНИИ ЗАДАННЫХ УРОВНЕЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КУЛЬТУРЫ

5.1. Зависимость «урожайность – режим орошения»

Для оценки эффективности режимов орошения и удобрений специалисты сельского хозяйства используют различные статистические корреляции между водопотреблением и урожайностью, урожайностью и дозами удобрений.

Американские ученые пришли к выводу, что нет универсальных корреляционных зависимостей для всех регионов страны [2].

Для нашей зоны Гуманюк А. установил, что зависимости «вода - урожайность» лучше всего описываются уравнением полинома второй степени и имеют высокие и очень высокие коэффициенты аппроксимации. Это значит, что они могут быть широко использованы для определения эффективности режимов орошения и планирования поливов для выращивания программированных урожаев [3].

Полученные экспериментальные данные позволили нам рассчитать зависимости «урожайность – режим орошения» (рис. 5.1.1. а) и их составляющих – «урожайность – оросительная норма» (рис. 5.1.1. б) и «урожайность – суммарное испарение» (рис. 5.1.1. в). Эти зависимости описываются уравнениями полинома второго порядка, имеющие высокие величины достоверности аппроксимации – 0,964-0,9982. Анализируя эти зависимости можно сделать вывод, что урожайность выше 4,0 т/га можно получать как при поддержании предполивной влажности почвы на уровне 80% от НВ, так и при 90% от НВ. С точки зрения экономии оросительной воды и использования общих запасов влаги предпочтительнее был вариант 90% от НВ, в котором поливы проводили чаще и малыми нормами.

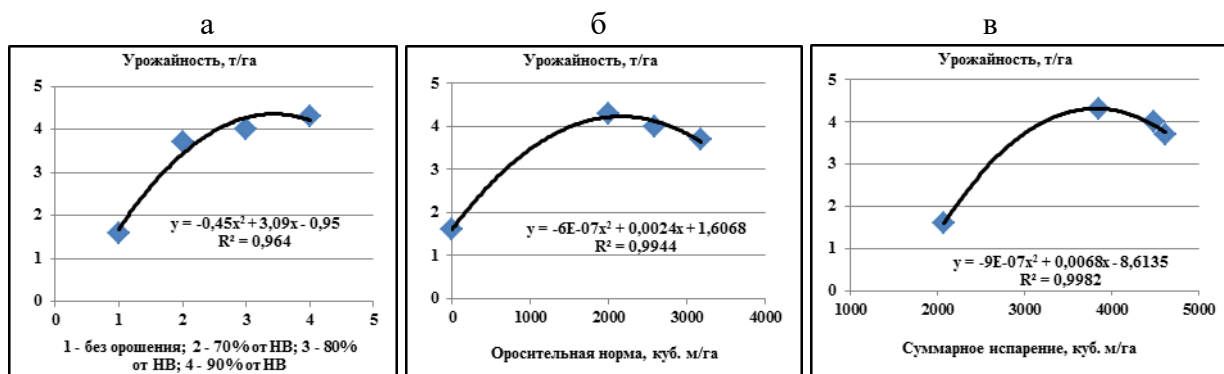


Рисунок 5.1.1. Зависимость урожайности подсолнечника от режимов орошения (а) и от его составляющих (в, с)

Таким образом, дефицит водопотребления для Юго-Восточной зоны Молдовы в засушливые по обеспеченности осадками годы составляет 1800-2000 м³/га, который должен восполняться осадками или орошением.

5.2. Зависимость «урожайность – доза удобрений». В предварительных разделах данной работы мы уже определились, что оптимальный режим орошения подсолнечника находится в интервале предполивной влажности почвы от 80 до 90% от НВ и при густоте стояния растений равной 86 тыс./га. Для уточнения оптимальной дозы удобрений мы сделали еще три зависимости урожайности от удобрений, но при различных уровнях предполивной влажности и оптимальной густоте стояния растений.

Зная, что при предполивной влажности 70% от НВ и оросительная норма и суммарное испарение из почвы были максимальными можно предположить, что растениям не хватило удобрений, то есть пищевой режим не в полной мере был оптимизирован (рис. 5.2.1). Причиной тому были более грузные поливы, которые сопровождались сбросами осадков из расчетного слоя увлажнения, а с ними и питательных веществ.

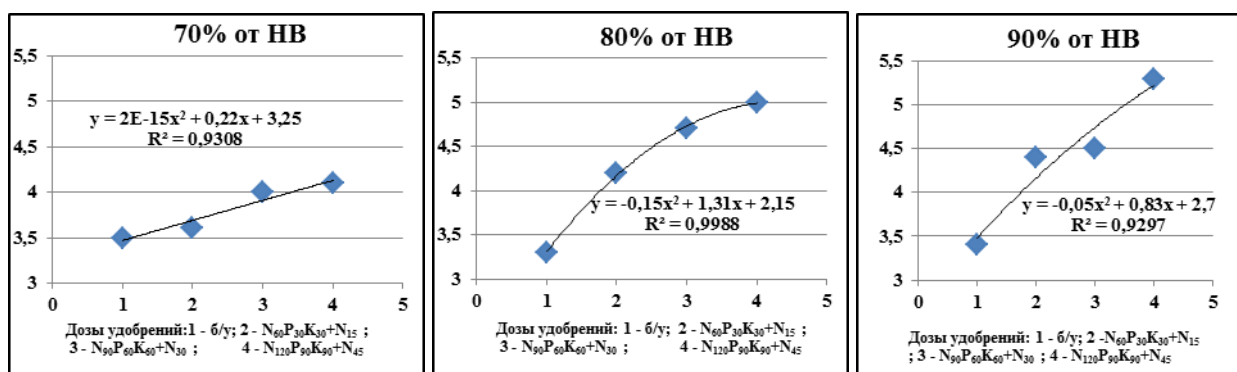


Рисунок 5.2.1. Зависимости «Урожайность – доза удобрений» при различной предполивной влажности

Лучше всего был оптимизирован пищевой режим в вариантах, где поливы проводили при 80 и 90% от НВ. Учитывая, что на варианте 80% от НВ максимальной была

окупаемость удобрений продукцией (рис. 4.2.1) и максимальным был коэффициент аппроксимации в данной зависимости, то предпочтительнее является этот вариант.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

1. По обеспеченности осадками годы исследований были разными – 2022 год был сухим, 2023 год – средне-сухим и 2024 год – средним. Всего за апрель-сентябрь месяцы в 2022 году выпало 178 мм осадков, в 2023 – 266 мм и в 2024 – 314 мм, тогда как среднемноголетнее (за 78 лет наблюдений) значения этого показателя равняется 299 мм.

2. Проведенный анализ корреляции между урожаем подсолнечника и запасами естественной влагообеспеченности позволяет утверждать, что метеорологические условия нашего региона лимитируют продуктивность подсолнечника на уровне 2,0-2,2 т/га, и, что единственным условием для ее повышения является орошение.

3. В среднем за три года на богаре суммарное испарение из 0-50 см слоя почвы составляло 1630-1690 м³/га, а при орошении – 3560-4580 м³/га. Корневая система подсолнечника в основном использовала влагу из верхнего 0-50 см слоя почвы. Доля участия в суммарном испарении влаги из слоя почвы 50-100 см на богаре составляла 25%, а при орошении всего 6%.

4. На пищевой режим почвы влияли не только изучаемые факторы (орошение, удобрение, густота стояния растений), но и обеспеченность года осадками. Несмотря на то, что ежегодно вносили одни и те же дозы удобрений, содержание нитратов четко зависело от выпадающих осадков.

5. Вносимые в почву удобрения существенно повышали уровень обеспеченности растений фосфором и практически не влияли на содержание в почве обменного калия. Густота стояния растений на фосфорный пищевой режим влияла слабо.

6. О влиянии изучаемых факторов на рост и развитие растений судили по биометрическим показателям, определенным в фазу цветения подсолнечника. В варианте без орошения средняя высота растений равнялась 140 см, диаметр корзинки – 17 см и площадь листовой поверхности – 32,4 тыс. м²/га. При орошении высота растений была на 23-25% выше, чем в варианте без орошения, диаметр корзинки – на 24-25% больше, а площадь листовой поверхности – больше на 104-134%. Действие удобрений было менее значимым, чем действие орошения.

7. В варианте без орошения урожайность в среднем по фактору составляла 1,6 т/га. Поддержание предполивной влажности почвы 0-50 см слоя почвы на уровне 70% от НВ повышало ее на 131%. С увеличением предполивной влажности до 80 и 90% от НВ урожайность возрастала на 150 и 169%. В варианте без удобрений средняя урожайность составляла 2,8 т/га. Минимальная доза удобрений способствовала повышению

продуктивности подсолнечника на 18%, средняя – на 29% и максимальная – на 39%. Увеличение густоты стояния растений с 57 тыс./га до 86 тыс./га способствовало повышению урожайности подсолнечника с 3,2 до 3,55 т/га или на 11%.

8. На участках без орошения для формирования тонны семян подсолнечника необходимо было 1290 м³ воды. С увеличением уровня предполивной влажности от 70% до 90% от НВ коэффициент суммарного испарения почвенной влаги уменьшался до 895-1250 м³/т или на 3-31%.

9. Максимальные значения эффективности использования оросительной воды (1,35 кг/м³) были отмечены в варианте с предполивной влажностью 90% от НВ, что на 105% лучше, чем в варианте 70% от НВ. В варианте без удобрений для получения тонны семян подсолнечника необходимо было не менее 1370 воды. Применение удобрений улучшало эффективность использования почвенной влаги, которая с ростом доз удобрений увеличивалась на 13-35%. Загущение посевов с 57 до 86 тыс./га способствовало более эффективному (на 10-12%) использованию почвенной влаги и оросительной воды.

10. Применение минимальной дозы удобрений (N₆₀P₃₀K₃₀+N₁₅) становится рентабельным при урожайности не ниже 3,6 т/га, средней дозы (N₉₀P₆₀K₆₀+N₃₀) – при 4,0 т/га, а максимальной (N₁₂₀P₉₀K₉₀+N₄₅) – при 4,1 т/га.

11. В среднем по фактору «орошение» максимальная прибыль отмечена в варианте с предполивной влажностью почвы 90% от НВ. Снижение уровня предполивной влажности до 80% от НВ уменьшало величину чистого дохода на 40%, а до 70% от НВ – на 89%. На варианте без орошения прибыли не было.

12. В варианте без орошения в общей сумме энергозатрат на долю удобрений приходилось 27-48%, а при орошении в зависимости от предполивной влажности от 13 до 33%. Самой энергоемкой в сумме энергозатрат была оросительная вода. При 70% от НВ она составляла 41-58%, при 80% от НВ – 37-53% и при 90% от НВ – 31-46%. Удобрения всегда снижали коэффициент энергетической эффективности на 3-7% по сравнению с неудобренными вариантами, а орошение по сравнению с вариантом без орошения повышали его значения на 18-66%.

13. Зависимости «Урожайность – режим орошения» и «Урожайность – доза удобрений» свидетельствуют, что урожайность семян подсолнечника свыше 5,0 т/га можно получать только при совместном действии орошения с предполивной влажностью почвы не ниже 80% от НВ на фоне применения удобрений в дозе N₁₂₀P₉₀K₉₀+N₄₅.

Рекомендации производству.

1. Урожайность от 1,0 до 2,0 т/га можно получить без орошения на фоне внесения в почву удобрений в дозе N₆₀P₃₀K₃₀+N₁₅, а урожайность 3-4 т/га можно получить только при

орошении, поддерживая предполивную влажность на уровне 70% от НВ независимо от доз удобрений.

2. От 4 до 5 т/га семян подсолнечника можно получить при любом режиме орошения, но с обязательным применением удобрений, а свыше 5 т/га – только при поддержании режима орошения 90% от НВ на фоне максимальной дозы удобрений - $N_{120}P_{90}K_{90}+N_{45}$, но экономически это не всегда оправдано, так как это приводит к интенсивной минерализации органического вещества почвы и снижению ее плодородия.

3. Зона оптимальности для выращивания подсолнечника в орошаемом земледелии находится в интервале поливов от 70 до 90% от НВ при внесении минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{30}K_{30}+N_{15}$ и выше.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соняшник - Основні Чинники Успішного Вирощування.” 2017. <https://agro-liga.com/podsolnechnik-osnovnye-factory-obespechivayushhie-uspeh-vyrashhivaniya/>.
2. CHVAN, S.A., S.V. BHOITE, AND S.A. KHANVILKAR. “Effect Aflimited Irrigation on Performance of Different Rabi Crops Grown under Lateritic Soils.” J. Maharashtra Agr. Univ. 1989. p.p.301-303. https://scholar.google.co.in/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=XkghNZ4A AAAJ&citation_for_view=XkghNZ4AAAAAJ:Zph67rFs4hoC.
3. GUMANIUC A. “Eficiența Regimurilor de Irigare .” Agricultura Moldovei. Вып 4. 2005, p.p. 15–17.
4. ROUPHAEL, Y., COLLA, G., FANASCA, S., KARAM, F. “leaf surface area Estimation of Sunflower Leaves from Simple Linear Measurements.” Photosynthetica 45 (2). 2007. pp.306–308. <https://doi.org/10.1007/s11099-007-0051-z>.
5. UWE MEIER. 2001. “BBCH Monograph.” https://www.openagrar.de/servlets/MCRFileNodeServlet/openagrar_derivate_00010428/BBCH-Skala_en.pdf.
6. БЕССМОЛЬНАЯ, Е. Н. “Режим орошения подсолнечника в засушливой черноземной степи Поволжья” Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. 2011. <https://earthpapers.net/rezhim-orosheniya-podsolnechnika-v-zasushlivoy-chernozemnoy-stepi-povolzhya>.
7. БОЧКОВОЙ, А.Д., Е.А. ПЕРЕТЯГИН, В.И. ХАТНЯНСКИЙ, В.А. КАМАРДИН, К.М. КРИВОШЛЫКОВ. “Подсолнечник: особенности сортовой политики в зависимости от почвенно-климатических, технологических и социально-экономических условий (Обзор).” Научно-технический бюллетень Всероссийского НИИ масличных культур 2 (174). 2018, p.p.120–134. <https://doi.org/10.25230/2412->

608X-2018-2-174-120-134.

8. ВАСИЛИОГЛО, Н., ГУМАНИЮК, А., МАЙКА, Л. “Влияние минеральных удобрений на урожайность подсолнечника. Conferința națională cu participare internațională „Știința în Nordul Republicii Moldova: realizări, probleme, perspective” (ediția a treia) - Bălți, 21-22 iunie 2019, p. 203-207. ISBN: 978-9975-3316-1-6
9. ГАМАЮН, И.М., ГУМАНИЮК, А.В., КОРОВАЙ В.И. и др.. “Орошение сельскохозяйственных культур при дефиците водных и материально-технических ресурсов. Тирасполь: Литера, 2005, p.46 с
10. ГАРБАР, Л.А., КОВТУН, Т.В. “Формирование площади листовой поверхности гибридов подсолнечника под влиянием минерального удобрения.” Вестник алтайского государственного аграрного университета, № 11 (169). 2018, p.p.19-24. ISSN:1996-4277. <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-ploschadi-listovoy-poverhnosti-gibridov-podsolnechnika-pod-vliyaniem-mineralnogo-udobreniya>.
11. ГОСТ 18164-72. “Вода питьевая. метод определения сухого остатка.” Межгосударственный стандарт вода питьевая метод определения содержания сухого остатка” издание официальное издательство стандартов Москва. 2003. <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294850/4294850719.pdf>.
12. ГОСТ 23268.3-78. “Вода. методы определения гидрокарбонат - ионов.” Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые правила приемки методы анализа. 1983. <https://meganorm.ru/Data2/1/4294830/4294830762.pdf>.
13. ГОСТ 23268.6-78. “Вода. методы определения ионов натрия.” Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Методы определения ионов натрия. September 1983. <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4294830/4294830759.htm>.
14. ГОСТ 23268.7-78. “Вода. Методы определения ионов калия.” Воды минеральные питьевые лечебные, лечебно-столовые и природные столовые. Методы Определения ионов калия. 1983. <https://meganorm.ru/Index2/1/4294830/4294830758.htm>
15. ГОСТ 26951-86 Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом”. Accessed March 23, 2025. https://normadocs.ru/gost_26951-86.
16. ГОСТ 26205-91 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО/26205 91.” 1993. July 1, 1993. <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294828/4294828275.htm>.
17. ГОСТ 26205-91 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по

- методу мачигина в модификации ЦИНАО/26205 91.” 1993. July 1, 1993.
<https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294828/4294828275.htm>.
18. ГОСТ 26423-85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, РН и плотного остатка водной вытяжки. Май 2011.
<https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294828/4294828015.htm>
19. ГОСТ 4151-72. “Вода питьевая. методы определения общей жесткости.” 1994.
<https://internet-law.ru/gosts/gost/46251/>.
20. ГОСТ 4545-72. “Вода питьевая. методы определения содержания хлоридов.”
Межгосударственный стандарт вода питьевая Методы определения содержания хлоридов. Drinking Water. Methods for Determination of Chloride Content. 1974.
<https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294850/4294850721.pdf>.
21. ДОСПЕХОВ, Б.А. “Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований).” Агропромиздат. 2011.
<https://drive.google.com/file/d/0B5KiBwgHRtwjekJrRjdZcnJuNEk/view?resourcekey=0-T95jYNweQc3qAO6mEEbnfg>.
22. КОЛОСОВ, Т.А. “Формирование урожайности и масличности семян гибридов подсолнечника, возделываемых по системе Clearfield, в условиях Предуральской Степи Республики Башкортостан.” Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Уфа. 2016.
https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_008536459/.
23. КРАВЧЕНКО, В.А., МАЛАЙ, Н.Ф., ШУРУПОВ, В.Г. “Продуктивность подсолнечника в зависимости от норм минерального питания.” Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский Регион. Естественные науки, Вып.4 (188), 2015. pp. 96–100. DOI:10.18522/0321-3005-2015-4-96-100.
<https://doi.org/10.18522/0321-3005-2015-4-96-100>.
24. ЛУКОМЕЦ, В.М., КРИВОШЛЫКОВ, К.М. “Производство подсолнечника в Российской Федерации: состояние и перспективы.” “Земледелие” Вып.8. 2009, p.p.3-6. ISSN: 0130-9081 <https://cyberleninka.ru/article/n/proizvodstvo-podsolnechnika-v-rossiyskoy-federatsii-sostoyanie-i-perspektivy/viewer>.
25. 105. МАЦКОВА, С., ГУМАНЮК, А., ПАЗЯЕВА, Т. “Запасы продуктивной влажности почвы - залог высокой урожайности подсолнечника.” Agricultural science, no. 2 (January)/ 2023. pp. 24–29. ISSN 1857-0003 E-ISSN 2587-3202.
<https://doi.org/10.55505/sa.2023.2.03>.
26. “Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС).” 2020. <https://meganorm.ru/Data/521/52189.pdf>.

27. “Методика определения густоты стояния растений.” 2020. November 14, 2020. <https://floramir.ru/metodika-opredeleniya-gustoty-stoyaniya-rasteniy/>.
28. НЕКИПЕЛОВ, Т.С., ПИГОРЕВ, И.Я. “Энергетическая оценка агроценозов подсолнечника масличного масличного (*Helianthus annuus l.*) в Условиях ЦЧР.” Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии, Вып. № 1. 2025, pp.6-12.. <https://cyberleninka.ru/article/n/energeticheskaya-otsenka-agrotsenozov-podsolnechnika-maslichnogo-maslichnogo-helianthus-annuus-l-v-usloviyah-tschr>.
29. ПАЗЯЕВА, Т.В., СТОЯНОВА, Е.М., МАЦКОВА, С.И., ДОРОШЕНКО, А.В. 2022. “Значение и развитие орошаемого земледелия.” 236:184–90. ISSN 1857-4246 http://spsu.ru/images/files/science/Vestnik_2_2022.pdf.
30. РИЖА, Ю. “Анализ: затраты на производство подсолнечника и масла.” 2023. <https://agroexpert.md/rus/tseny-i-trendy/analiz-zatraty-na-proizvodstvo-podsolnechnika-i-masla>.
31. РИЖА, Ю. “S-au scumpit semințele de floarea-soarelui. La cât ajung prețurile.” Agroexpert.Md. October 25, 2024. <https://agroexpert.md/rus/novosti/s-au-scumpit-semințele-de-floarea-soarelui-la-cat-ajung>
32. СТОЛЯРОВ, О.В., КОЛОДЯЖНЫЙ, С.В. “Влияние обработки почвы и норм высева на урожайность подсолнечника, выращиваемого по системе Express Suntm. ”Вестник Воронежского Государственного Аграрного Университета, №2 (57), 2018, p.p. 13–19/. <https://doi.org/10.17238/issn2071-2243.2018.2.13>.
33. ТОЙГИЛЬДИН, А.Л., ТОЙГИЛЬДИНА, И.А., ХАЗОВ, М.М. “Эффективность внесения минеральных удобрений при возделывании подсолнечника в условиях чернозема типичного.” Агронимия, Агрохимия и Агроэкология. 2020, p.p.39-43. ISSN: 0002-1881. <http://lib.ugsha.ru:8080/bitstream/123456789/23929/1/2020-02-39-43.pdf>
34. УШУРЕЛУ, Ю. 2017. “Итоги сельхозсезона-2017 в Молдове.”. <https://agroexpert.md/rus/agrarnaya-politika/itogi-selihozsezona-2017-v-moldove>.
35. ХВОСТИКОВ, Ю.А. “Влияние минеральных удобрений на урожайность подсолнечника.” Известия Вузов. Северо-Кавказский регион. естественные науки. Вып.11. 2006, pp.83-85. ISSN: 1026 2237. <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-mineralnyh-udobreniy-na-urozhaynost-podsolnechnika/viewer>.
36. ЧЕРЕМИСИНОВ, А. А., ЧЕРЕМИСИНОВ, А. Ю. “Обзор расчетных методов определения суммарного испарения орошаемых сельскохозяйственных полей.” Научный журнал Российского НИИ проблем Мелиорации, № 1(21). 2016, p.p. 113–133. ISSN: 2222-1816. <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-raschetnyh-metodov>

opredeleniya-summarnogo-ispreniya-oroshaemyh-selskohozyaystvennyh-poley.

37. ШТОЙКО Д, А. “Орошаемое земледелие на Украине : Пособие для руководителей и специалистов сел. хоз-ва / [Ред.-Сост. Д. А. Иваненко и В. М. Ралле]. Киев : Урожай, 1968.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

• Статьи в международных журналах

1. MATSKOVA, S.I., GUMANYUK, A.V. ‘Reserves of soil productive humidity are the key to high yield of sunflower’, Research Journal of Agricultural Science, 57 (1). (2025). ISSN:2668-926X. <http://doi.org/10.59463/RJAS.2025.1.19>. Available at: https://rjas.ro/paper_detail/4204 (Accessed: 5 August 2025).

• Статьи в профильных журналах Национального Регистра, категория В

1. МАЦКОВА, С., ГУМАНЮК, А., ПАЗЯЕВА, Т. ‘Запасы продуктивной влажности почвы-залог высокой урожайности подсолнечника’, Agricultural Sciences, (2), pp. 24–29. (2023). ISSN 1857-0003 E-ISSN 2587-3202 Available at: <https://doi.org/10.55505/sa> 2023.2.03.
2. МАЦКОВА, С., ГУМАНЮК, А., СТОЯНОВА, Е. ‘Влияние минерального питания подсолнечника на урожайность при капельном орошении’. Agricultural Sciences, (1), (2025). pp. 52-61. ISSN 1857-0003 E-ISSN 2587-3202.

• Статьи в национальных и международных сборниках

1. МАЦКОВА, С.И., ГУМАНЮК, А.В. ‘Влияние метеоусловий на урожайность подсолнечника’, Аграрна наука і освіта: історичний екскурс, сучасна парадигма, стратегія розвитку: Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції (у рамках VIII наукового форуму «Науковий тиждень у Крутах – 2022», 4 березня 2022 р., с. Крути, Чернігівська обл.), pp. 52. https://ovoch.com/assets/files/conference/tezu/agrar-na-04-03-2022.pdf?utm_source.
2. МАЦКОВА, С.И., ГУМАНЮК, А.В. ‘Взаимосвязь урожайности подсолнечника с биометрическими показателями роста и развития растений при различных дозах удобрений’, Аграрна наука і освіта: історичний екскурс, сучасна парадигма, стратегія розвитку: Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції (у рамках VIII наукового форуму «Науковий тиждень у Крутах – 2023», 3 березня 2023 р., с. Крути, Чернігівська обл.), pp. 160–165. (2023). https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/179699/gscholar.
3. МАЦКОВА, С.И., ПАЗЯЕВА, Т.В, ГУМАНЮК, А.В. Влияние орошения на рост, развитие и продуктивность подсолнечника. Материалы IV

- Международной научно-практической конференции. «Продовольственная безопасность в АПК», г. Тирасполь, 23 ноября 2023 г., секция «Сельскохозяйственные науки». pp. 26-34. 2024. ISBN 978-5-6051575-6-4.
4. МАЦКОВА, С.И. 'Изучение роста и развития растений подсолнечника в севообороте на орошении', Conferința Tehnico-Științifică a Studenților, Masteranzilor și Doctoranzilor, Universitatea Tehnică a Moldovei, 27-29 martie 2024, VOL. IV, p. 2358-2363.. https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/2358-2363.pdf.
 5. МАЦКОВА, С.И., ГУМАНЮК, А.В., ПАЗЯЕВА, Т.В. 'Влияние агроприемов в севообороте на продуктивность культур и почву при традиционной и альтернативной системах земледелия', Вестник приднестровского университета Серия: Медико-биологические и химические науки. – Тирасполь. – 2024, №2 (77), pp. 92–99. ISSN:1857-4246. Available at: <http://spsu.ru/science/nauchno-izdatelskaya-deyatelnost/vestnik-pgu>. (Accessed: 22 December 2024).
 6. МАЦКОВА, С.И., ГУМАНЮК, А.В. 'Зависимость продуктивности подсолнечника от уровня минерального питания при капельном орошении.' Материалы IV Международного форума молодых исследователей: Международный форум молодых исследователей, Петрозаводск, секция «Сельскохозяйственные науки», Москва: МЦНП «Новая наука», 2025 г, с. 256-266.. ISBN: 9785002157280. https://m.sciencen.org/assets/Kontent/Konferencii/Arhiv-konferencij/KOF-1279.pdf?utm_source.
 7. МАЦКОВА, С.И. Масличность подсолнечника в зависимости от орошения и удобрения. «Селекция, семеноводство и технологии возделывания сельскохозяйственных культур»: Материалы международной научно-практической конференции, Тирасполь, 7–8 июля 2025 г. – pp.223-227- ISBN 978-9975-89-329-9. <https://doi.org/10.70739/sstac2025.50>.

АННОТАЦИЯ

Мацкова Светлана, «Совершенствование элементов технологии возделывания подсолнечника путем регулирования густоты стояния, водного и пищевого режимов

при капельном орошении в Молдове», диссертация доктора сельскохозяйственных наук, Кишинэу, 2026

Структура диссертации: введение, 5 глав, общие выводы и рекомендации, 118 страницы основного текста, список литературы из 164 источников, 30 таблиц, 40 рисунков, 27 приложений. Полученные результаты опубликованы в 10 научных работах.

Ключевые слова: подсолнечник, орошение, удобрение, густота стояния растений, урожайность, климатические условия, суммарное испарение, экономическая и энергетическая эффективность.

Цель работы. Разработать некоторые элементы технологии возделывания подсолнечника при капельном орошении с помощью регулирования водного и пищевого режимов почвы, а также густоты стояния, которые обеспечивают получение экономически обоснованных урожаев.

Задачи исследования: установить оптимальные поливные режимы при поливе капельным способом; изучить водный режим почвы при различных режимах капельного орошения; установить взаимовлияние орошения, различных доз минеральных удобрений и загущенных посевов на урожайность и качество продукции; дать экономическую и энергетическую оценку исследуемых приемов; установить зависимости «урожайность – режим орошения», «урожайность – удобрение» для их использования в производстве.

Научная новизна и оригинальность проведенных исследований состоит в том, что в Республике Молдова впервые разработан и рекомендован производству режим капельного орошения, оптимальная доза удобрений и густота стояния растений, которые обеспечивают высокую урожайность с хорошим качеством продукции.

Решение важной научной проблемы состоит в *научном обосновании* водного, пищевого режима и густоты стояния, *что позволило* усовершенствовать технологию возделывания подсолнечника, *способствуя тем самым* получению высокой урожайности.

Теоретическая значимость. Установлены зависимости «урожайность – режим орошения», «урожайность – удобрение», для их использования в производстве.

Практическая значимость. Разработаны оптимальные режимы капельного орошения подсолнечника и соответствующие им дозы удобрений и густоты стояния растений обеспечивающие высокую урожайность с хорошим качеством, эффективность использования оросительной воды, прибыль и рентабельность.

Внедрение результатов исследований проходило в двух хозяйствах Сдободзейского района на площади 10 га – ООО «Экспедиция Агро», ООО «Плантатор».

ADNOTARE

Mațcova Svetlana, «Perfectionarea elementelor tehnologice de cultivare a florii-soarelui

sub influența regimului hidric, nutritiv și a densității plantelor în condiții de irigare prin picurare în Moldova», teză de doctor în științe agricole, Chișinău, 2026.

Structura tezei: introducere, 5 capitole, concluzii generale și recomandări, 118 pagini de text de bază, bibliografie din 164 surse, 30 tabele, 40 figuri, 27 anexe. Rezultatele obținute au fost publicate în 10 lucrări științifice.

Cuvinte-cheie: floarea soarelui, irigare, fertilizare, densitate de plantare, productivitate, condiții climaterice, consumul total de apă, eficiența economică și energetică.

Scopul lucrării: Elaborarea unor elemente ale tehnologiei de cultivare a florii-soarelui prin irigare prin picurare cu ajutorul reglării regimului de apă și nutriție a solului, precum și a densității de plantare, care asigură obținerea unor recolte economic justificate.

Obiectivele studiului sunt: stabilirea unor regimuri optime de irigare la aplicarea udărilor prin picurare; studierea regimului apei din sol sub diferite regimuri de irigare prin picurare; stabilirea influenței reciproce a irigațiilor, a diferitelor doze de îngrășăminte minerale și a densității de plantare asupra productivității și a calității producției; evaluarea economică și energetică a metodelor studiate; stabilirea dependenței "recoltă - regim de irigare," "recoltă - îngrășământ" pentru utilizarea lor în producție.

Noutatea științifică și originalitatea cercetărilor efectuate constau în faptul că în Republica Moldova pentru prima dată a fost elaborat și recomandat producătorilor un regim de irigare prin picurare, doza optimă de îngrășăminte și densitatea de plantare, care asigură o productivitate ridicată cu o calitate bună a producției.

Rezolvarea unei probleme științifice importante constă în *justificarea științifică* a regimului de apă, regimului alimentar și a densității de plantare, *ceea ce a permis* perfecționarea tehnologiei de cultivare a floarea-soarelui, *contribuind astfel* la obținerea unor producții ridicate.

Importanța teoretică. Au fost stabilite dependențele „productivitate – regim de irigare”, „productivitate – îngrășământ”, pentru utilizarea lor în producție.

Semnificația practică. Au fost elaborate regimuri optime de irigare prin picurare a florii-soarelui, dozele corespunzătoare de îngrășăminte și densitatea plantelor care asigură o productivitate ridicată cu o calitate bună, eficiența utilizării apei de irigație, profit și rentabilitate.

Implementarea rezultatelor cercetărilor a avut loc în două gospodării din raionul Slobozia, pe o suprafață de 10 hectare – SRL «Expediția Agro», SRL « Plantator».

ABSTRACT

Matskova Svetlana, " Improvement of technological elements of sunflower cultivation under the influence of water and nutrient regimes and plant density under drip irrigation conditions in moldova ", Doctoral Dissertation in Agricultural Sciences, Chişinău, 2026

Structure of the dissertation: introduction, 5 chapters, general conclusions and recommendations, 118 pages of main text, a bibliography comprising 164 sources, 30 tables, 40 figures, and 27 appendices. The obtained results have been published in 10 scientific papers.

Keywords: sunflower, irrigation, fertilization, plant density, yield, climatic conditions, total evapotranspiration, economic and energy efficiency.

Aim of the study. To develop specific technological elements for sunflower cultivation under drip irrigation by regulating the soil water and nutrient regimes, as well as plant density, in order to obtain economically justified yields.

Objectives of the study:

- to determine optimal irrigation regimes under drip irrigation;
- to study the soil water regime under different drip irrigation conditions;
- to establish the interaction between irrigation, various doses of mineral fertilizers, and denser sowing on yield and product quality;
- to provide an economic and energy evaluation of the tested practices;
- to establish the relationships between "yield – irrigation regime" and "yield – fertilization" for practical application.

Scientific novelty and originality of the research lie in the fact that for the first time in the Republic of Moldova, a drip irrigation regime, optimal fertilizer dose, and plant density have been developed and recommended for production, ensuring high yields and good product quality.

The solution to a significant scientific problem lies in the scientific justification of water and nutrient regimes and plant density, which has improved sunflower cultivation technology, thereby contributing to higher yields.

Theoretical significance. The relationships "yield – irrigation regime" and "yield – fertilization" were established for application in agricultural production.

Practical significance. Optimal drip irrigation regimes for sunflower, along with corresponding fertilizer doses and plant densities, were developed to ensure high yields with good quality, efficient use of irrigation water, increased profitability, and cost-effectiveness.

Implementation of the research results was carried out on 50 hectares in two farms located in the Slobozia district – LLC « Expedition Agro», LLC« Plantator ».

МАЦКОВА СВЕТЛАНА

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА ПУТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ
ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ, ВОДНОГО И ПИЩЕВОГО РЕЖИМОВ ПРИ
КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ В МОЛДОВЕ**

411.08-Растениеводство

**Автореферат диссертации на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук**