

ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ МОЛДОВЫ



ДОКТОРАНТУРА ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА МОЛДОВЫ

На правах рукописи

УДК: 633.854.78:631.674.6

МАЦКОВА СВЕТЛАНА

ДИССЕРТАЦИЯ ДОКТОРА

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

411.08-Растениеводство

Научный руководитель

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Гуманюк", is written over a horizontal line. Below this line is another horizontal line with a smaller, less legible signature written over it.

Гуманюк Алексей,
ст. н. с., доктор хабилитат

Автор

МАЦКОВА Светлана

КИШИНЕВ, 2026

UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI



ȘCOALA DOCTORALĂ A UNIVERSITĂȚII TEHNICE A MOLDOVEI

Cu titlu de manuscris

C.Z.U: 633.854.78:631.674.6

MAȚCOVA SVETLANA

TEZĂ DE DOCTORAT

**PERFEȚIONAREA ELEMENTELOR TEHNOLOGICE DE CULTIVARE
A FLORII-SOARELUI SUB INFLUENȚA REGIMULUI HIDRIC,
NUTRITIV ȘI A DENSITĂȚII PLANTELOR ÎN CONDIȚII DE IRIGARE
PRIN PICURARE ÎN MOLDOVA**

411.08-Fitotehnie

Conducător de doctorat

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Alexei Gumanuc", is written over a horizontal line. Below this line is another horizontal line, and a second signature is written in blue ink over it.

Gumaniuc Alexei,
conf. cerc., doctor hab.

Autor

MAȚCOVA Svetlana

CZIȘINĂU, 2026

© МАЦКОВА СВЕТЛАНА

ОГЛАВЛЕНИЕ

АННОТАЦИИ	6
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	9
СПИСОК ТАБЛИЦ	10
СПИСОК РИСУНКОВ	12
СПИСОК ПРИЛОЖЕНИЙ	14
ВВЕДЕНИЕ	16
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	25
1.1. Биологические особенности подсолнечника	25
1.2. Основные элементы технологии возделывания подсолнечника	26
1.2.1. Орошение	26
1.2.2. Удобрение	31
1.2.3. Густота стояния растений	34
1.3. Выводы к первой главе	36
2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ	38
2.1. Почва и климатические условия в годы исследований	38
2.2. Материалы, объект и методы исследований	47
2.3. Наблюдения, анализы, учеты	51
2.4. Выводы к главе 2	51
3. УРОЖАЙНОСТЬ ПОДСОЛНЕЧНИКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОРОШЕНИЯ, УДОБРЕНИЙ И ГУСТОТЫ СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ	53
3.1. Водный баланс почвы в зависимости от режимов орошения	53
3.2. Влияние изучаемых факторов на пищевой режим почвы	59
3.3. Влияние изучаемых факторов на рост и развитие растений	66
3.4. Урожайность и качество подсолнечника в зависимости от изучаемых факторов	69
3.5. Выводы к главе 3	78
4. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА	80
4.1. Эффективность использования почвенной влаги и оросительной воды	80
4.2. Окупаемость удобрений	81
4.3. Экономическая эффективность	83
4.4. Энергетическая эффективность	88
4.5. Выводы к главе 4	91

5. ЗАВИСИМОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ ПОДСОЛНЕЧНИКА ОТ ИЗУЧАЕМЫХ ФАКТОРОВ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ ОЖИДАЕМЫХ ЗАДАННЫХ УРОВНЕЙ УРОЖАЙНОСТИ КУЛЬТУРЫ ...	93
5.1. Зависимость «урожайность – режим орошения»	93
5.2. Зависимость «урожайность – удобрение»	94
5.3. Выводы к главе 5	95
ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ	96
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	99
ПРИЛОЖЕНИЯ	119

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 страниц 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 с оптимальными дозами 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 продукции, 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, «Perfecționarea elementelor tehnologice de cultivare a floarii-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 floarii-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 floarii-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 10 hectares in two farms located in the Slobozia district - LLC « Expedition Agro», LLC« Plantator».

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

НВ – наименьшая влагоемкость в %

б/о – без орошения

б/у – без удобрений

г – год

га – гектар

кг - килограмм

м - метр

тыс. - тысяча

E_v – суммарное испарение культурой за период, $m^3/га$

т - тонна

$w_{НВ}$ – влажность почвы при наименьшей влагоемкости, % от массы

$w_{ПП}$ - оптимальная предполивная влажность почвы

m – поливная норма, $m^3/га$

m_n – поливная норма нетто, $m^3/га$

$w_{НВ}$ и $w_{ПП}$ – наименьшая влагоемкость и оптимальная предполивная влажность почвы, % от массы сухой почвы

h - расчетный слой увлажнения, м

Δ - объемная масса расчетного слоя увлажнения, $г/см^3$

E_v – суммарное испарение культурой за период

\bar{t} и \bar{a} - среднесуточные за период температура и влажности воздуха

Q – удельный расход воды системой

t - время полива 1 га, ч.

L – расстояния между поливными трубопроводами, м

b - расстояние между капельницами, м

N – количество капельниц на 1 га системы, шт;

q - средний расход воды одной капельницей, л/ч.

$\sum t$ - сумма среднесуточных температур за период, °С

ГТК – гидротермический коэффициент

E – суммарное испарение, $m^3/га$

KE – коэффициент суммарного испарения, $m^3/т$

КЭО – коэффициент эффективности орошения, $кг/м^3$

МДж – мегаджоуль

ГДж – гигаджоуль

СПИСОК ТАБЛИЦ

Таблица 1.2.2.1. Вынос питательных веществ основной и побочной продукцией на формирование тонны семян подсолнечника и вынос с 1га	34
Таблица 2.1.1. Химические свойства почвы	40
Таблица 2.1.2. Объемная масса и структура почвы	41
Таблица 2.1.3. Среднедекадная температура воздуха за период вегетации в 2022-2024 гг.	42
Таблица 2.1.4. Среднедекадное количество осадков за период вегетации в 2022-2024 гг.	43
Таблица 2.2.1. Качество поливной воды	50
Таблица 3.1.1. Основные показатели, используемые для водобалансовых расчетов .	54
Таблица 3.1.2. Водный баланс почвы, среднее за 2022-2024 гг.	56
Таблица 3.1.3. Составные части суммарного испарения почвы	57
Таблица 3.1.4. Использование подсолнечником влаги из второго полуметра почвы, м ³ /га в сутки (среднее за 2022-2024 гг.)	58
Таблица 3.2.1. Динамика содержания обменного калия в 0-30 см слое почвы, мг/кг (среднее за 2022-2024 гг.)	63
Таблица 3.3.1. Влияние орошения на биометрические показатели роста и развития растений	68
Таблица 3.3.2. Влияние удобрений на биометрические показатели роста и развития растений	68
Таблица 3.3.3. Влияние густоты стояния растений на биометрические показатели роста и развития растений	69
Таблица 3.4.1. Влияние орошения, удобрений и густоты стояния растений на урожайность подсолнечника, т/га	70
Таблица 3.4.2. Прибавки урожайности подсолнечника от изучаемых факторов (среднее за 2022-2024 гг.)	71
Таблица 3.4.3. Влияние орошения на урожайность подсолнечника	72
Таблица 3.4.4. Влияние удобрений на урожайность подсолнечника	72
Таблица 3.4.5. Влияние густоты стояния растений на урожайность подсолнечника	73
Таблица 3.4.6. Коэффициент корреляции между площадью листовой поверхности и урожайностью	73

Таблица 3.4.7. Коэффициент корреляции между диаметром корзинки и урожайностью	74
Таблица 3.4.8. Влияние орошения, удобрений и густоты стояния растений на массу 1000 семян, г	76
Таблица 3.4.9. Влияние орошения и удобрений на масличность подсолнечника	77
Таблица 4.1.1. Влияние орошения на эффективность использования почвенной влаги и оросительной воды	80
Таблица 4.1.2. Влияние удобрений на эффективность использования почвенной влаги и оросительной воды	81
Таблица 4.1.3. Влияние густоты стояния растений на эффективность использования почвенной влаги и оросительной воды	81
Таблица 4.3.1. Технологические затраты на 1 га подсолнечника	83
Таблица 4.3.2. Экономическая эффективность возделывания подсолнечника на семена	84
Таблица 4.3.3. Экономическая эффективность возделывания подсолнечника на производство масла	87
Таблица 4.4.1. Энергетическая эффективность возделывания подсолнечника	89

СПИСОК РИСУНКОВ

Рисунок 2.1.1. Почвенный разрез	39
Рисунок 2.1.2. Тренд изменения температуры воздуха периода активной вегетации (апрель-сентябрь) за последние четырнадцать лет	42
Рисунок 2.1.3. Среднедекадные осадки и температура воздуха, 2022г.	44
Рисунок 2.1.4. Среднедекадные осадки и температура воздуха, 2023г.	45
Рисунок 2.1.5. Среднедекадные осадки и температура воздуха, 2024г.	45
Рисунок 2.1.6. Корреляция между весенними запасами продуктивной влаги с урожайностью подсолнечника (коэффициент Пирсона $r = 0.145$)	46
Рисунок 2.1.7. Корреляция между суммой весенних запасов продуктивной влаги и апрельско-майскими осадками с урожайностью подсолнечника (коэффициент Пирсона $r = 0.298$)	46
Рисунок 2.1.8. Корреляция между суммой весенних запасов влаги и осадков за апрель-июль месяцы с урожайностью (коэффициент Пирсона $r = 0.505$)	47
Рисунок 2.2.1. Схема поля	49
Рисунок 3.1.1. Качество предпосевной обработки почвы на вариантах без орошения и при орошении	55
Рисунок 3.1.2. Появление всходов	55
Рисунок 3.1.3. Влияние загущенных посевов на уменьшение суммарного испарения из 0-50 см слоя почвы	57
Рисунок 3.1.4. Динамика среднесуточного водопотребления из слоя 0-50 см в зависимости от варианта орошения при различной густоте стояния растений, м ³ /га (среднее за 2022-2024 гг.)	58
Рисунок 3.1.5. Разбежка среднесуточного водопотребления по годам исследований	59
Рисунок 3.2.1. Влияние густоты стояния и орошения на динамику нитратов в слое почвы 0-30 см, мг/кг	61
Рисунок 3.2.2. Влияние удобрений на динамику нитратов в слое почвы 0-30 см, мг/кг ..	61
Рисунок 3.2.3. Влияние густоты стояния растений на динамику нитратов в слое почвы 0-30 см, мг/кг	61
Рисунок 3.2.4. Влияние обеспеченности года осадками на динамику нитратов в богарных условиях	62
Рисунок 3.2.5. Влияние густоты стояния и орошения на динамику подвижного фосфора в слое почвы 0-30 см, мг/кг	62

Рисунок 3.2.6. Влияние удобрений на динамику подвижного фосфора в слое почвы 0-30 см, мг/кг	63
Рисунок 3.2.7. Влияние густоты стояния растений на динамику подвижного фосфора в слое почвы 0-30 см, мг/кг	63
Рисунок 3.2.8. Влияние орошения на динамику содержания обменного калия в 0-30 см слое почвы	64
Рисунок 3.2.9. Влияние удобрений на содержание обменного калия в 0-30 см слое почвы	65
Рисунок 3.2.10. Влияние густоты стояния растений на содержание обменного калия в 0-30 см слое почвы	66
Рисунок 3.3.1. Развитие растений подсолнечника без орошения (а) и при орошении (б).	67
Рисунок 3.4.1. Зависимость «Урожайность – площадь листовой поверхности»	74
Рисунок 3.4.2. Совместное действие орошения и удобрений на урожайность подсолнечника	75
Рисунок 3.4.3. Влияние орошения на масличность подсолнечника	77
Рисунок 3.4.4. Влияние удобрений на масличность подсолнечника	77
Рисунок 4.2.1. Окупаемость удобрений продукцией в зависимости от режима орошения	82
Рисунок 4.2.2. Влияние доз удобрений на окупаемость удобрений продукцией	82
Рисунок 4.2.3. Влияние густоты стояния растений на окупаемость удобрений продукцией	83
Рисунок 4.2.4. Совместное влияние орошения и удобрений на окупаемость удобрений продукцией, кг/кг д.в.	83
Рисунок 4.3.1. Влияние орошения на прибыль	86
Рисунок 4.3.2. Влияние удобрений на прибыль	86
Рисунок 4.4.1. Влияние орошения на энергетическую эффективность возделывания подсолнечника	90
Рисунок 4.4.2. Влияние удобрений на энергетическую эффективность возделывания подсолнечника	90
Рисунок 5.1.1. Зависимость урожайности подсолнечника от режимов орошения (а) и от его составляющих (в, с)	93
Рисунок 5.2.1. Зависимость «урожайность – доза удобрений»	94
Рисунок 5.2.2. Зависимости «Урожайность – доза удобрений» при различной предполивной влажности	95

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 3.1.1. Водный баланс почвы, 2022 г.	120
Приложение 3.1.2. Водный баланс почвы, 2023 г.	121
Приложение 3.1.3. Водный баланс почвы, 2024 г.	122
Приложение 3.1.4. Среднесуточное суммарное испарение, м ³ /га	123
Приложение 3.2.1. Влияние густоты стояния, орошения и удобрений на динамику нитратов в почвенном слое 0-30 см, мг/кг, 2022г.	124
Приложение 3.2.2. Влияние густоты стояния, орошения и удобрений на динамику нитратов в почвенном слое 0-30 см, мг/кг, 2023г.	125
Приложение 3.2.3. Влияние густоты стояния, орошения и удобрений на динамику нитратов в почвенном слое 0-30 см, мг/кг, 2024г.	126
Приложение 3.2.4. Влияние густоты стояния, орошения и удобрений на динамику фосфатов в почве, мг/кг, 2022 г.	127
Приложение 3.2.5. Влияние густоты стояния, орошения и удобрений на динамику фосфатов в почве, мг/кг, 2022 г.	128
Приложение 3.2.6. Влияние густоты стояния, орошения и удобрений на динамику фосфатов в почве, мг/кг, 2022 г.	129
Приложение 3.2.7. Влияние густоты стояния, орошения и удобрений на динамику обменного калия в почвенном слое 0-30 см, мг/кг, 2022г.	130
Приложение 3.2.8. Влияние густоты стояния, орошения и удобрений на динамику обменного калия в почвенном слое 0-30 см, мг/кг, 2023г.	131
Приложение 3.2.9. Влияние густоты стояния, орошения и удобрений на динамику обменного калия в почвенном слое 0-30 см, мг/кг, 2024г.	132
Приложение 3.3.1. Влияние орошения, удобрений и густоты стояния на биометрические показатели роста и развития подсолнечника в 2022 году	133
Приложение 3.3.2. Влияние орошения, удобрений и густоты стояния на биометрические показатели роста и развития подсолнечника в 2023 году	134
Приложение 3.3.3. Влияние орошения, удобрений и густоты стояния на биометрические показатели роста и развития подсолнечника в 2024 году	135
Приложение 3.3.4. Влияние орошения, удобрений и густоты стояния на биометрические показатели роста и развития подсолнечника в 2022-2024 году	136

Приложение 3.3.5. Влияние орошения, удобрений и густоты стояния на биометрические показатели роста и развития подсолнечника в фазу массового цветения	137
Приложение 3.4.1. Влияние орошения, удобрений и густоты стояния на урожайность подсолнечника в 2022 г., гибрид Ароматик	138
Приложение 3.4.2. Влияние орошения, удобрений и густоты стояния на урожайность подсолнечника в 2023 г., гибрид Ароматик	139
Приложение 3.4.3. Влияние орошения, удобрений и густоты стояния на урожайность подсолнечника в 2024 г., гибрид Ароматик	140
Приложение 3.4.4. Влияние орошения, удобрений и густоты стояния на урожайность подсолнечника в 2022-2024 гг., гибрид Ароматик	141
Приложение 3.4.5. Влияние орошения, удобрений и густоты стояния растений на массу 1000 семян, г	142
Приложение 4.1.1. Влияние орошения, удобрений и густоты стояния на эффективность использования почвенной влаги и оросительной воды в 2022-2024 гг..	143
Приложение 4.3.1. Общие затраты средств на технологию возделывания подсолнечника	144
Приложение 4.4.1. Приход энергии урожаем и побочной продукцией	145
Приложение 4.4.2. Затраты энергии на технологию возделывания подсолнечника...	146

ВВЕДЕНИЕ

Подсолнечник возделывается на пяти континентах земного шара. По данным Ну, J. и Seiler, G. [8] в 2010 году посевные площади подсолнечника в 60 странах мира превысили 23 млн га. Подсолнечник относится к числу немногих сельскохозяйственных культур, отличающихся многообразием направлений использования. На ранних этапах возделывания подсолнечник применялся преимущественно как кормовое растение, позже получил распространение как ценная масличная и пищевая (кондитерская) культура, а также стал востребован в декоративном цветоводстве и садово-парковом хозяйстве.

В Молдове, на Украине и юге России подсолнечник является стратегической культурой. Его посевная площадь в мире постоянно увеличивается и в 2019 г. по данным Kleffmann Group, составила уже 26 млн га. Основные массивы подсолнечника (69%) сконцентрированы в 5 ведущих странах – в России 8,0 млн га, в Украине 6,2 млн га, в Аргентине, Румынии и Китае 4,8 млн га [57].

По данным 2019 года в лидерах по урожайности находится Сербия (3,0 т/га), потом идет Китай (2,6 т/га), незначительно обогнав Турцию (2,4 т/га). На четвертой позиции по урожайности находятся Украина и Молдова – 2,3 т/га, однако на юге Украины (Николаевская область) средняя урожайность подсолнечника на орошении доходила до 4 и более т/га [57].

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 Республике Молдова подсолнечник является главной масличной культурой, выращиваемой на площади более 300 тыс. га [149]. Его урожайность значительно варьирует по годам и в среднем составляет 1,5–1,9 т/га; на Украине — 1,7–1,9 т/га, тогда как в России она колеблется в пределах 1,2–1,5 т/га [25, 31, 139].

При орошении урожайность подсолнечника значительно выше – в Ростовской области, на юге Украины, Северном Кавказе составляет 2,5 - 3,6 т/га семян [19, 90], а в Молдове – 3,6 - 4,5 т/га [30, 31, 105].

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 сельскохозяйственного 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 [118].

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 [30]. Однако это далеко не так. Даже во влажный по обеспеченности осадками год оптимальное водопотребление некоторых сельскохозяйственных культур значительно превышает это значение. Таким образом, роль метеорологических условий нашего региона очень высока [105].

Актуальность и значимость темы исследований. В Юго-Восточных районах Республики Засушливый климат ограничивает реализацию потенциальной урожайности сельскохозяйственных культур, что приводит к снижению общей эффективности 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 урожайность 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 урожайность подсолнечника не изучено, хотя эффективность его применения на других культурах доказана [55].

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 [38]. Земледелие в таких условиях является и рискованным и малоэффективным. Для оптимизации водного режима почвы орошение является единственным способом, обеспечивающим не только высокую урожайность, 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 ожидаемом урожае.

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. 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 ожидаемых заданных уровнях 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:

Приемы технологии возделывания подсолнечника при капельном орошении, оказывающие существенное влияние на биометрические показатели роста и развития.

1. Влияние орошения, удобрений и густоты стояния растений на пищевой режим почвы.
2. Технологические приемы, улучшающие эффективность использования почвенной влаги и оросительной воды.
3. Оптимальное сочетание режима орошения, доз удобрений и густоты стояния растений, обеспечивающие урожайность подсолнечника на уровне 4-5 т/га.
4. Экономическая и энергетическая эффективность возделывания подсолнечника при капельном орошении.
5. Зависимости «Урожайность – режим орошения» и «Урожайность – удобрение», которые могут использоваться при ожидаемой 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.

Внедрение результатов исследований. Результаты исследований внедрены в хозяйствах ООО «Экспедиция Агро», ООО «Плантатор» Слободзейского района.

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 10 печатных работ, 2 статьи в рецензируемых журналах, 1 в международном журнале в Румынии, в т. ч. 2 статьи без соавторов.

Краткое содержание диссертации.

Глава 1. Обзор литературы.

В подразделе 1.1. говорится о том, что подсолнечник – высокоадаптивная культура с широким ареалом возделывания. Его биологические особенности, включая развитую корневую систему и способность использовать влагу из глубоких слоёв почвы, обуславливают относительную засухоустойчивость. Однако в разные фазы развития потребность во влаге резко изменяется, и именно критические периоды водопотребления определяют урожайность и качество семян.

В подразделе 1.2. приводятся данные, что эффективность выращивания подсолнечника во многом зависит от технологии возделывания. Существенное влияние оказывают предшественники, режим орошения, нормы удобрений и густота стояния растений. Исследования показывают, что оптимальная предполивная влажность должна

составлять 75–80% НВ, а оптимальное сочетание орошения и удобрений значительно снижает водопотребление на единицу продукции и повышает урожайность. При этом нормы удобрений и густота стояния варьируют в зависимости от гибрида и условий выращивания, обеспечивая урожайность в пределах 2,2–5,4 т/га.

Глава 2. Методика исследований

Подраздел 2.1. В подразделе описаны физико-химические свойства почвы и климатические условия стационара. Почва – чернозем типичный среднесиловый тяжелосуглинистый с низким содержанием гумуса в глубоких слоях и высоким содержанием карбонатов, что положительно влияет на структуру и водоудерживающие свойства. Среднесиловый температура активной вегетации составила 18 °С, а в годы исследований она была выше на 0,8–2,7 °С. По обеспеченности осадками годы исследований были разными: 2022 год – сухой (178 мм), 2023 – средне-сухой (266 мм), 2024 – средний (314 мм). Наиболее критическим по влаге был период с апреля по июль 2022 года. Эти данные подчеркивают необходимость орошения для нормального роста и развития подсолнечника в засушливые годы.

Подраздел 2.2. В подразделе описан объект и условия проведения исследований. Опыт проводился в девятипольном севообороте на черноземе типичном среднесиловом тяжелосуглинистом в трехкратной повторности. Изучалось влияние орошения, удобрений и густоты стояния растений на рост, развитие и продуктивность подсолнечника. Использовалась схема расщепленных блоков, что обеспечивало точное наложение факторов. Подробное описание почвы и условий опыта позволяет корректно интерпретировать полученные результаты и учитывать их при оценке влияния агротехнических мероприятий.

Подраздел 2.3. В подразделе приведены методы и показатели, используемые для оценки роста, развития и продуктивности подсолнечника. Основное внимание уделялось фенологическим наблюдениям, учету густоты стояния растений, влажности почвы, водного баланса, питательному режиму, площади листовой поверхности, урожайности, качеству семян, экономической и энергетической эффективности. Применялись точные измерительные и расчетные методы (термостатно-весовой метод, расчет поливов по модели Д.А. Штойко). Такой комплексный подход обеспечил всестороннюю оценку влияния орошения, удобрений и густоты стояния на продуктивность и эффективность возделывания подсолнечника.

Глава 3. Продуктивность подсолнечника в зависимости от орошения, удобрений и густоты стояния растений.

Подраздел 3.1. В подразделе показано, что орошение существенно повышает использование почвенной влаги подсолнечником и увеличивает суммарное испарение. Корневая система растений в основном использует влагу из верхнего 0–50 см слоя. Среднесуточное водопотребление зависит от фазы роста, предполивной влажности и густоты стояния посевов: максимальные значения приходятся на период формирования корзинки и цветения. Загущение посевов снижает расход воды и делает использование влаги более экономным. Поддержание оптимальной предполивной влажности (80–90% от НВ) обеспечивает лучший рост растений и более эффективное водопотребление.

Подраздел 3.2. В подразделе описываются изменения содержания основных питательных элементов (азот, фосфор, калий) в почве в зависимости от условий увлажнения, удобрений и густоты стояния растений. Наибольшие колебания наблюдались по азоту, меньше — по фосфору и калию. Загущение посевов и высокий уровень увлажнения снижали содержание питательных веществ в почве, тогда как внесение удобрений их повышало.

Подраздел 3.3. В подразделе рассматривается влияние изучаемых факторов на биометрические показатели подсолнечника в фазу цветения: высоту растений, диаметр корзинки и площадь листовой поверхности. Растения развивались лучше при благоприятных условиях влажности и питательного режима, что способствовало увеличению ассимиляционной поверхности и потенциальной урожайности. Загущение посевов увеличивало площадь листьев, что также положительно сказывалось на продуктивности.

Подраздел 3.4. В этом подразделе показана зависимость урожайности и масличности подсолнечника от условий возделывания в опытах. В годы с разной обеспеченностью осадками урожайность колебалась от 0,5 до 5,6 т/га. Многофакторные опыты позволили оценить не только влияние отдельных факторов, но и их совместное действие.

Установлена тесная взаимосвязь урожайности с площадью листовой поверхности и диаметром корзинки растений, что подтверждают высокие коэффициенты корреляции. Масличность семян гибрида «Ароматик» варьировала от 43,0 до 46,8% и была относительно стабильной, слегка повышаясь при благоприятных условиях возделывания.

Глава 4. Эффективность возделывания подсолнечника

Подраздел 4.1. В орошаемом земледелии урожайность подсолнечника напрямую зависит от эффективности использования почвенной влаги и оросительной воды. На орошаемых участках вода расходуется экономнее, коэффициент суммарного испарения

снижается, а эффективность орошения повышается. Внесение удобрений и увеличение густоты стояния растений так же способствовали более рациональному использованию воды и повышению продуктивности культуры.

Подраздел 4.2. В подразделе рассматривается эффективность использования удобрений. Показано, что их окупаемость продукцией зависит от орошения, дозы удобрений и густоты посева. На участках без орошения эффективность минимальна, а при орошении заметно возрастает. Наибольшая окупаемость достигается при малых дозах удобрений на фоне орошения с предполивной влажностью 80% от НВ и более густых посевах. Это позволяет получить максимальный прирост урожая на каждый килограмм внесённых удобрений.

Подраздел 4.3. В подразделе показана экономическая целесообразность возделывания подсолнечника исходя из затрат, чистого дохода и рентабельности. 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.

Подраздел 4.4. В подразделе рассматривается энергетическая эффективность возделывания подсолнечника с учетом прихода энергии урожаем и побочной продукцией, а также затрат энергии на удобрения, воду и механизацию. Показано, что повышение предполивной влажности и применение удобрений увеличивает приход энергии и уменьшает расход, что повышает коэффициент энергетической эффективности с 1,81 до 2,56. Наибольшая доля энергозатрат приходилась на орошение, особенно при низком уровне влажности. Эффект орошения на энергоэффективность оказался более значимым, чем эффект удобрений.

Глава 5. Зависимости урожайности подсолнечника от изучаемых факторов и их использование при программировании заданных уровней продуктивности культуры.

Подраздел 5.1. В подразделе показано, что урожайность подсолнечника имеет тесную взаимосвязь с режимом орошения, которая описывается уравнением полинома второго порядка и имеет высокий коэффициент 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.

Подраздел 5.2. В подразделе показано, что урожайность подсолнечника зависит от дозы удобрений, при этом оптимизация питания растений тесно связана с уровнем предполивной влажности. 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 $N_{120}P_{90}K_{90}+N_{45}$.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Биологические особенности подсолнечника

Подсолнечник выращивается более чем в 60 странах мира на площади свыше 23 млн гектаров, охватывая все пять континентов. Эта культура отличается исключительным разнообразием направлений использования. На начальных этапах возделывания подсолнечник применялся преимущественно как кормовое растение, позднее приобрёл значение важной масличной и пищевой (кондитерской) культуры, а со временем стал использоваться и в декоративных целях — в садоводстве и цветочной индустрии [8].

Родиной подсолнечника является северная Америка. Подсолнечник относится к числу наиболее изменчивых видов растений и распространён в широком диапазоне климатических условий — от жарких и засушливых районов юго-западных штатов США до холодных регионов восточной Канады. Под воздействием экстремальных почвенно-климатических факторов у него сформировалось уникальное сочетание географических, морфологических и экологических признаков. Одомашнивание подсолнечника началось около 4300 лет назад от дикорастущего вида *Helianthus annuus L.*, что подтверждается археологическими находками, обнаруженными на территории восточно-центральных районов США [14]. Кроме того, существует множество свидетельств, указывающих на наличие независимого центра одомашнивания подсолнечника на территории Мексики.

Подсолнечник – относительно засухоустойчивая культура. Она обладает хорошо развитой корневой системой, которая использует воду из большого объема почвы. Общий расход почвенной влаги за вегетационный период подсолнечника составляет 3900-5800 т/га, но из этого количества на формирование урожая расходуется только 1900-2400 т/га. Растения могут использовать влагу с 3 м глубины почвы, иссушая тем самым верхний 1,5 метровый слой почвы почти полностью.

На разных фазах роста и развития потребление воды растениями разное. Темп развития растений определяется степенью увлажнения почвы в период до появления всходов. При прорастании семенам подсолнечника необходимо 70-100% воды от их массы.

После всходов и до фазы образования корзинки растения используют влагу преимущественно из слоя почвы до 80 см, причем расход ее только за этот период равен приблизительно 25% от всего объема суммарного потребления, а в период от формирования корзинки и до полного цветения около 30%. Потребление влаги уменьшается только после цветения.

Следует отметить, что качество маслосемян во многом зависит от условий влагообеспеченности. Недостаток влаги снижает масличность семян [135].

1.2. Основные элементы технологии возделывания подсолнечника

Важным элементом технологии возделывания сортов и гибридов подсолнечника для получения высоких урожаев является выбор предшественника. По мнению многих ученых одним из лучших предшественников является озимая пшеница [22, 32, 152].

Потенциальные возможности культуры во многом не реализовываются из-за нарушения севооборотов. Нередко подсолнечник сеют по подсолнечнику, что категорически недопустимо [90]. По данным, полученным на Николаевской сельскохозяйственной опытной станции, при возвращении подсолнечника на прежнее поле севооборота через десять лет, количество заразики составляло 3 шт/м², через 7 лет – 37, 6-63, 4-85, 3-96 шт/м². Урожайность подсолнечника при этом снижалась с 2,4 до 1,3 т/га [32].

В опытах Подлесного С. и Бушнева А. урожайность изученных сортов подсолнечника, при размещении его по льну масличному (1,02-1,45 т/га), была намного выше, чем по предшественнику озимая пшеница (0,81-1,38 т/га) [27]. Наиболее эффективными предшественниками в Оренбургском Предуралье на черноземах типичных оказались кукуруза, яровая пшеница, ячмень [56]. На малогумусных черноземах лесостепной зоны Украины, Литвиновым Д. установлено, что средняя урожайность подсолнечника в двупольном севообороте составляла 2,88 т/га, а в пятипольном - 3,11 т/га. Падение урожайности объясняется ухудшением фитосанитарного состояния почвы [83].

По результатам исследований в сухостепной зоне на южных черноземных почвах Волгоградской области Сеферян В.С. установил, что для получения 2,56 т/га семян подсолнечника, его нужно высевать по черному пару, а Лукомец В.М., Пивень В.Т., и др. рекомендуют возделывать его в орошаемых севооборотах [91, 134].

В опытах Гришина В.А. на южных черноземах Волгоградской области установлено, что полевая всхожесть семян гибридов подсолнечника после разных предшественников была различной: озимая пшеница 80,3-92,1%, по черному пару 85,1-88,8%, по эспарцету 87,5-90,2%. Также он утверждает, что оптимальным сроком возврата подсолнечника в севооборот следует считать 5-6 год, а введение в севооборот сидерального пара (горчица) позволяет сократить этот срок [54].

1.2.1. Орошение

Один из древних агротехнических приемов, которые использовал человек в земледелии – орошение.

За последние полвека площадь обрабатываемых земель в мире выросла на 12%, тогда как площадь орошаемых угодий увеличилась в два раза. Из общей площади суши, составляющей 13,2 млрд га, около 12% (1,6 млрд га) в настоящее время занято под растениеводство [2].

Темпы расширения орошаемых земель, которые в 1960–1970-х годах превышали 2% ежегодно, значительно сократились. Это обусловлено рядом факторов: продолжительным периодом стабильного продовольственного обеспечения и снижением цен на продукты питания (до 2007 года), уменьшением темпов роста населения и возрастанием приоритета инвестиций в другие отрасли. Дополнительно рост затрат на обслуживание оросительных систем, сопровождающийся их низкой рентабельностью, а также опасения по поводу возможных социальных и экологических последствий способствовали снижению интереса к расширению площадей орошения [2].

Согласно прогнозам, к 2050 году площадь земель, оборудованных оросительными системами, возрастёт на 6%. При этом объём водозабора для орошения увеличится примерно на 10%. Ожидается также рост производства продовольственных культур на орошаемых территориях на 38%, что будет обусловлено повышением интенсивности земледелия и увеличением продуктивности сельскохозяйственных культур [12]. В целом существует значительный потенциал для повышения эффективности использования земельных и водных ресурсов за счёт совершенствования и моделирования систем и методов орошения [2].

Системы капельного орошения очень эффективно используют воду, направляя воду с частыми интервалами в зону вблизи корневой системы. При правильном применении технологии капельного орошения уменьшаются потери воды, улучшается питание растений, сокращаются затраты труда [2].

Эти технологии могут также уменьшить потери воды при транспортировке, сокращают просачивание и бесполезное испарение. Эффективность можно увеличить еще больше, контролируя микроклимат, в котором выращиваются растения [2].

Изменение климата может нанести непоправимый ущерб базе природных ресурсов от чего зависит сельское хозяйство, и вообще отрицательно влияет на производительность сельского хозяйства. Нехватка воды и сроки ее доступности будут все больше ограничивать производства, и будет крайне важно по-новому взглянуть на использование воды [10].

Подсолнечник очень требователен к теплу и влаге. Минимальная температура прорастания семян 5°C. Всходы переносят поздние короткие заморозки до -5°C. При

недостатке влаги снижается площадь поверхности листьев и число цветков в корзинке, в результате чего уменьшается урожайность [142].

Ученые Лифаненкова Т.П. и Бижоев Р.В. (2016) считают, что подсолнечник как культура засухоустойчивая может формировать урожай даже при ГТК 0,5. Многие исследователи считают, что оптимальные условия наступают при предполивной влажности не ниже 75-80 % от наименьшей влагоемкости. При выращивании подсолнечника при орошении правильное определение нижней границы оптимальной влажности почвы очень важно, так как при ней фиксируется необходимый запас продуктивной влаги [85].

Как уже отмечалось, несмотря на то, что подсолнечник засухоустойчивое растение оно положительно реагирует на орошение, особенно в регионах, где осадки выпадают неравномерно и носят ливневый характер. К таким регионам, несомненно, можно отнести и Молдову, в которой отдельные декады с количеством осадков равным 50-100 мм могут чередоваться с 5-7 декадами без осадков.

До недавнего времени считалось, что подсолнечник не нуждается в орошении, однако в последних 2-3 десятилетиях ситуация изменилась и связано это не только с особенностями культуры, но и потеплением климата. Все чаще можно встретить научные разработки, в которых урожайность подсолнечника при орошении значительно выше, чем на богаре. К примеру, в засушливой зоне Поволжья при орошении получали урожайность 2,77-3,17 т/га (без орошения 0,71-1,04 т/га), в хозяйствах Краснодарского края – 3,1-3,59 т/га, в Николаевской области Украины – 2,35- 2,87 т/га. Такая же урожайность была получена при применении капельного орошения в хозяйствах Херсонской области [20].

Рядом авторов установлено, что поддержание с помощью капельного орошения предполивного уровня влажности почвы не ниже 80% от НВ обеспечивает получение урожайности в 5,8 т/га семян подсолнечника. При этом коэффициент водопотребления, в годы исследований, варьировал от 581 до 783 м³/т [67, 82].

Многие авторы отмечают, что при поливе дождеванием в зависимости от типов почв, погодных условий и предполивной влажности для поддержания оптимального уровня увлажнения почвы подсолнечник следует поливать от двух до пяти раз с поливными нормами 500-700 м³/га. В Дагестане при капельном же способе орошения количество поливов возрастает и зависит от интенсивности водообеспечения растений. Для поддержания предполивного порога влажности почвы на уровне 60% от НВ в течение вегетации, в зависимости от слоя увлажнения (связанного с фазой развития растений) потребовалось проведение 6-7 поливов поливной нормой 176 и 435 м³/га; на уровне 70%

от НВ – 8-9 поливов поливной нормой 134 и 325 м³/га и на уровне 80% от НВ – 12-13 поливов нормой 88 и 220 м³/га [81].

Дробилко А.Д., Дробилко Ю.А. и др. для орошаемой зоны Ростовской области рекомендуют проведение поливов при предполивной влажности в слое почвы 0-60 см на уровне 60-70 или 70-80% от НВ, с внесением минеральных удобрений N₃₀₋₆₀P₆₀K₆₀ кг д.в./га [60], а Бессмольная Е.Н. для черноземной степи Поволжья рекомендует предполивную влажность поддерживать не ниже 80% от НВ, получая при этом урожайность не ниже 2,2 т/га [19].

Уровень предполивной влажности тесно связан с водопотреблением. Так в опытах Е.Н. Бессмольной при поддержании предполивной влажности почвы не ниже 80% от НВ суммарное водопотребление оказалось максимальным. Снижение предполивной влажности до 55% от НВ уменьшает потери поливной воды на инфильтрацию на 1400 м³/га, при недоборе урожайности в 10,7% [19].

Лифаненкова Т.П. и Бижоев Р.В. установили, что в Кабардино-Балкарии на черноземах в варианте без орошения суммарное водопотребление составило 1532 м³/га, а в орошаемых условиях оно варьировало по годам от 1805 до 2258 м³/га [85]. В условиях центральной Левобережной микрозоны Саратовской области при проведении поливов с поддержанием влажности почвы на уровне 80-85% от НВ в слое 0-100 см суммарное водопотребление составило 3926 м³/га с урожайностью подсолнечника при орошении 2,8-3,2 т/га, а без орошения 0,4-0,6 т/га [120]. Примерно такое же водопотребление было на орошаемых обыкновенных черноземах Ростовской области. Снижение оросительной нормы на 20 и 40% уменьшало суммарное водопотребление в среднем на 3,4 и 9,9% [117].

Исследованиями Караевой Л.Ю., Курбанова С.А. и др. в условиях сухостепной зоны равнинного Дагестана на капельном орошении установлено, что оросительная вода играет самую существенную роль в суммарном водопотреблении. На ее долю приходится 64-69% от общего водопотребления [67].

Водопотребление подсолнечника зависит не только от уровня предполивной влажности и региона его возделывания, но и от сорта. В зоне южных черноземов Поволжья суммарное водопотребление из слоя 0-150 см, при выращивании ультраскороспелых сортов составила 3300 м³/га, у скороспелых – 3560 и у раннеспелых – 3750 м³/га [61].

Очень важным показателем в орошаемом и в богарном земледелии является коэффициент водопотребления, показывающий, сколько культура тратит воды для

формирования единицы продукции. Этот показатель, как и водопотребление, зависит от многих факторов, но в первую очередь от орошения и удобрений [136].

В неорошаемом севообороте без внесения удобрений на черноземах Кабардино-Балкарии коэффициент водопотребления составил 2490 м³/т, при внесении удобрений 1265-1430 м³/т. В условиях орошения он был намного меньше: без удобрений в среднем 1745 м³/т, в варианте с удобрениями - 780-900 м³/т [85]. Аналогичные закономерности получены и в опытах Осипенко Д.А., где без орошения коэффициент водопотребления был максимальным (1529 м³/т), а при уменьшении поливных норм на 40% он снижался до 1377 м³/т [117]. Позже Кулыгин В.А., Ильинская И.Н. выявили, что применение интенсивного режима орошения обеспечивает повышение урожайности подсолнечника 1,99 раза по сравнению с урожайностью культуры, выращиваемой в богарных условиях [64].

На чернозёме обыкновенном Западного Предкавказья в двух изучаемых севооборотах наиболее высокий коэффициент водопотребления отмечен в варианте без удобрений - 1478-1626 м³/т. В вариантах с применением удобрений данный показатель был ниже на 6,9-19,6%, соответственно [123, 124]. В условиях сухостепной зоны на южных черноземах Волгоградской области, коэффициенты водопотребления при внесении удобрений уменьшались еще больше – от 2016-2390 м³/т до 1472-1892 м³/т [134].

В опытах Желудкова В.Г. установлены зависимости коэффициента водопотребления при внесении минеральных удобрений от скороспелости сортов подсолнечника – у ультраскороспелых сортов он снижался на 20-40%, скороспелых – на 16-25% и раннеспелых – на 25-40% [61].

Не маловажное значение для величины коэффициента водопотребления имеет и густота растений. Так на черноземах типичных Оренбургского Предуралья оптимизация норм высева (60-70 тыс. раст./га) подсолнечника способствовала повышению урожайности и снижению коэффициента водопотребления с 1757 до 1568 м³/т [56].

В условиях центральной Левобережной микрзоны Саратовской области минимальный коэффициент водопотребления установлен на варианте с предполивной влажностью почвы 70-75% от НВ – 1364 м³/т при густоте 60 тыс. раст./га. С уменьшением густоты до 40 тыс. раст./га он возрастает до 1961 м³/т [120]. Это свидетельствует о том, что при меньшей густоте стояния растений уменьшается степень затенения почвы, что приводит к росту физического испарения.

В засушливых условиях Дагестана Мусаев М.Р., Курамагомедов А.У., Магомедова Д.С., Сулейманов П.А. определили оптимальный коэффициент водопотребления – 2311 м³/т [111].

Эффективность орошения оценивается по коэффициенту, показывающему, сколько дополнительной продукции получают от каждого кубического метра оросительной воды.

В опытах, проведенных Лифаненковой Т.П., Бижоевым Р.В. в Кабардино-Балкарии на неудобренных черноземах была получена самая низкая окупаемость воды ($0,4 \text{ кг/м}^3$), при использовании удобрений она увеличилась в 3,2-4,0 раза и составила 1,3-1,6 кг/м^3 [85].

1.2.2. Удобрение

В современном сельскохозяйственном производстве следует учитывать и тот факт, что орошение без регулирования пищевого режима не может раскрыть свои потенциальные возможности. В опытах, проведенных Лифаненковой Т.П., Бижоевым Р.В. в Кабардино-Балкарии на черноземах обыкновенных карбонатных выявлено, что применение минеральных удобрений в дозе $\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{30}$ кг д.в./га на участках без орошения повышало урожайность подсолнечника в 1,3-2,1 раза, а внесение 20 т/га навоза + $\text{N}_{45}\text{P}_{60}\text{K}_{30}$ – в 1,4-2,3 раза. В варианте без удобрений поддержание оптимальной влажности почвы не ниже 75-80% от НВ увеличивало урожайность подсолнечника на 61-114%. Применение минеральных удобрений в дозе $\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{30}$ кг д.в./га на фоне орошения повышало урожайность в 2,6-4,4 и 2,8-4,8 раз по сравнению с вариантом без удобрений и без орошения. В варианте с внесением навоза совместно с минеральными удобрениями урожайность возрастала соответственно в 2,9-4,9 и 3,2-5,3 раза [85].

Для получения урожая семян подсолнечника на уровне 3,5-4,0 т/га на орошаемых обыкновенных черноземах Ростовской области необходимо вносить по $\text{N}_{90}\text{P}_{100}$ или $\text{N}_{120}\text{P}_{200}\text{K}_{90}$ кг д.в./га [117].

В Краснодаре на черноземе, выщелоченном Тишков Н.М. и Пихтярев Р.В. в ходе исследований отметили, что урожайность гибридов и сортов подсолнечника увеличивалась в сравнении с контролем от применения некорневой подкормки и инкрустации семян на 0,13-0,16 т/га, при $\text{N}_{30}\text{P}_{30}$ кг д.в./га при посеве – на 0,27 т/га и от сочетания $\text{N}_{30}\text{P}_{90}$ с инкрустацией семян и некорневой подкормки растений на 0,35-0,36 т/га [146].

В условиях южной части Воронежской области Соболева Е.А. и Лукин А.Л. установили, что самая высокая урожайность была получена при внесении $\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{60}$ кг д.в./га [137].

В зоне южных черноземов Волгоградской области Пинашкин Н.Н. считает, что для оптимизации минерального питания растений подсолнечника следует вносить азотные и

фосфорные удобрения в дозах $N_{60}P_{30}$. В тех же условиях Гришин В.А. рекомендует вносить $N_{30}P_{40}$ кг д.в./га [54, 122].

На выщелоченных чернозёмах Западного Предкавказья Ветер В.И. установлено, что применение локальных доз удобрений $N_{20}P_{30}$ способствовало увеличению урожайности подсолнечника на 8,5–13,7% по сравнению с контролем без удобрений. Это подтверждает высокую отдачу даже небольших количеств минеральных удобрений при их целенаправленном использовании. При строгом соблюдении технологии выращивания подсолнечника в севообороте урожайность в 3,0-3,2 т/га можно достичь при внесении $N_{20}P_{30}$ кг д.в./га. Полученные результаты подчёркивают важность грамотного регулирования минерального питания в сочетании с другими элементами технологии возделывания [33, 124].

В методических рекомендациях Российской Федерации следует выделить, что ряд авторов Занилов А.Х. и Шилова Е.П. утверждают, что на черноземе, выщелоченном Кубанского ГАУ максимальную урожайность культуры подсолнечника 2,73 т/га обеспечила органоминеральная система удобрений в дозах $N_{60}P_{60}$ + последствие 60 т/га навоза [63].

На светло-каштановых почвах в засушливой зоне Северного Кавказа Гончаров А.А. выявил, что от применения $N_{40}P_{60}$ кг д.в./га урожайность сортов и гибридов повышалась на 0,12-0,14 т/га, а от $N_{20}P_{30}$ – на 0,21-0,25 т/га по сравнению с контролем [42].

Для получения урожайности подсолнечника равной 3,5-3,9 т/га на обыкновенном черноземе северной зоны Краснодарского края Загорулько А.В., Квашин А.А., Лучинский С.И., Чумачев В.Я., Баршадская С.И., Романенико А.А. и др. считают оптимальной дозу удобрений $N_{40}P_{60}$. Паньков Ю.И. считает, что в Ставропольском крае при содержании в черноземе обыкновенном подвижного фосфора более 20 мг/кг почвы, подсолнечник необходимо выращивать при нулевой обработке почвы без внесения минеральных удобрений. При содержании фосфора в почве менее 20 мг/кг, его следует возделывать по этой же технологии с внесением дозы минеральных удобрений $N_{32}P_{32}K_{32}$ [18, 62, 70, 92, 119].

В Польше, вероятно на почвах с очень низким содержанием калия, рекомендовали под подсолнечник вносить $N_{60} P_{40-60} K_{150-180}$ [155]. Ряд авторов считают дозу удобрений $N_{30}P_{30}$ при посеве наиболее эффективной, т.к. она не уступает по эффекту $N_{60}P_{60}$, которая вносится под основную обработку почвы с осени [40]. На обыкновенных и выщелоченных черноземах юга России установлено, что внесение $N_{60}P_{60}$ под предпосевную культивацию не выгодно, т.к. не способствует увеличению урожайности подсолнечника, а применение

удобрений при посеве локально, нормой $N_{30}P_{30}$ и $N_{60}P_{60}$ способствует увеличению урожайности в среднем на 0,15-0,30 т/га при показателе в контроле 2,77 т/га [89, 138].

Необходимо сказать, что в России рекомендуемые дозы удобрений под подсолнечник не являются высокими: Глущенко М.А. [41] на южных черноземах рекомендует вносить $N_{20}P_{20}K_{20}$, Бولدисов Е.А. [23] на выщелоченных черноземах Краснодарского края и Вислобокова Л.Н., Иванова О.М. и др. [34] для типичных черноземов Тамбовской области, а так же Пересадько М.С. [121] для восточной части лесостепи Украины рекомендуют $N_{30}P_{30}K_{30}$, Орешкин А.Ю. [116] на южных черноземах Волгоградской области предлагает вносить по $N_{60}P_{60}K_{60}$ кг д.в./га, Квасов А.Ю. [69] для условий Центрально-Черноземной зоны (Воронеж) на выщелоченных черноземах предлагает под зябь внесение минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{90}K_{90}$, а Кагермазова А.Ч. [65] и Кагермазова А.Ч., Иванова З.А. и др. [66] для Предгорной зоны Кабардино-Балкарии считает, что на выщелоченных черноземах доза $(NPK)_{60-90}$ или $N_{30}P_{45}K_{45}+N_{30}$ являются оптимальными для получения урожайности 2,2-2,5 т/га.

Более высокие дозы $N_{120}P_{60}K_{60}$ для Рязанской области рекомендованы Макаровой М.П., Виноградовым Д.В. и $N_{150}P_{60}K_{60}$ Козловой И.Н., Луповой Е.И. и др. [74, 94].

Колобова М.О. и Бородычев В.В. считают, что в рисовых севооборотах республики Калмыкия возделывать подсолнечник лучше в ранние сроки (посев 25 апреля) с внесением дозы удобрений $N_{65}P_{70}K_{30}$, обеспечивающей в среднем за годы исследований 1,74 т/га семян [75].

Много исследователей под подсолнечник рекомендуют только азотно-фосфорные удобрения. К примеру, Никишков А.В. и Дуалеталиева Ш.Р. в условиях Актюбинской области получали по 1,17-1,18 т/га при внесении удобрений в дозе $N_{30}P_{40-60}$, Султанов Э.А. на каштановых почвах Волгоградской области при $N_{30}P_{40}$, а Агафонов Е.В., Мажуга Г.Е. и др. пишут, что применение удобрений в дозе $N_{40}P_{50}$ на черноземе обыкновенном центральной зоны Ростовской области дало около 25% прибавки урожайности [15, 113].

В зоне южных черноземов Поволжья при выращивании ультраскороспелых и скороспелых сортов и гибридов Желудков В.Г. (2006) предлагает вносить минеральные удобрения в дозе $N_{40}P_{30}$, а для раннеспелых сортов и гибридов - $N_{60}P_{30}$. Хвостиков Ю.А. предложил учитывать исходное содержание в почве азота и подвижного фосфора и, если его меньше 28-30 мг/кг вносить по $N_{90}P_{90}$ кг д.в./га минеральных удобрений [61, 151].

Выше приведенные данные свидетельствуют о большой разбежке в рекомендуемых для подсолнечника дозах удобрений. Не меньшими оказались и различия по выносу питательных веществ основной и побочной продукцией на одну тонну семян и на единицу

площади (табл. 1.2.2). На формирование 1 т семян азота необходимо было от 40 до 206 кг, фосфора – 15-105 и калия – 70-150 кг. По выносу элементов питания с единицы площади колебания были еще существеннее – по азоту от 118 до 206 кг/га, по фосфору – 36-105 и по калию – 0-403 кг/га, при чем, чем севернее и восточнее были получены данные, тем они были выше.

Таблица 1.2.2.1. Вынос питательных веществ основной и побочной продукцией на формирование тонны семян подсолнечника и вынос с 1га

Почва, страна, область	Вынос на 1 т семян, кг			Литература
	Н	Р	К	
Чернозем выщелоченный Центрального Предкавказья	42-45	25-26	5-101	[68]
Чернозем типичный, Краснодарский край	50-57	20-21	6-98	[145]
Черноземы степного Поволжья	41-46	8-20	0-80	[61]
Степная зона Украины	58-62	5-27	83-189	[73]
Украина	40-55	5-25	0-150	[59]
Чернозем обыкновенный Западного Предкавказья	135-206	57-105	270-403	[124]
Киевская обл., Украина	141	60	75	[84]
Черноземы Молдовы	118	36	16	[1]

1.2.3. Густота растений

Для получения максимальных урожаев различных сортов и гибридов подсолнечника большое значение имеет соблюдение густоты стояния растений, так как они по-разному реагируют на условия выращивания.

Исследования по изучению густоты посевов подсолнечника проводились в различных регионах России, Украины, Молдовы.

На темно-каштановых почвах сухостепной зоны Нижнего Поволжья Астаховым А.А. установлено, что для сорта Фотон оптимальной является густота растений 40 тыс./га, а для сортов Мирный и ВНИИМК 8883 – 50 тыс./га. На обыкновенных черноземах наибольшую урожайность дал сорт СПК (кондитерский) – при густоте 20 тыс. раст./га. и гибрид Донской 342 при густоте 40 тыс. раст./га [17]. Для этой же зоны, но на южных черноземах Сеферян В.С. выявил, что более продуктивными оказались гибриды Андора (NSH-630) и Кубанский 930 при норме высева 62 тыс. раст./га [134]. Чапрасов И.Н. предлагает для выращивания сорта Саратовский 85 применять норму высева 55 тыс. раст./га., а для гибрида Кубанский 480 – 60 тыс. раст./га [152].

В условия Актюбинской области Западного Казахстана на темно-каштановых почвах посев подсолнечника сорта СПК, проводимый в I-II декадах мая с нормой высева 30 тыс. раст./га давал 1-1,2 т/га семян. Ультраскороспелый сорт Жайна наибольшую урожайность показал при посеве в I декаде мая с нормой высева 40 тыс. раст./га [113].

Лошкомойников И.А., Пузиков А.Н., Суворова Ю.Н. рекомендуют на черноземах обыкновенных тяжелосуглинистых Западной Сибири обеспечивать густоту стояния растений сортов Иртыш (3,54 т/га) и Баловень (4,20 т/га) не более 70 тыс. раст./га с шириной междурядий не менее 47 см, а при выращивании кондитерского подсолнечника густоту нужно уменьшить до 20-30 тыс. раст./га [86, 126].

В Оренбургском Предуралье на черноземах типичных Давлятовым И.Я. установлено, что оптимальной для гибридов Принтасол и Вейделевский 11 является норма высева 60-70 тыс. раст./га [56].

Ветер В.И. и Тишков Н.М. сообщают, что густота стояния растений подсолнечника зависит и от скороспелости сорта или гибрида и должна равняться для раннеспелых гибридов Кубанский 930, Кубанский 931 и среднеспелого сорта Мастер 40-50 тыс. раст./га, а для ультрараннего сорта СУР – 60-70 тыс. раст./га [33, 143].

При изучении отзывчивости гибридов подсолнечника Факел, Альянс Трио, Арсенал, Легион, Кубанский 930 на густоту стояния растений на черноземах Краснодарского края Тишков Н.М. и Дряхлов А.А. Тильба В.А. и др. установили, что урожайность гибридов возрастает с увеличением густоты стояния растений до 60 тыс. раст./га (в среднем до 3,50 т/га), а для сортов крупноплодного подсолнечника СПК, Лакомка, Орешек, Джинн, Белочка, Крупняк максимальная урожайность (3,62-3,65 т/га) достигнута при густоте стояния 40-50 тыс. раст./га [144, 147].

В поисках путей повышения урожайности семян подсолнечника значение имеют сроки посева. При его выращивании в условиях Рязанской области наибольшая урожайность (2,46 – 3,29 т/га) была получена при посеве гибридов в третьей декаде мая при густоте посева 60 тыс. всхожих семян на 1 га [93]. При посеве 10 апреля с густотой стояния 50 тыс. раст./га на черноземах Краснодарского края получена урожайность 1,33-3,12 т/га [154].

Исследованиями, проведенными в условиях неустойчивого увлажнения Краснодарского края выявлено, что максимальная урожайность достигнута у гибрида Альянс Трио (2,87 т/га) на чернозёме выщелоченном при норме высева 60 тыс. раст./га, а на чернозёме обыкновенном (3,13 т/га) – 40 тыс. раст./га [26, 89].

Подлесный С.П., Бушнев А.С., Цику Д.М. установили, что норма высева влияет не только на урожайность, но и на массу 1000 семян [125].

Исследования, проведенные Большисовым Е.А. и Бушневым А.С. в различных почвенно-климатических условиях России показали, что при норме высева гибридов, равной 60 и 80 тыс. раст./га наблюдается максимальная реализация их потенциала [23, 24].

При изучении отзывчивости гибридов подсолнечника российской, французской и американской селекции на густоту стояния растений установлено, что оптимальной является густота в 50 тыс. раст./га, которая обеспечивала самую высокую урожайность – 3,0-3,4 т/га [72].

Опытами Медведева Г.А., Екатериничева Н.Г, и др [106], Курбанова С.А., Магомедова Д.С. и др. [74, 81] установлено, что при орошении густоту стояния растений подсолнечника можно увеличить до 60 тыс. раст./га.

В Ростовской области Луданова Е.В., Малай Н.Ф. и др. определили, что в посевах подсолнечника с увеличением количества растений на единицу площади урожайность сортов и гибридов, масса 1000 семян и сбор масла с гектара снижались [87]. Исследованиями, проведенными в условиях восточной части Лесостепи Украины выявлено, что наиболее высокую урожайность подсолнечника (2,64-2,81 т/га) получили при норме высева 50 тыс. раст./га [121]. По данным Шаповаловой Н. для Польши оптимальной считается густота стояния подсолнечника равная 50-60 тыс. раст./га [155].

В исследования Коноваленко С.А. на обыкновенных черноземах Волгоградской области оптимальная густота стояния растений у сорта Казачий и гибрида Донской 342 - 40 тыс./га [78].

По данным Горшкова А.В. в условиях Воронежской области увеличение густоты стояния растений с 40 до 60 тыс./га уменьшает диаметр корзинки (на 3,8-9,4%), количество семян в корзинке (на 1,7-5,4%), масса семян с одной корзинки на (9,6-12,0%), и масса 1000 семян (на 7,5-15,9%) [43].

При возделывании ранних гибридов подсолнечника густоту их рекомендуют повышать на 10-15%, но не выше, чем до 55-60 тыс./га [141].

1.3. Выводы к 1 главе

1. Подсолнечник – универсальная культура, успешно возделываемая в различных климатических зонах благодаря своей высокой адаптивности и устойчивости к засухе. Хорошо развитая корневая система позволяет растению активно использовать влагу даже с глубины до 3 м, что особенно важно в условиях ограниченной влагообеспеченности. Однако оптимизация водного режима является критически важной для достижения высоких уровней урожайности и качества маслосемян, так как недостаток влаги снижает их масличность. Кроме того, правильный выбор предшественников и соблюдение севооборотов играют ключевую роль в сохранении продуктивности и предотвращении ухудшения фитосанитарного состояния почвы.

2. Орошение, будучи одним из древнейших агротехнических приемов, сегодня остается ключевым фактором повышения продуктивности сельскохозяйственных культур, в том числе и подсолнечника. За последние десятилетия наблюдалось удвоение площади орошаемых земель, что отражает растущую потребность в эффективном использовании водных ресурсов в условиях замедления прироста населения и изменения климата. Особое внимание уделяется внедрению современных систем, таких как капельное орошение, которые позволяют существенно снизить потери воды и обеспечить оптимальное водоснабжение корневой зоны. Несмотря на относительную засухоустойчивость, подсолнечник требует адекватного увлажнения для формирования полноценного урожая, а сочетание орошения с рациональным применением минеральных и органических удобрений позволяет значительно повысить урожайность. Таким образом, интеграция современных методов орошения с решениями в области питания растений представляет собой эффективный подход к устойчивому повышению продуктивности подсолнечника.

3. Оптимальная густота посадки подсолнечника зависит от множества факторов: сорта или гибрида, типа почвы, климатических условий, сроков посева и системы орошения. Исследования в различных регионах показывают, что для максимизации урожайности зачастую рекомендуемая плотность составляет от 40 до 60 тыс. растений на гектар. При этом для раннеспелых гибридов допускается увеличение густоты до 55–60 тыс. раст./га, а для сортов подсолнечника крупноплодного морфотипа зачастую оптимальны более низкие нормы (например, 20–40 тыс. раст./га). Повышение плотности может привести к уменьшению диаметра корзинки, количества и массы семян, что свидетельствует о необходимости сбалансированного подхода при выборе норм высева с учетом специфики каждого региона и агротехнических условий.

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, погоризонтно отобраны образцы, в которых были определены некоторые химические и физические свойства.

Характеристика почвы как объекта исследования

РАЗРЕЗ 1

Заложен 9 июня 2018 г. (рис. 2.1.1). Расположен на третьем поле земли Приднестровского НИИ сельского хозяйства в 500 м Восточнее распределителя электросетей (Суклейский участок).

Стационар лаборатории орошаемого земледелия.

Культура – кукуруза, состояние хорошее.

Глубина разреза 170 см.

Описание разреза № 1

A_{II} – 0-22 см, уплотнен, умеренно влажный, темноокрашенный, комковатый, пронизан корнями растений, вскипание от HCL не наблюдается, тяжелосуглинистый. Глазомерно содержание гумуса около 3%.

A – 22-38 см, уплотнен, слабо увлажнен, мелкозернистый, темно-коричневый, встречаются корни растений, кротовина 10x4 см заполненная материалом грязно-желтого цвета из нижележащих горизонтов, тяжелосуглинистый, слабокарбонатный, вскипает на глубине 37 см.

B_1 – 38-57 см, неоднородный по цвету, грязно-желтый, уплотнен, слабо увлажнен, кротовина 6x4 см, заполненная материалом из горизонта B_2 , слабо пронизан корнями растений, карбонатный, тяжелосуглинистый.

B_2 – 57-73 см, по цвету неоднородный, но светлее горизонта B_1 , уплотнен, комковато-зернисто-пылеватый, сильно карбонатный, тяжелосуглинистый.

BC – 73-87 см, неравномерный по цвету с преобладанием желтого оттенка, уплотнен, увлажненный, появляются первые скопления карбонатов в виде «белоглазки», сильно карбонатный, переходный горизонт в материнскую породу, наблюдается кротовина размером 15x4 см заполненная материалом из гумусного горизонта, тяжелосуглинистый.

C₁ – 87-122 см, цвет неравномерно желтый из-за присутствия больших скоплений «белоглазки», тяжелосуглинистый. Это материнская порода, но выделена в отдельный горизонт по признаку обилия карбонатных скоплений.

C₂ – 122-170 см, темно-желтый, однороден по цвету, увлажнен, сильно уплотнен, тяжелосуглинистый (возможно легкоглинистый). Это чистая материнская порода.

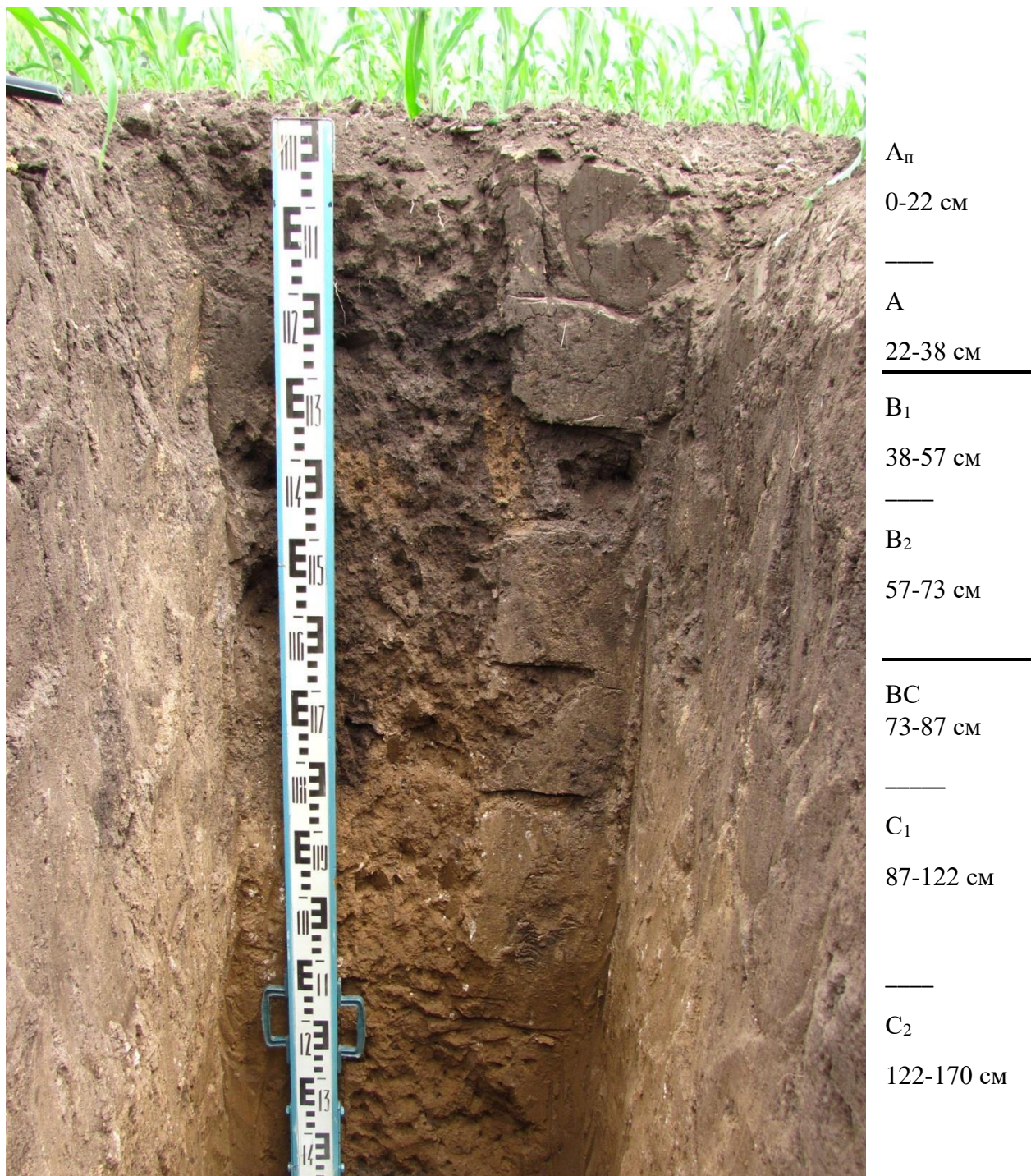


Рисунок 2.1.1. Почвенный разрез

Название почвы: Чернозем типичный малогумусный среднесильный тяжелосуглинистый

Почвы Юго-Восточной части Молдовы всегда испытывали сильную антропогенную нагрузку, но особенно она стала ощутимой в 60-е – 80-е годы, когда здесь применялись интенсивные по тому времени технологии возделывания сельскохозяйственных культур при орошении, внесении удобрений на уровне полной потребности, внедрении севооборотов с большим удельным весом овощных культур, крупных межхозяйственных садов. Все это и многое другое наложило свой отпечаток на плодородие почв региона.

Во времена Докучаева в наших черноземах содержалось 5-7% гумуса, а теперь его количество едва доходит до 3-4%. Мониторинг этого показателя показал, что за последние 50 лет запасы гумуса в метровом слое почвы чернозема типичного на пашне уменьшились примерно на 50 т/га. 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 [53] (табл. 2.1.1).

Таблица 2.1.1. Химические свойства почвы

Горизонт	Глубина, см	Гумус %	CaCO ₃	рН	Н.С.П., мг/кг	Поглощенный		NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
						Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺			
						Мг-экв/ 100 г почвы				
A _n	0-22	2,8	0,14	8,4	91	33,8	2,2	45	27	274
A	22-38	2,5	0,16	8,5	97	33,0	3,4	28	14	155
B ₁	38-57	2,1	3,32	8,7	14	31,0	4,2	21	14	129
B ₂	57-73	1,5	7,70	8,8	2	29,0	4,2	40	16	124
BC	73-87	0,8	15,76	9,0	1,3	23,4	4,6	19	14	78
C ₁	87-122	0,5	15,11	9,0	1,3	21,4	4,6	9	23	85
C ₂	122-170	0,5	11,23	9,0	0	21,0	4,2	12	20	92

В научной литературе встречаются данные о том, что орошаемое земледелие постоянно сопровождается эффектом повышения щелочности почвы. Уже спустя 20-30 мин после полива рН верхнего горизонта повышается на 0,4-1,0 единицу. В дальнейшем щелочность постепенно снижается и через 12-15 дней после полива достигает исходного уровня. Такой резкий скачок зачастую приводит к ожогу наиболее активной части корней, в результате чего нарушается поступление в растение питательных веществ и воды, дестабилизируется почвенный поглощающий комплекс. В связи с этим вызывает тревогу и опасение тот факт, что в нашем случае рН стал выше на 1,7-1,8 единиц и находится на этом уровне не только после поливов, но постоянно.

Основная часть почвенного поглощающего комплекса чернозема типичного приходится на долю поглощенных катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} . 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 – илестые и коллоидные.

В подтверждении этого мы видим, что количество водопрочных агрегатов размером 0,25-1 мм было значительно больше (табл. 2.1.2).

Таблица 2.1.2. Объемная масса и структура почвы

Горизонт и его мощность (см)	Объемная масса, г/см ³	Количество водопрочных агрегатов по Савинову, %	
		> 0,25 мм	> 1 мм
A _п 0-22	1,08	32	2
A 22-38	1,22	40	9
B ₁ 38-57	1,26	50	16
B ₂ 57-73	1,32	42	13
BC 73-87	1,37	45	12
C ₁ 87-122	1,39	44	11
C ₂ 122-170	1,43	43	10

Климатические условия в годы исследований

В последние годы в информационном пространстве очень много говорят и пишут о потеплении климата. Так в обобщающем отчете Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) за 2023 г. указано, что «мир уже не способен обеспечить предотвращение экстремальных климатических изменений: в XXI веке глобальное потепление превысит 1,5° и 2°» [3]. Это явление, конечно же, касается и нашего региона (рис.2.1.2) [100], где в среднем за последние четырнадцать лет среднесуточная температура воздуха увеличилась примерно на 0,8 °С.

При этом, естественно, изменяются условия роста и развития растений. В первую очередь это касается водообеспечения, дефицит которого с ростом температур увеличивается. Это очень важно учитывать, так как наша территория и без того находится в зоне с неустойчивым и недостаточным водообеспечением. Во многих прогнозах выделяются как положительные, так и негативные последствия глобального потепления [28, 164]. К положительным последствиям относят увеличение площади почв, пригодных для земледелия, рост продолжительности вегетационного периода, увеличение теплообеспеченности с.-х. культур, улучшение условий перезимовки озимых полевых культур. К отрицательным последствиям относится то, что одновременно с потеплением климат становится и более сухим, а значит, площади подверженные засухе резко возрастут.

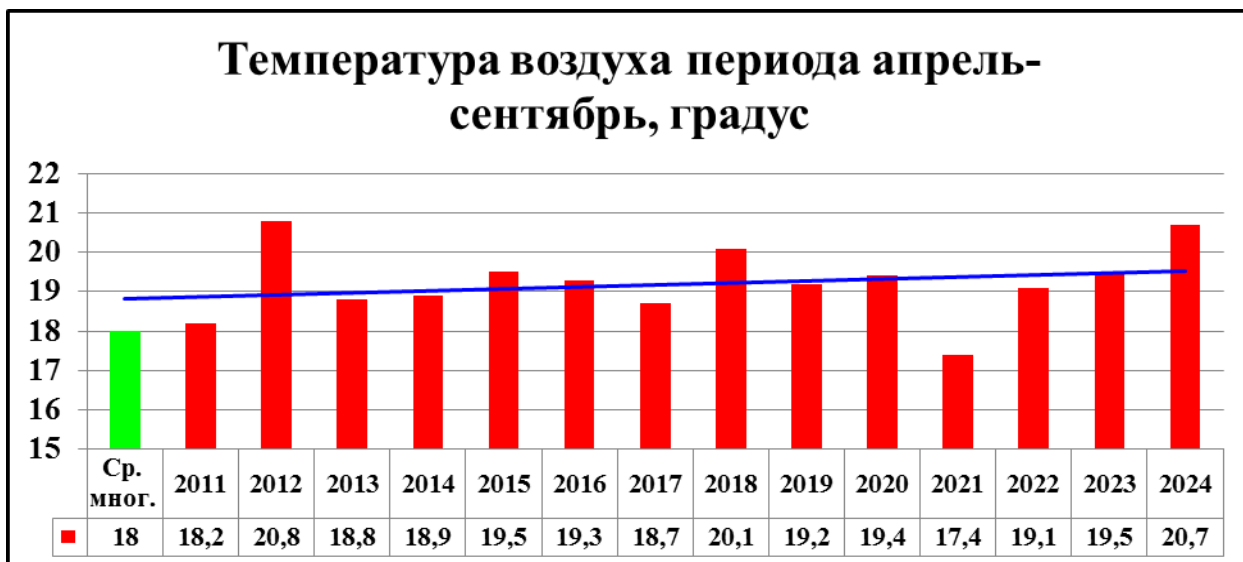


Рисунок 2.1.2. Тренд изменения температуры воздуха периода активной вегетации (апрель-сентябрь) за последние четырнадцать лет

По теплообеспеченности климат нашей территории, согласно классификации Кеппен Гейгера [71] характеризуется как «умеренно теплый климат», так как среднесуточная температура самого теплого месяца года равна 24,0 °С.

По данным Тираспольской метеорологической станции среднемноголетнее (за 78 лет наблюдений) значение среднесуточных температур периода активной вегетации сельскохозяйственных культур составляет 18°С. 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. 2.1.3).

Таблица 2.1.3. Среднедекадная температура воздуха за период вегетации в 2022-2024 гг.

Месяц	Декада	Средне-много-летняя	Среднедекадная температура воздуха, °С				Отклонение от среднемноголетней, °С			
			2022	2023	2024	Среднее	2022	2023	2024	Среднее
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
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

Продолжение таблицы 2.1.3.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
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. 2.1.4).

Таблица 2.1.4. 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	Среднее	2022	2023	2024	Среднее
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
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

Продолжение таблицы 2.1.4.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
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						

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 (рис. 2.1.3). Особенно критическим с точки зрения влагообеспечения был период с апреля по июль, когда за декаду выпадало от 0,3 до 11,4 мм осадков.

Более благоприятными условиями для развития подсолнечника были в 2023 и 2024 гг. В 2023 году в семи декадах выпадало больше осадков, чем по среднемноголетним данным, а в 2024 году – в восьми декадах. Однако и в эти годы были бездождные периоды, длившиеся по две-три декады (рис. 2.1.4 и 2.1.5) [99]. Особенно плохими были условия в середине лета 2024 года, которые пришлось на период цветения подсолнечника, отразившиеся в последствии на урожайности.

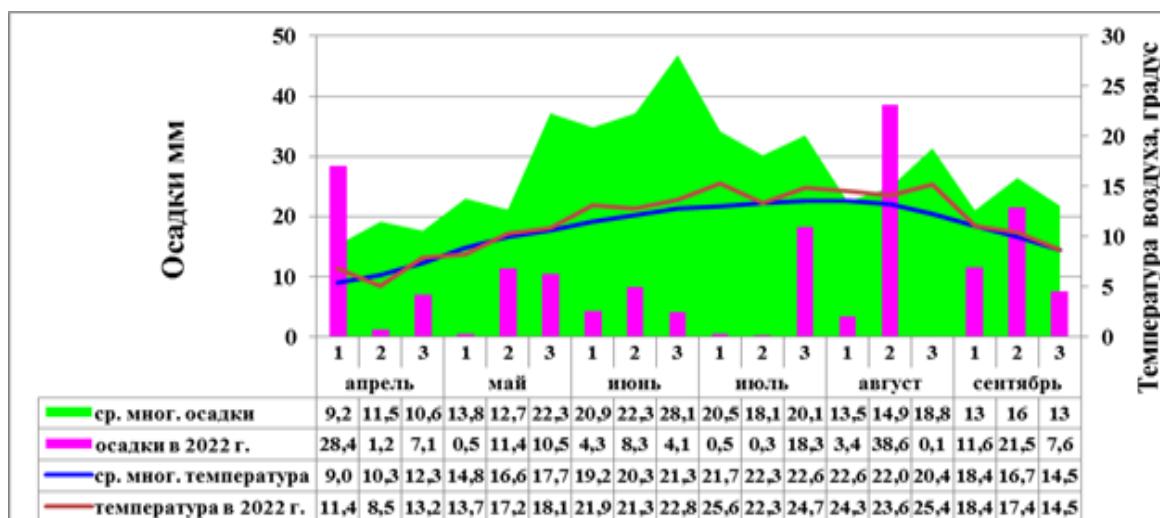


Рисунок 2.1.3. Среднедекадные осадки и температура воздуха, 2022г.

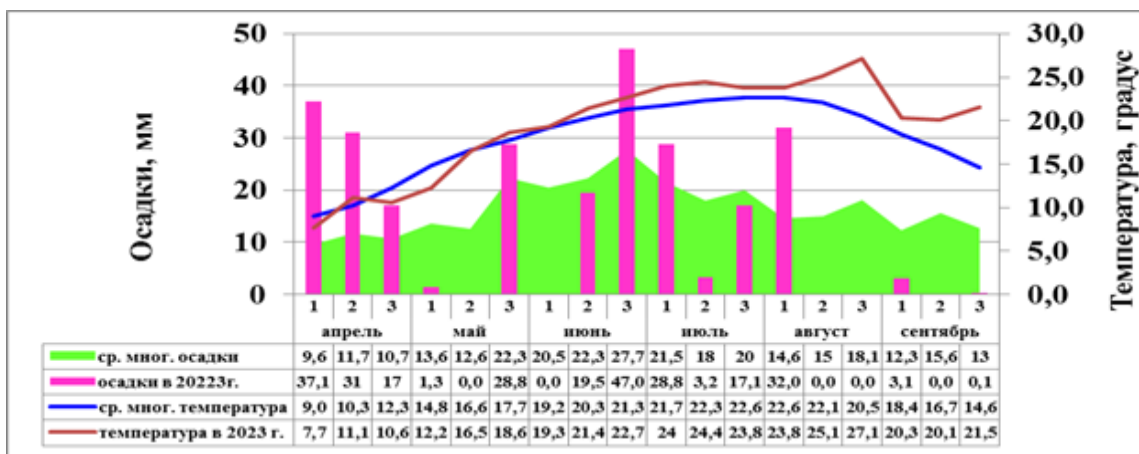


Рисунок 2.1.4. Среднедекадные осадки и температура воздуха, 2023г.

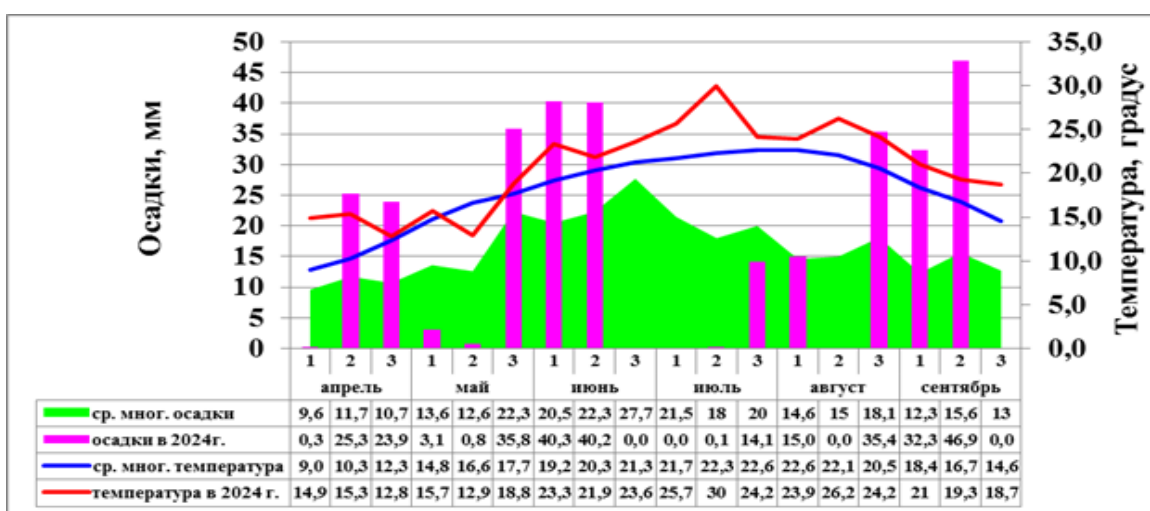


Рисунок 2.1.5. Среднедекадные осадки и температура воздуха, 2024г.

Следовательно, можно утверждать, что для нашего региона результаты данных исследований являются репрезентативными, так как были получены в годы с разной обеспеченностью осадками.

Повышение температур воздуха способствует увеличению физического испарения с поверхности почвы и транспирации растений, поэтому в этих условиях особый интерес представляет вопрос, позволяет ли естественное влагообеспечение раскрыть потенциал подсолнечника. С 2006 по 2018 годы весенние запасы продуктивной влаги были в пределах 130 – 166 мм, затем начинаются резкие спады, достигая минимума (42 мм) в 2020 году (рис. 2.1.6). Сельскохозяйственные производители считают, что урожайность в большинстве случаев зависит от весенних запасов продуктивной влаги в почве, однако в наших исследованиях это не подтвердилось, так как корреляция урожайности подсолнечника левобережных районов Днестра Республики Молдова с весенними запасами была слабой (коэффициент Пирсона $r = 0.145$) [9, 97, 105].

Вероятнее всего естественные запасы влагообеспеченности в почве в большей степени влияют на эффективность применения удобрений на ранних этапах, обеспечивая тем самым хороший старт для развития растений [97, 105].



Рисунок 2.1.6. Корреляция между весенними запасами продуктивной влаги с урожайностью подсолнечника (коэффициент Пирсона $r = 0.145$)

Добавив к весенним запасам продуктивной влаги количество осадков за апрель и май месяцы, увеличивая диапазон их колебаний до 131-289 мм, установили, что их корреляция с урожайностью возрасла до 0,298, оставаясь тем не менее слабой (рис. 2.1.7) [9, 105]. Это свидетельствует о том, что и такой запас продуктивной влажности является недостаточным [97].

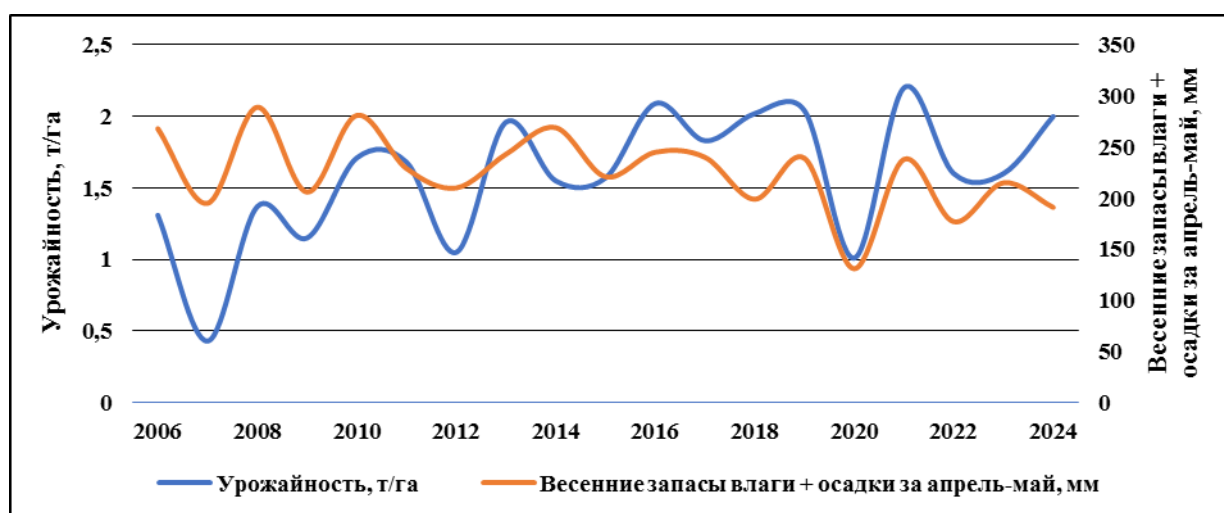


Рисунок 2.1.7. Корреляция между суммой весенних запасов продуктивной влагой и апрельско-майскими осадками с урожайностью подсолнечника (коэффициент Пирсона $r = 0.298$)

Средний уровень корреляции был достигнут только когда к весенним запасам влаги прибавили осадки за апрель-июль месяцы (рис. 2.1.8). Таким образом, было доказано, что фаза цветения (июнь-июль) является решающей для формирования урожая. Полученная зависимость с вероятностью $r = 0,505$ показывает, что урожайность, равную 2,2 т/га можно получить в том случае, когда сумма весенних запасов влаги и апрельско-июльских осадков будет выше 497 мм [9, 105].



Рисунок 2.1.8. Корреляция между суммой весенних запасов влаги и осадков за апрель-июль месяцы с урожайностью (коэффициент Пирсона $r = 0.505$)

Таким образом, проведенный анализ корреляции между урожаем подсолнечника и запасами естественной влагообеспеченности позволяет утверждать, что метеорологические условия нашего региона лимитируют урожайность подсолнечника на уровне 2,0-2,2 т/га, и, что единственным условием для ее повышения является орошение [9, 97, 105].

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) [98, 101]. Трехфакторный полевой опыт был размещен на четвертой террасе реки Днестр на Суклейских полях «НИИ сельского хозяйства» г.Тирасполь. Почва – чернозем типичный малогумусный среднесиловый 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 [104]. Схема поля предусматривает использование метода расщепленных блоков [58]. Повторность трехкратная.

Объект исследования: подсолнечник, гибрид Ароматик. Это среднеспелый гибрид компании Lidea умеренно-интенсивного типа, отличающийся высокой урожайностью, содержанием олеиновой кислоты 88–89% и масличностью до 50%. Предназначен для возделывания в условиях Степи, Лесостепи и Полесья. Характеризуется устойчивостью к заразице рас А–G и толерантностью к основным заболеваниям (фомопсис, склеротиниоз, ржавчина), что обеспечивает стабильность и рентабельность производства. Оптимальная густота к уборке в условиях недостаточного увлажнения составляет 50–55 тыс. растений на гектар [133].

Общая площадь под культурой при орошении $25,2 \times 97 = 2444 \text{ м}^2$, без орошения – $8,6 \text{ м} \times 97 \text{ м} = 834 \text{ м}^2$. Площадь орошаемого блока – $12,6 \text{ м} \times 97 \text{ м} = 1222 \text{ м}^2$, блока с удобрениями при орошении – $20 \text{ м} \times 25,2 \text{ м} = 504 \text{ м}^2$, а без орошения – $20 \text{ м} \times 8,6 = 172 \text{ м}^2$, площадь делянки с удобрениями при орошении – $20 \text{ м} \times 6,3 = 126 \text{ м}^2$, а без орошения – $20 \text{ м} \times 4,3 \text{ м} = 86 \text{ м}^2$. Учетная площадь делянки 10 м^2 . [101].

Принципиальная схема опыта состоит из следующих факторов и их градаций (рис. 2.2.1) [101]:

Фактор А. Орошение

1. Без орошения (контроль);
2. Поливы при 70% от НВ;
3. Поливы при 80% от НВ;
4. Поливы при 90% от НВ.

Фактор Б. Удобрение

- | | |
|---|---|
| 1. Без удобрений (контроль); | 3. 2 доза - $N_{90}P_{60}K_{60}+N_{30}$; |
| 2. 1 доза - $N_{60}P_{30}K_{30}+N_{15}$; | 4. 3 доза - $N_{120}P_{90}K_{90}+N_{45}$ |

Фактор С. Густота стояния

1. 57 тыс. раст./га
2. 86 тыс. раст./га

Внесение внекорневой подкормки проводили в фазу 3-5 настоящих листьев.

Степень тепловлагообеспеченности вегетационного периода подсолнечника определяли по гидротермическому коэффициенту Г.Т. Селянинова (ГТК) [132].

Результаты исследований обрабатывали статистически методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [58].

Поливы на изучаемых режимах орошения проводились при снижении влажности почвы в слое 0-50 см до 70, 80 и 90% от НВ. Сроки полива определялись по метеоданным Тираспольской АМС с использованием формул Штойко Д.А. [136, 161].

$$E_B = \sum t \left(0,1 \bar{t}_c - \frac{\bar{a}}{100} \right), (1)$$

$$E_B = \sum t \left[0,1 \bar{t}_c + \left(1 - \frac{\bar{a}}{100} \right) \right], (2) \text{ где}$$

E_B – суммарное испарение культурой за период, \bar{t} и \bar{a} – среднесуточные за период температура и влажности воздуха, $\sum t$ – сумма среднесуточных температур за период.

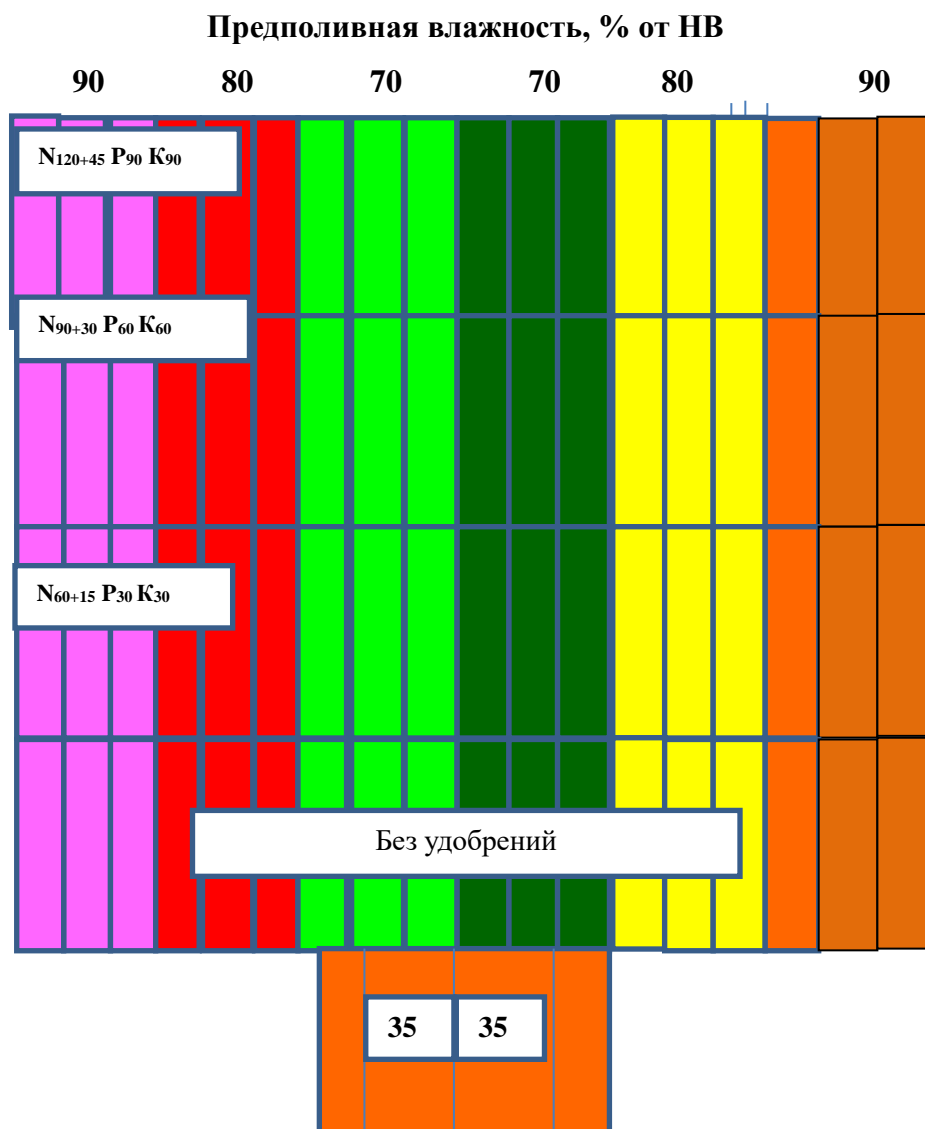


Рисунок 2.2.1. Схема поля

Поливную норму нетто (m_H) определяется по формуле:

$$m_H = (w_{НВ} - w_{ПП}) h \Delta 100, \text{ где}$$

$w_{НВ}$ и $w_{ПП}$ – наименьшая влагоемкость и оптимальная предполивная влажность почвы, % от массы сухой почвы; h – расчетный слой увлажнения, м; Δ – объемная масса расчетного слоя увлажнения, г/см³.

$$m_H = (25,3 - 20,2) \cdot 0,5 \cdot 1,19 \cdot 100 = 300 \text{ м}^3/\text{га}.$$

Удельный расход воды системой $Q = \frac{N \cdot q}{1000}$, где

Q – удельный расход воды системой, м³/ч;

N – количество капельниц на 1 га системы, шт;

q - средний расход воды одной капельницей, л/ч.

$$N = \frac{10000}{L \cdot b}, \text{ где}$$

L – расстояния между поливными трубопроводами, м;

b - расстояние между капельницами, м.

Время полива $t = \frac{m}{Q}$, где

t - время полива 1 га, ч;

Q – удельный расход воды системой, м³/ч;

m – поливная норма, м³/га.

Пример расчета при расстоянии между трубопроводами 1,4 м, между капельницами – 0,2 м и среднем расходе воды одной капельницей 2 л/ч:

$$N = \frac{10000}{1,4 \cdot 0,2} = \frac{10000}{0,28} = 35715 \text{ шт.}$$

$$Q = \frac{35715 \cdot 2,0}{1000} = \frac{35715}{1000} = 35,7 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$t = \frac{75}{35,7} = 2,1 \text{ ч или 2 часа 6 мин.}$$

Для орошения использовали воду из р. Днестр. В ходе проведения анализа в данных образцах воды выявлено повышенное содержание гидрокарбонат-Иона (НСО₃⁻). Вода имеет слабощелочную реакцию (рН – 7,33). По величине электропроводности (Ес – 0,5) и общей минерализации (сумма солей – 0,24) данная вода относится к классу – неминерализированная (табл. 2.2.1) и пригодна для полива всех сельскохозяйственных культур.

Таблица 2.2.1. Качество поливной воды

Показатель	Содержание, г/л	Требования к поливной воде 1 класса
Содержание анионов		
НСО ₃ ⁻	0,22	<0,24
Сl ⁻	0,23	<0,30
Содержание катионов		
Сумма Са ²⁺ и Mg ²⁺	0,18	<0,35
Na ⁺	0,05	<0,18
К ⁺	0,004	-
Плотный остаток	0,24	<1,2
рН	7,33	6-8
ЕС (мСм/см)	0,5	<0,5

Посев, механические обработки и защита растений проводилась по общепринятой технологии [21, 36, 140].

2.3. Наблюдения, анализы, учеты

1. Фенологические наблюдения [13];
2. Учет густоты стояния растений [109];
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 [107, 160];
4. Расчет сроков и количества поливов на изучаемых режимах орошения по уточненной модели Д.А.Штойко [162];
5. Определение величины суммарного испарения на всех вариантах орошения и без орошения (по периодам роста и развития и за вегетацию в целом) [153];
6. Определение среднесуточного водопотребления в зависимости от варианта [136];
7. Расчет составляющих статей водного баланса по всем вариантам орошения [136];
8. Измерение осадков на поле [79];
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) [48, 50];
10. Определение динамики площади листовой поверхности на всех вариантах опыта (Расчетные методы, основанные на измерении линейных параметров листа) [11];
11. Учет урожайности по всем вариантам орошения и удобрений и густоты стояния растений [108];
12. Расчет экономической и энергетической эффективности на всех вариантах [35, 96];
13. Определение качества поливной воды [44, 45, 46, 47, 49, 51, 52,].

2.4. Выводы к 2 главе

1. За период исследований (2022–2024 гг.) наблюдалась тенденция к повышению среднесуточных температур в период активной вегетации (апрель-сентябрь). Особенно сложным оказался 2024 год из-за сильной воздушной засухи, что подтверждает необходимость оптимизации водного режима для сельскохозяйственных культур.

2. 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.

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

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

3.1. Водный баланс почвы в зависимости от режимов орошения

Вода является обязательной составной частью каждого растения. Она участвует во всех биохимических процессах, способствует росту и развитию растений, так же, оказывает огромное влияние, как на плодородие почв, так и на урожайность растений.

Вот почему орошение – один из важнейших факторов повышения урожайности сельскохозяйственных культур, причем независимо от погодных условий. Основная его задача – восполнить дефицит почвенной влаги в зоне распространения основной массы корней при отсутствии существенных осадков.

Для сохранения продовольственной безопасности необходимо заботиться об улучшении технологии возделывания и повышении продуктивности сельскохозяйственных культур. Для этого необходимо, чтобы все факторы жизнедеятельности растений находились в оптимуме. Реальность же такова, что один из важнейших факторов – водообеспечение, далеко не оптимизирован. За период активной вегетации сельскохозяйственных культур (апрель – сентябрь) в нашем регионе в среднем за последние 75 лет выпадает около 299 мм осадков, что, казалось бы, достаточно для развития растений [30]. Однако это далеко не так. Даже во влажный по обеспеченности осадками год оптимальное водопотребление некоторых сельскохозяйственных культур значительно превышает это значение. Величина дефицита оптимального водопотребления колеблется от 430-1920 во влажный год до 2050-5450 м³/га в сухой год [38]. В таких условиях земледелие является не только рискованным, но и малоэффективным. Таким образом, роль метеорологических условий в современном земледелии нашего региона очень высока [105].

В условиях возрастающего дефицита качественной пресной воды, роста цен на энергоносители, ухудшения экологического состояния орошаемых земель актуальным становится разработка и внедрение ресурсо – и энергосберегающих экологически безопасных технологий. В орошаемом земледелии это реализуется путем внедрения технологий капельного орошения [131].

При капельном орошении оросительная норма в 1,2-2,3 раза меньше по сравнению с рекомендованными нормами на дождевании [159].

В опытах Щербакова, В.А. и др. [163] еще в 1999 году было доказано, что требования к влаге подсолнечника очень высокие, хотя считалось, что подсолнечник засухоустойчивая культура. При оптимальном водообеспечении за вегетационный период

потребление воды посевами подсолнечника может достигать от 500 до 600 мм, а минимальная же потребность – 350 - 400 мм. Растения подсолнечника особенно требовательны к воде в период от образования бутонов до цветения. Однако недостаток влаги на ранней стадии развития уменьшает площадь листовой поверхности и диаметр корзинки, и как следствие снижает урожайность. Если недостаток влаги проявляется при позднем периоде развития, то листья быстро высыхают, а в результате содержание масла в семянках снижается.

На урожайность сельскохозяйственных культур сильное влияние оказывает водный режим почвы. Он зависит в основном от количества выпадающих осадков, запасов почвенной влаги, наличия орошения и культуры.

В предыдущей главе мы показали, что годы исследований по обеспеченности осадками были разными – 2022 год был сухим (с апреля по сентябрь выпало 117 мм осадков), 2023 год был средне сухим (144 мм) и 2024 год был средним (229 мм). В этих условиях весенние запасы продуктивной влаги отличались как по годам, так и по режимам орошения (табл. 3.1.1) и зависели, в основном, от количества осадков, выпадающих в октябре-марте месяце. На вариантах без орошения весенние запасы продуктивной влаги были отрицательными и колебались от минус 3 до минус 202 м³/га. С одной стороны это означает, что поливы необходимо было начинать еще до посева, а с другой стороны этот факт имел и положительный эффект – при предпосевной обработке почва была физически спелой и хорошо разделялась, отсутствовали сорняки (рис. 3.1.1).

Таблица 3.1.1. Основные показатели, используемые для водобалансовых расчетов

Год	Вариант орошения	Зимние осадки, м ³ /га	Весенние запасы влаги, м ³ /га	Летние осадки, м ³ /га	Количество поливов	Оросительная норма, м ³ /га	Осенние запасы влаги, м ³ /га
2022	б/о	1173	-202	1781	-	-	-336
	70% от НВ	1173	142	1781	8	3600	-262
	80% от НВ	1173	-6	1781	10	3000	-268
	90% от НВ	1173	-161	1781	17	2530	-223
2023	б/о	1436	-3	2656	-	-	-663
	70% от НВ	1436	143	2656	7	3150	-174
	80% от НВ	1436	-6	2656	9	2700	-461
	90% от НВ	1436	-160	2656	14	2086	-548
2024	б/о	2288	-6	3130	-	-	-393
	70% от НВ	2288	262	3130	7	2800	-27
	80% от НВ	2288	113	3130	7	2100	-259
	90% от НВ	2288	-42	3130	7	1400	-470

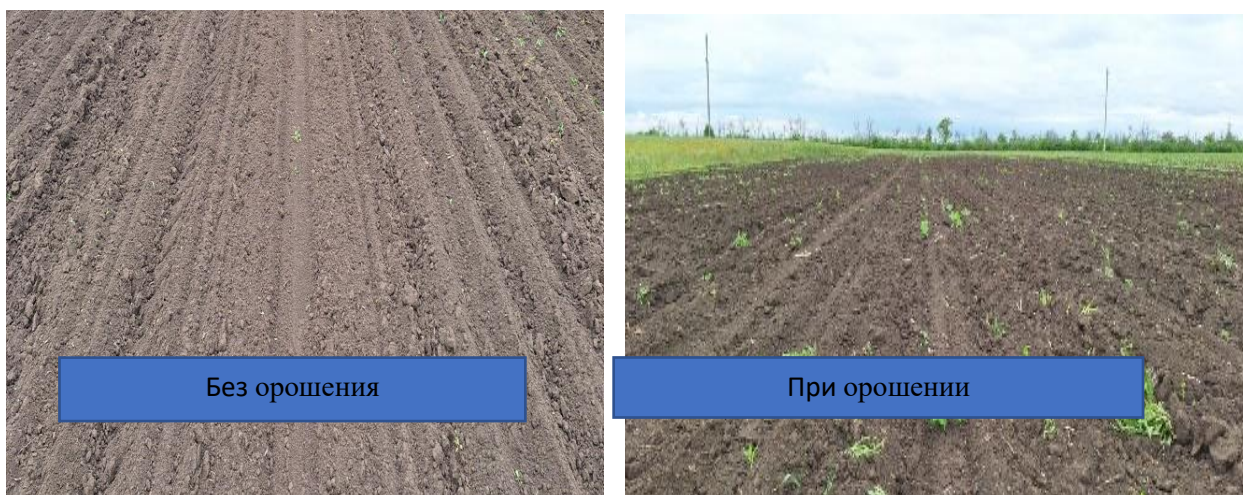


Рисунок 3.1.1. Качество предпосевной обработки почвы на вариантах без орошения и при орошении (фото автора)

Посевы подсолнечника по годам проводили в апреле – начале мая при отрицательных запасах продуктивной влаги, поэтому всходы были неравномерными (рис. 3.1.2) [102].



Рисунок 3.1.2. Появление всходов (фото автора)

На орошаемых вариантах диапазон колебаний весенних запасов влаги был шире – от минус 161 до плюс 262 м³/га. Связано это со сроками прекращения поливов на предшествующей культуре, так как исследования проводились в стационаре, где из года в год идет наложение фонов.

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 м³/га, а при орошении – от минус 27 до минус 548 м³/га (приложения 3.1.1 – 3.1.3).

В среднем за три года на богаре суммарное испарение из 0-50 см слоя почвы составляло 1628-1691 м³/га, а при орошении – 3563-4582 м³/га (табл. 3.1.2). 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%.

Таблица 3.1.2. 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	Без орошения	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	Без орошения	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	Без орошения	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	Без орошения	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

Густота стояния растений тоже оказывала влияние на величину суммарного испарения, уменьшая его 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. 3.1.3). При загущенных посевах оптимальным был вариант с предполивной влажностью почвы равной 80% от НВ, а при обычной густоте стояния растений – при 90% от НВ.

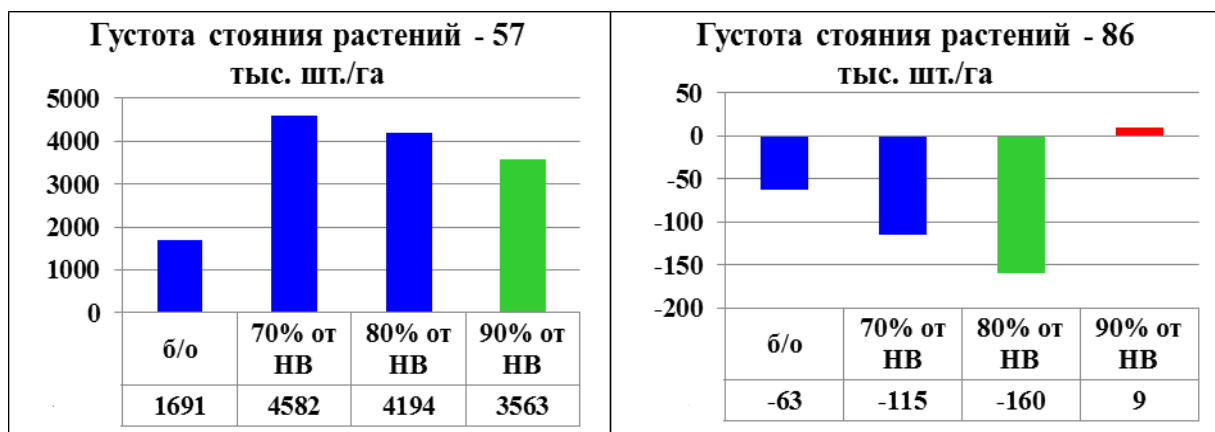


Рисунок 3.1.3. Влияние загущенных посевов на уменьшение суммарного испарения из 0-50 см слоя почвы

Доля почвенной влаги в суммарном испарении из полуметрового слоя почвы в варианте без орошения колебалась в пределах 21-24%, а при орошении она не превышала 8% (табл. 3.1.3). В варианте без орошения осадки составляли основную часть суммарного испарения – 76-79%, а на орошаемых участках их доля снижалась до 28-36%. Увеличение предполивной влажности почвы с 70 до 90% от НВ снижало долю оросительной воды в суммарном испарении от 69-71% до 56%.

Таблица 3.1.3. Составные части суммарного испарения почвы

Густота растений, тыс.шт/га	Вариант орошения	Доля в суммарном испарении, %		
		осадков	оросительной воды	запасов почвенной влаги
0-50 см				
57	Без орошения	76	-	24
	70% от НВ	28	69	3
	80% от НВ	31	62	7
	90% от НВ	36	56	8
86	Без орошения	79	-	21
	70% от НВ	29	71	0
	80% от НВ	32	64	4
	90% от НВ	36	56	8
0-100 см				
57	Без орошения	63	-	37
	70% от НВ	27	67	6
	80% от НВ	28	57	15
	90% от НВ	34	52	14
86	Без орошения	62	-	38
	70% от НВ	29	71	0
	80% от НВ	30	59	11
	90% от НВ	34	52	14

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 (рис. 3.1.4).

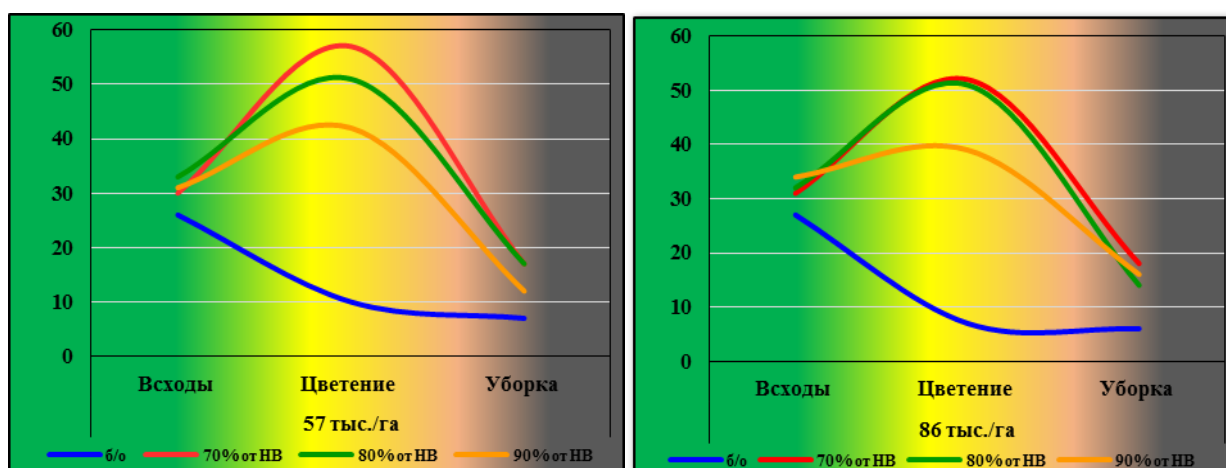


Рисунок 3.1.4. Динамика среднесуточного водопотребления из слоя 0-50 см в зависимости от варианта орошения при различной густоте стояния растений, м³/га (среднее за 2022-2024 гг.)

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.

Таблица 3.1.4. Использование подсолнечником влаги из второго полуметра почвы, м³/га в сутки (среднее за 2022-2024 гг.)

Вариант орошения, % от НВ	4.05 - 02.07 Всходы - начало образования корзинки	03.07-12.08 Начало образования корзинки - конец цветения	13.08-01.10 Конец цветения - уборка
	Слой почвы 50-100 см		
б/о	+4	+7	-1
70	-3	+7	+1
80	+2	+4	+2
90	+3	+5	+2

По всей вероятности корневая система подсолнечника располагалась в основном в слое 0-50 см, поэтому из второго полуметра почвы она использовала не более 7 м³/га воды в сутки (табл. 3.1.4).

По годам исследований величины значений среднесуточного водопотребления отличались существенно (приложение 3.1.4). В среднем за три года максимальные значения были выше на 21-44%, а минимальные – меньше на 14-62% (рис. 3.1.5).

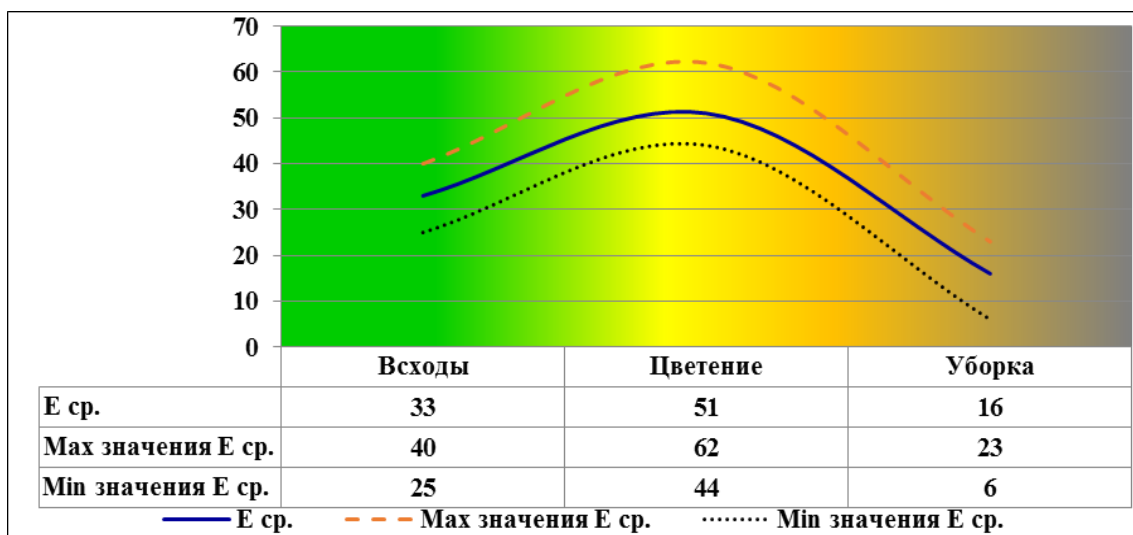


Рисунок 3.1.5. Разбежка среднесуточного водопотребления по годам исследований

3.2. Влияние изучаемых факторов на пищевой режим почвы

В сельскохозяйственном производстве наряду с орошением внесение удобрений является одним из основных антропогенных факторов, влияющих на плодородие почв и на урожайность, выращиваемых на ней сельскохозяйственных культур, а в условиях богары оно играет ведущую роль.

Подсолнечник очень требователен к влаге и минеральному питанию и потребляет из почвы большое количество питательных веществ, особенно калия. В среднем на образование тонны семян расходует: 60-80 кг N, от 26 до 30 кг P, 160-186 кг K, 12 кг магния [29, 32].

Поступление питательных веществ в растения подсолнечника проходит неравномерно. В течение первого месяца вегетации растения используют азота - 15%, фосфора - 10% и калия - 10%. В фазе 3-5 листьев растения реагируют на недостаток фосфора, азота, калия и магния, так как начинают формироваться элементы репродуктивных органов. Наибольшее количество азота потребляется в период «начало формирования корзинки – конец цветения», так как этот элемент оказывает влияние на развитие растения и формирование больших корзинок. Фосфор усваивается от всходов и

до цветения, способствуя хорошему развитию надземной части растения и его корневой системы, формирует устойчивость к стрессовым факторам. Калий очень полезен в период «образование корзинки – созревание», повышая не только урожайность семян, но и масличность [29, 80, 98]. Потребность в фосфоре у подсолнечника меньше, чем в азоте и калии, однако его присутствие в рационе с момента всходов и до образования корзинок играет положительную роль. При его недостатке или отсутствии заметно снижается способность корней поглощать другие нужные питательные вещества. Следует подчеркнуть, что фосфорные удобрения способствуют усилению развития репродуктивных органов. При обеспеченности культуры оптимальным количеством фосфора, идёт активное накопление в семенах масла [95].

Таким образом, оптимизация уровня минерального питания положительно влияет на эффективность возделывания подсолнечника. Это связано со снижением плодородия почв и обусловлено отчуждением из почвы питательных веществ с урожаем. Реализация генетического потенциала подсолнечника может быть только на оптимальном агрофоне. Реакция подсолнечника на уровень минерального питания при капельном орошении в севообороте изучена недостаточно, поэтому наши исследования были направлены на установление научно-обоснованных норм минеральных удобрений и их влияния на биометрические показатели роста и развития растений подсолнечника и его урожайность.

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 (приложения 3.2.1-3.2.3).

При любом уровне увлажнения почвы от всходов до уборки содержание нитратов уменьшалось. В среднем за три года исследований 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 уменьшалось, 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.

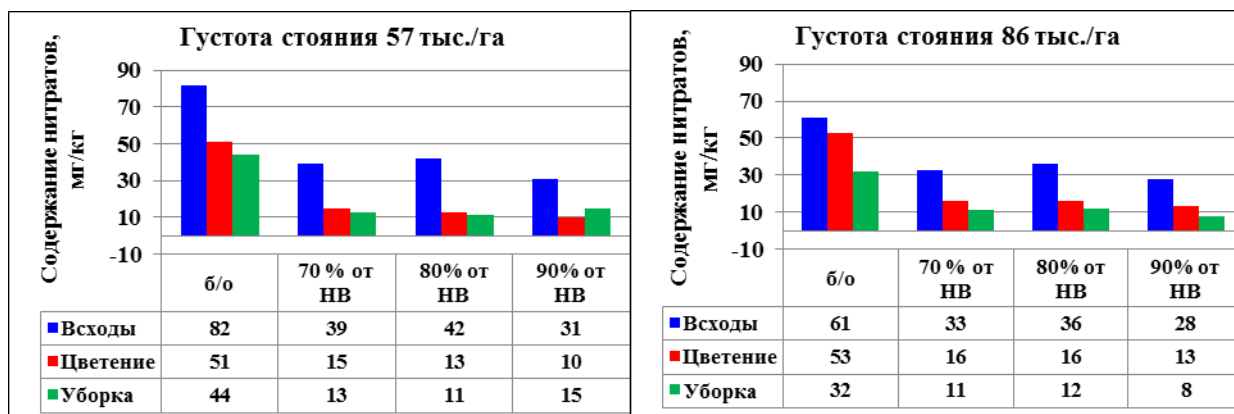


Рисунок 3.2.1. Влияние густоты стояния и орошения на динамику нитратов в слое почвы 0-30 см, мг/кг

Более существенным на пищевой режим по азоту было влияние вносимых удобрений. Внесенные перед посевом удобрения в дозе $N_{60}P_{30}K_{30}$ кг д.в./га фазу всходов увеличивали содержание в почве нитратов в 1,9 раза, $N_{90}P_{60}K_{60}$ кг д.в./га – в 2,7 раза и $N_{120}P_{90}K_{90}$ 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 становятся менее значимыми.

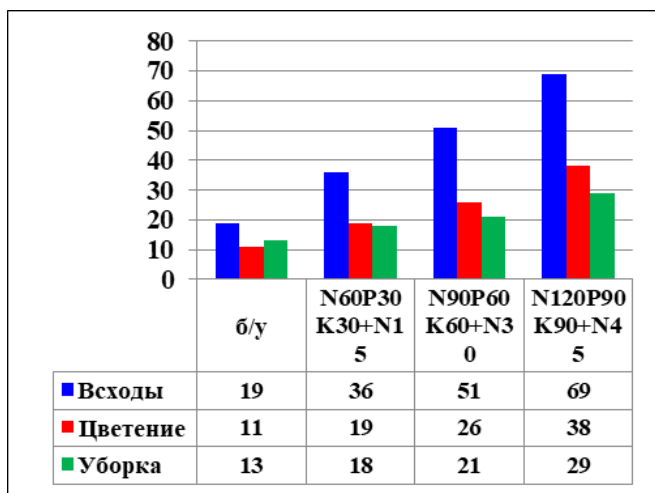


Рисунок 3.2.2. Влияние удобрений на динамику нитратов в слое почвы 0-30 см, мг/кг

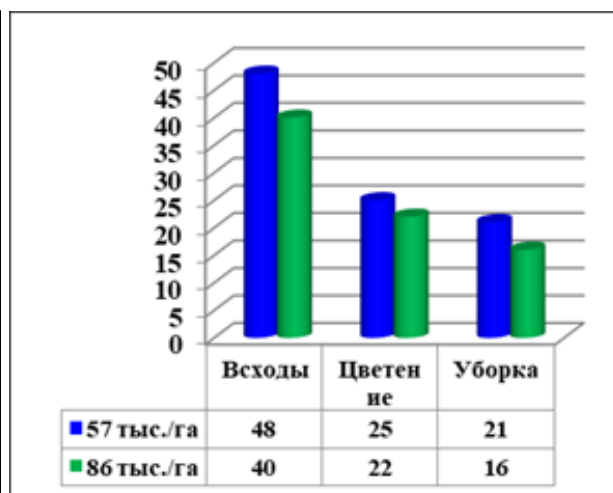


Рисунок 3.2.3. Влияние густоты стояния растений на динамику нитратов в слое почвы 0-30 см, мг/кг

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).

Нитраты в почве настолько мобильны, что на их содержание влияло не только орошение, удобрения и 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 (рис. 3.2.4). Более взвешенным и без явно выраженных закономерностей был пищевой режим по фосфору.

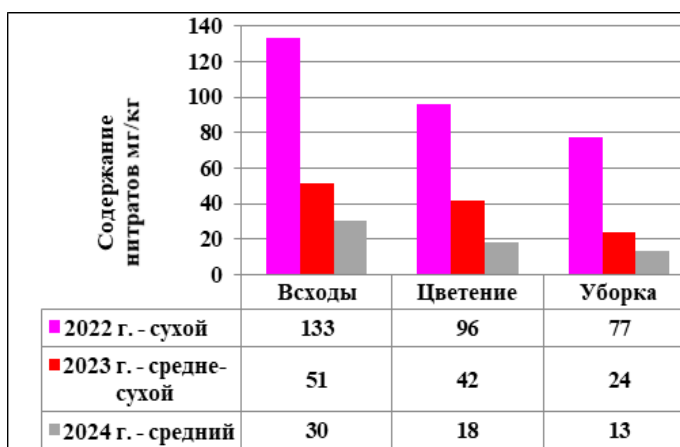


Рисунок 3.2.4. Влияние обеспеченности года осадками на динамику нитратов в богарных условиях

По сравнению с азотом фосфор менее мобилен и меньше поддается влиянию осадков и различным режимам орошения. Более высокое его содержания в почве в начальный период развития (рис. 3.2.5) 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.

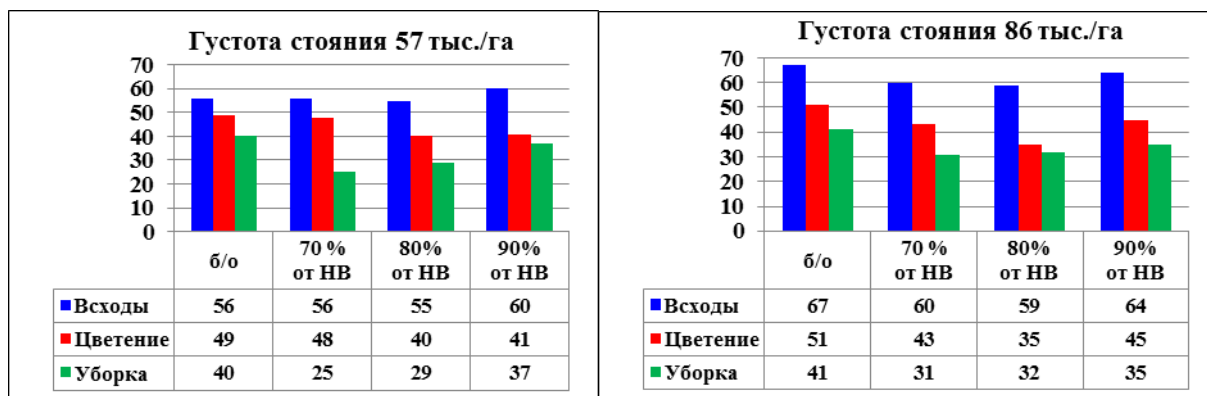


Рисунок 3.2.5. Влияние густоты стояния и орошения на динамику подвижного фосфора в слое почвы 0-30 см, мг/кг

В целом на орошаемых участках содержание фосфора в почве было более низким, чем в варианте без орошения, что свидетельствует о лучшем развитии растений и соответственно росте его потребления.

Как и по азоту вносимые в почву удобрения существенно повышали уровень обеспеченности растений фосфором (рис. 3.2.6) – 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. 3.2.7)

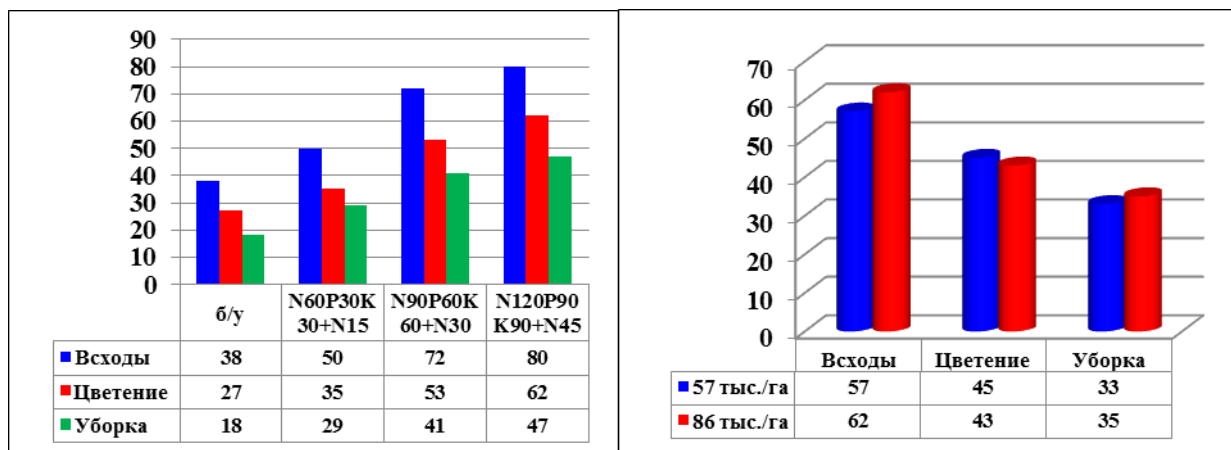


Рисунок 3.2.6. Влияние удобрений на динамику подвижного фосфора в слое почвы 0-30 см, мг/кг

Рисунок 3.2.7. Влияние густоты стояния растений на динамику подвижного фосфора в слое почвы 0-30 см, мг/кг

Черноземы нашей республики относятся к категории высоко обеспеченных калием почв. Калийные минеральные удобрения в изучаемом девятипольном севообороте применяли только под подсолнечник. Содержание в пахотном слое почвы обменного калия варьировало существенно, как по годам, так и по вариантам удобрений, особенно ранней весной – в период появления всходов растений.

Таблица 3.2.1. Динамика содержания обменного калия в 0-30 см слое почвы, мг/кг (среднее за 2022-2024 гг.)

Вариант		Густота стояния растений					
		57 тыс./га			86 тыс./га		
Орошения	Удобрения	Всходы	Цветение	Уборка	Всходы	Цветение	Уборка
1	2	3	4	5	6	7	8
Без орошения	б/у	340	323	308	307	317	262
	1 доза	387	379	341	395	364	299
	2 доза	520	425	374	421	389	334
	3 доза	663	430	391	471	393	339
Среднее по режиму орошения		477	389	353	399	366	309
70% от НВ	б/у	365	327	265	366	281	291
	1 доза	428	358	319	388	341	320
	2 доза	547	435	336	451	368	351
	3 доза	580	487	375	489	383	383
Среднее по режиму орошения		480	402	324	423	343	336

Продолжение таблицы 3.2.1.

1	2	3	4	5	6	7	8
80% от НВ	б/у	351	368	287	343	298	268
	1 доза	398	385	337	385	332	308
	2 доза	453	405	348	434	384	330
	3 доза	471	454	367	460	395	362
Среднее по режиму орошения		426	403	335	406	352	317
90% от НВ	б/у	351	294	263	365	335	251
	1 доза	398	357	336	373	359	282
	2 доза	462	375	363	405	363	321
	3 доза	496	431	444	440	439	346
Среднее по режиму орошению		427	364	351	396	374	300
Среднее по густотам стояния растений		453	390	341	406	359	316

В самом сухом 2022 году этот показатель колебался от 246 до 789 мг/кг, в средне-сухом 2023 году – от 209 до 680 мг/кг и в среднем по обеспеченности осадками 2024 году – от 262 до 579 мг/кг (приложения 3.2.7-3.2.9). Связано это не только с условиями года и вариантами опыта, но и с пространственной вариацией показателя. В связи с этим правильнее было бы рассматривать динамику пищевого режима по средним данным за годы исследований (табл. 3.2.1), а еще лучше – по главным эффектам изучаемых факторов.

Изучаемые режимы орошения практически не влияли на содержание в почве обменного калия. Различия были только по фазам развития растений.

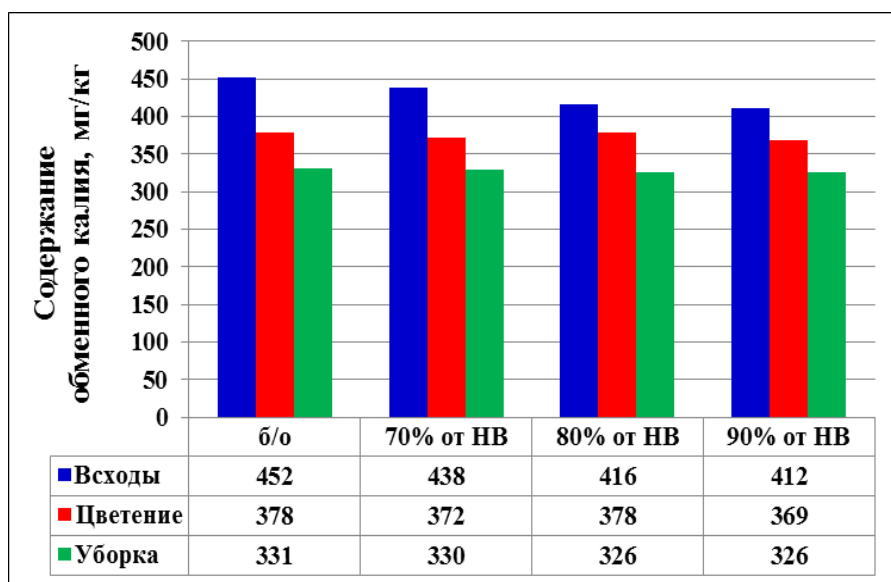


Рисунок 3.2.8. Влияние орошения на динамику содержания обменного калия в 0-30 см слое почвы

К примеру, на богаре от появления всходов до цветения содержание калия уменьшалось на 16%, а от цветения до уборки – на 12% (рис. 3.2.8). 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 изменение пищевого режима происходит, в основном, за счёт потребления калия.

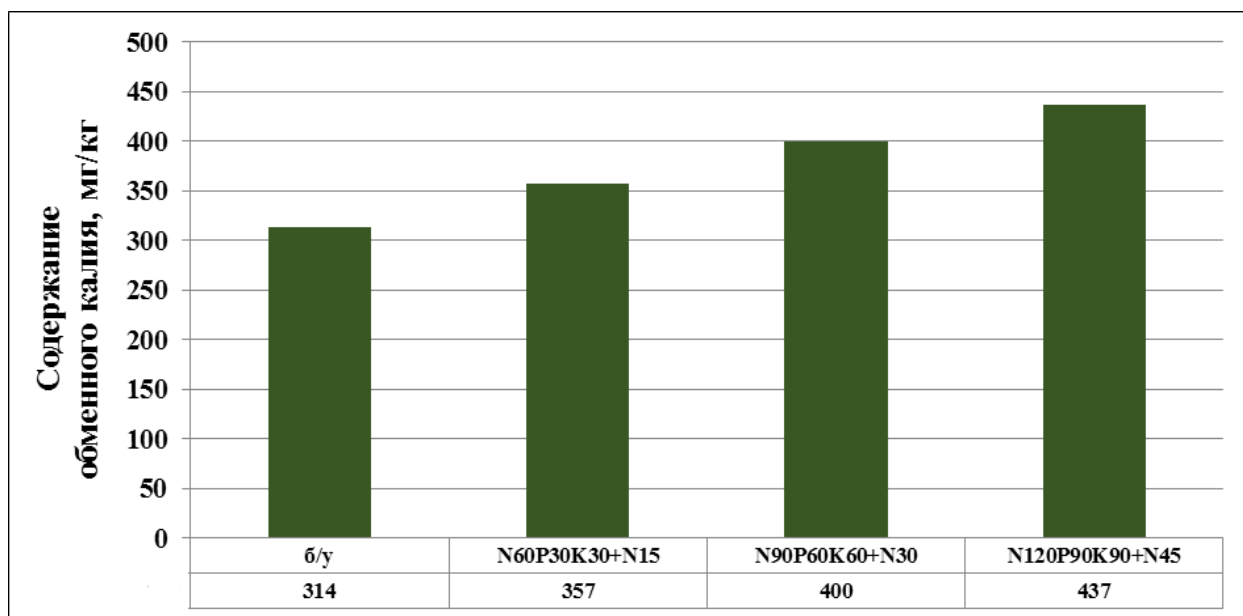


Рисунок 3.2.9. Влияние удобрений на содержание обменного калия в 0-30 см слое почвы

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. 3.2.9).

В сельскохозяйственном производстве используют как изреженные, так и загущенные посевы. Каждый из этих способов имеет свои преимущества и свои недостатки. К примеру, на некоторых овощных культурах переход от схемы посева 50 x 90 см на схему 140 см позволяет качественнее вести борьбу с сорняками, улучшает аэрацию растений, в то же время увеличивает физическое испарение с поверхности земли. Загущенные посевы наоборот лучше затеняют почву, уменьшая тем самым испарение влаги, что мы доказали на подсолнечнике в предыдущем разделе.

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. 3.2.10). Это свидетельствует о более интенсивном потреблении калия в загущенных посевах.

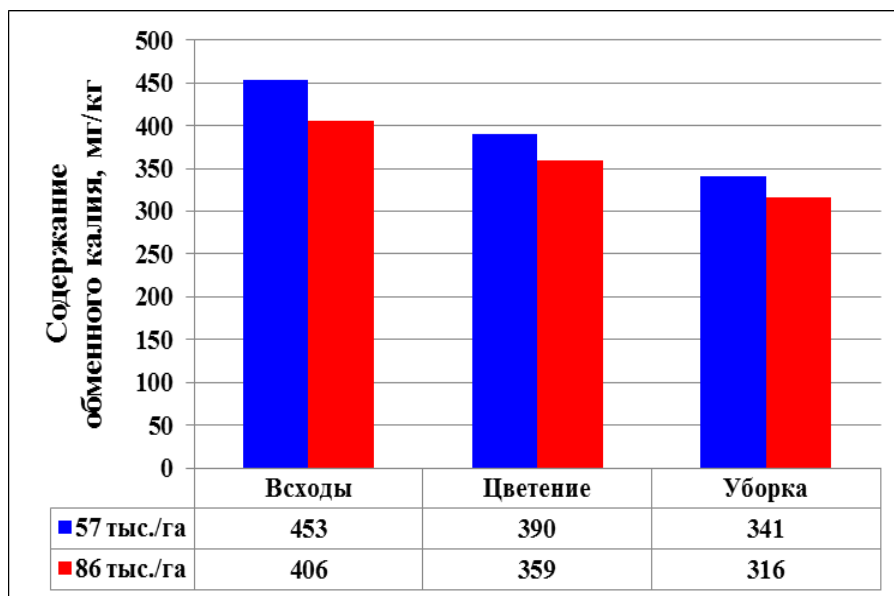


Рисунок 3.2.10. Влияние густоты стояния растений на содержание обменного калия в 0-30 см слое почвы

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 [39, 76, 80, 140] 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.

В наших опытах высота растений по годам исследований варьировала от 120 см до 207 см (приложения 3.3.1 – 3.3.5). Такие большие различия связаны с тем, что растения существенно реагировали на изучаемые нами факторы – орошение, удобрение и густота стояния. По полной схеме опыта результаты биометрических измерений приведены в указанных приложениях, а здесь мы приведем главные эффекты изучаемых факторов.

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).

а)



б)



**Рисунок 3.3.1. Развития растений подсолнечника без орошения (а)
и при орошении (б) (фото автора)**

В варианте без орошения средняя высота растений равнялась 140 см. При поливе она была примерно одинаковой – 172-175 см или на 23-25% выше, чем в варианте без орошения (табл. 3.3.1). При орошении большими были и диаметры корзинок – 24-27 см, которые на 24-25% 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 корзинки, 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 корзинки	-	41	41	47
Площадь листовой поверхности	-	125	134	104

Применение поливов положительно влияло и на размеры листьев (прил. 3.3.5), 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 корзинки 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) [101].

**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
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

В опытах Столярова О.В и Колодяжного С.В. в Воронежском государственном аграрном университете имени императора Петра 1 [140] было доказано, что увеличение густоты стояния растений подсолнечника с 50 до 70 тыс./га при вспашке на глубину 25-27 см увеличивало площадь листовой поверхности в фазу цветения от 28,6 до 38,5 тыс. м²/га. Этот факт для нас тоже представлял интерес, так как в разделе 3.1 этой работы мы доказали, что увеличение густоты растений за счет лучшего затенения почвы

способствовало уменьшению суммарного испарения. 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 положительно сказалось на урожайности культуры, так как лист является главным органом, поглощающим фотосинтетическую активную солнечную радиацию.

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

Загущение посевов, что и ожидалось, незначительно (на 3%) увеличивало высоту растений и в среднем на 12% снижало диаметр корзинки.

3.4. Урожайность и качество подсолнечника в зависимости от изучаемых факторов

В Республике Молдова подсолнечник является основной масличной культурой, выращиваемой на площади около 350-365 тыс. га при средней урожайности 2,1 т/га [149]. Многие ученые считают, что генетический потенциал этой культуры реализуется не более чем на 50-70% [88, 110]. В связи с этим, на наш взгляд, требуется модернизация технологии его возделывания и в первую очередь подсолнечник по возможности необходимо переводить на орошаемые поля, так как Республика Молдова находится в зоне недостаточного и неустойчивого естественного влагообеспечения.

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; приложения 3.4.1-3.4.3).

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 3.4.1. 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	
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 орошение			2,55	0,7	1,5	1,6
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 орошение			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 орошение			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 орошение			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

**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	совместного действия
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

Вторым изучаемым нами фактором, влияющим на урожайность подсолнечника, был пищевой режим почвы. Различные его уровни моделировали внесением трех доз минеральных удобрений - $N_{60}P_{30}K_{30}+N_{15}$, $N_{90}P_{60}K_{60}+N_{30}$ и $N_{120}P_{90}K_{90}+N_{45}$ кг д.в./га (табл. 3.4.4). Контролем был вариант без удобрений. Минимальная прибавка урожайности от удобрений (0,0 т/га) была получена при внесении в почву $N_{60}P_{30}K_{30}+N_{15}$ на богаре, а максимальная (1,9 т/га – при внесении $N_{120}P_{90}K_{90}+N_{45}$ на фоне режима орошения 90% от НВ (табл. 3.4.2).

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%. 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 удобрения			
		Без удобрений	$N_{60}P_{30}K_{30}+N_{15}$	$N_{90}P_{60}K_{60}+N_{30}$	$N_{120}P_{90}K_{90}+N_{45}$
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

Третий, изучаемый нами фактор, был густота стояния растений. Классики изучения эффективности фотосинтеза А.А. Ничипорович и В.С. Шатилов утверждали, что площадь листовой поверхности является решающим фактором в формировании урожайности сельскохозяйственных культур [39, 114, 115, 156] они установили, что

производительность фотосинтеза растений во многом зависит от суммарной площади листьев, формирующих ассимилирующую поверхность. В то же время, Высоцкая Е.А., Барышникова О.С. [37] установили, что «не всегда большая площадь листьев является наилучшим вариантом для увеличения урожайности, так как при большей площади верхних листьев (верхнего яруса) нижние листья замедляют свой рост, а, раз процесс фотосинтеза замедляется, изменяется процесс распределения питательных веществ в растении».

В наших опытах средняя по опыту площадь листовой поверхности одного растения при загущении посевов до 86 тыс. растений на гектар была меньше на 11% по сравнению с традиционной густотой – 57 тыс. растений/га. Однако, при пересчете на густоту стояния 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).

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

Высокая взаимосвязь урожайности подсолнечника с площадью листовой поверхности растений подтвердилась и определенными нами коэффициентами корреляции между этими двумя показателями (табл. 3.4.6.), которая при густоте стояния растений в 57 тыс./га равнялась 0,854, а при густоте 86 тыс./га – 0,905.

Таблица 3.4.6. Коэффициент корреляции между площадью листовой поверхности и урожайностью

Вариант		Густота стояния растений			
		57 тыс./га		86 тыс./га	
Орошения, % от НВ	Удобрений, кг д.в./га	Площадь листовой поверхности, тыс. м ² /га	Урожайность, т/га	Площадь листовой поверхности, тыс. м ² /га	Урожайность, т/га
1	2	3	4	5	6
Без орошения	Без удобрений	20,4	1,4	28,2	1,5
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	24,9	1,5	34,4	1,5
	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	31,3	1,5	42,6	1,9
	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	34,6	1,7	43,3	1,8
70% от НВ	Без удобрений	46,9	2,9	54,1	3,5
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	70,9	3,7	78,2	3,6
	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	81,0	3,6	78,2	4,0
	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	81,9	3,8	91,5	4,1

Продолжение таблицы 3.4.6.

1	2	3	4	5	6
80% от НВ	Без удобрений	42,2	2,8	52,7	3,3
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	66,3	3,6	86,7	4,2
	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	78,7	4,0	90,4	4,7
	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	91,5	4,6	96,9	5,0
90% от НВ	Без удобрений	36,3	3,5	47,1	3,4
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	60,1	3,7	76,4	4,4
	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	68,0	4,3	79,3	4,5
	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	81,1	4,9	80,4	5,3
Коэффициент корреляции		0,894		0,905	

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

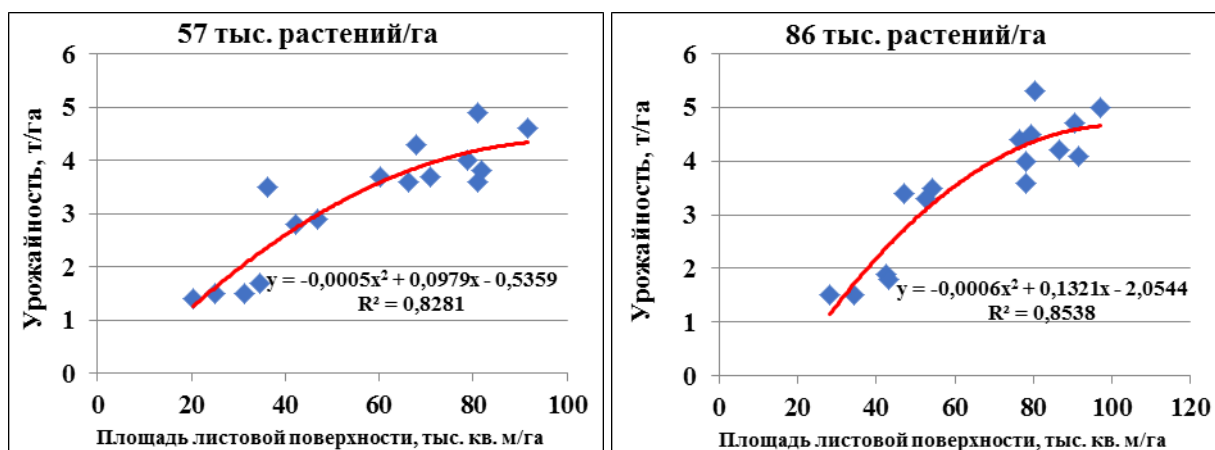


Рисунок 3.4.1. Зависимость «Урожайность – площадь листовой поверхности»

Более того, высокая зависимость урожайности установлена и от диаметра корзинки растения в фазу цветения (табл. 3.4.7). Коэффициент корреляции между этими двумя показателями равнялся 0,952-0,956.

Таблица 3.4.7. Коэффициент корреляции между диаметром корзинки и урожайностью

Вариант		Густота стояния растений			
Орошения, % от НВ	Удобрений, кг д.в./га	57 тыс./га		86 тыс./га	
		Диаметр корзинки, см	Урожайность, т/га	Диаметр корзинки, см	Урожайность, т/га
1	2	3	4	5	6
Без орошения	Без удобрений	16	1,4	14	1,5
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	17	1,5	16	1,5
	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	18	1,5	16	1,9
	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	20	1,7	16	1,8
70% от НВ	Без удобрений	22	2,9	21	3,5
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	26	3,7	22	3,6
	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	27	3,6	23	4,0
	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	28	3,8	24	4,1

80% от НВ	Без удобрений	21	2,8	19	3,3
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	24	3,6	23	4,2
	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	26	4,0	23	4,7
	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	30	4,6	23	5,0
90% от НВ	Без удобрений	23	3,5	20	3,4
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	27	3,7	23	4,4
	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	28	4,3	23	4,5
	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	28	4,9	24	5,3
Коэффициент корреляции		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 [99].

В наших опытах наибольший интерес представляет совместное действие орошения с удобрениями, так как эти факторы оказывают максимальное воздействие на урожайность подсолнечника.

Прибавки урожайности от совместного действия факторов колебались от нуля до 3,9 т/га (табл.3.4.2), но доступнее их анализировать при графическом изображении (рис. 3.4.2).

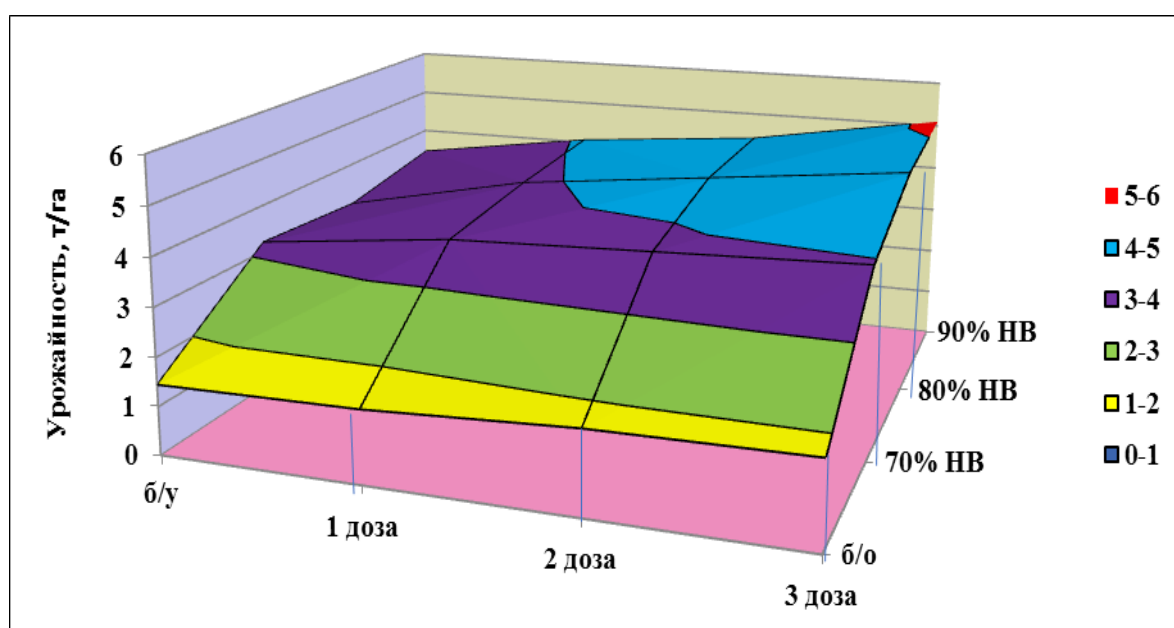


Рисунок 3.4.2. Совместное действие орошения и удобрений на урожайность подсолнечника

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 - $N_{120}P_{90}K_{90}+N_{45}$ [101]. 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.

Масса 1000 семян у каждого сорта подсолнечника относительно постоянный показатель, однако при разных условиях вегетации она может значительно варьировать. Лучший налив семян проходит при хорошей обеспеченности растений влагой и питательными веществами, особенно в период цветения.

Анализ массы 1000 семян за три года испытаний показал, что орошение и удобрения влияли не только на общую урожайность подсолнечника. Минимальная масса 1000 семян в опыте (45 г) отмечена в варианте без орошения и без удобрений при густоте стояния растений равной 86 тыс./га, а максимальная (80 г) в варианте с поддержанием предполивной влажности почвы на уровне 90% от НВ при дозе удобрений $N_{90}P_{60}K_{60}+N_{30}$ и густоте растений 57 тыс./га (табл. 3.4.8).

Таблица 3.4.8. Влияние орошения, удобрений и густоты стояния растений на массу 1000 семян, г

Вариант		Густота стояния растений		Среднее
Орошение	Удобрение	57 тыс./га	86 тыс./га	
Без орошения	б/у	53	45	49
	$N_{60}P_{30}K_{30}+N_{15}$	58	50	54
	$N_{90}P_{60}K_{60}+N_{30}$	63	51	57
	$N_{120}P_{90}K_{90}+N_{45}$	66	57	62
Среднее по фактору орошение		61	51	56
70% от НВ	б/у	67	59	63
	$N_{60}P_{30}K_{30}+N_{15}$	74	59	66
	$N_{90}P_{60}K_{60}+N_{30}$	77	60	69
	$N_{120}P_{90}K_{90}+N_{45}$	79	62	71
Среднее по фактору орошение		74	60	67
80% от НВ	б/у	65	59	62
	$N_{60}P_{30}K_{30}+N_{15}$	73	62	67
	$N_{90}P_{60}K_{60}+N_{30}$	72	60	66
	$N_{120}P_{90}K_{90}+N_{45}$	80	65	73
Среднее по фактору орошение		73	62	67
90% от НВ	б/у	75	59	67
	$N_{60}P_{30}K_{30}+N_{15}$	77	65	71
	$N_{90}P_{60}K_{60}+N_{30}$	80	66	73
	$N_{120}P_{90}K_{90}+N_{45}$	79	74	76
Среднее по фактору орошение		78	66	72
НСР _{0,95} для фактора орошение – 4,6 г для фактора удобрение – 5,3 г для взаимодействия факторов – 9,1 г				

Орошение увеличивало массу 1000 семян на 20-29%, а удобрения – на 7-17%, хотя эти изменения не всегда были статистически достоверными [99].

Была установлена тесная положительная корреляция массы 1000 семян с урожайностью (0,906) и диаметром корзинки растений (0,951).

Семена подсолнечника чаще всего используются в масло экстракционном 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 [101]. 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. 3.4.9) [103].

Таблица 3.4.9. 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	-
НСР _{0,95} для фактора орошение – 1,1 % для фактора удобрение – 1,3 % для взаимодействия факторов – 2,3 %					

Установлено, что лучшая масличность была у семян, выращенных при поддержании влажности почвы на уровне 80% от НВ и при минимальной дозе удобрений - N₆₀P₃₀K₃₀+N₁₅, однако прибавки были незначительны и не всегда статистически достоверными (рис. 3.4.3-3.4.4) [101, 103].

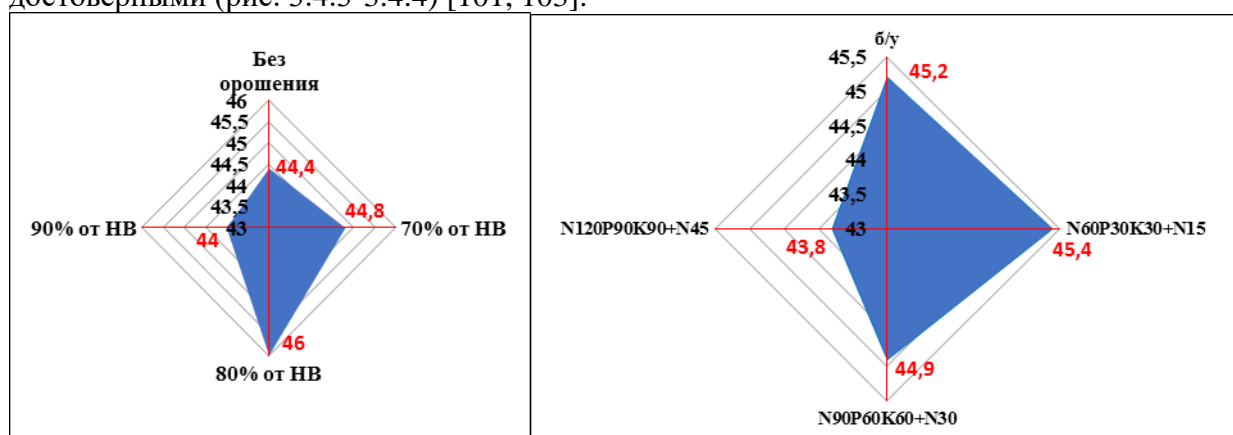


Рисунок 3.4.3. Влияние орошения на масличность подсолнечника

Рисунок 3.4.4. Влияние удобрений на масличность подсолнечника

3.5. Выводы к главе 3

1. В сухие и средне-сухие годы весенние запасы продуктивной влаги отличались как по годам, так и по режимам орошения и зависели, в основном, от количества осадков, выпадающих в октябре-марте месяце. На вариантах без орошения весенние запасы продуктивной влаги были отрицательными и колебались от минус 3 до минус 202 м³/га. На орошаемых вариантах диапазон колебаний весенних запасов влаги был шире – от минус 161 до плюс 262 м³/га. Связано это со сроками прекращения поливов на предшествующей культуре, так как исследования проводились в стационаре, где из года в год идет наложение фонов.

2. В среднем за три года на богаре суммарное испарение из 0-50 см слоя почвы составляло 1628-1691 м³/га, а при орошении – 3563-4582 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%.

3. Нитраты в почве настолько мобильны, что на их содержание влияло не только орошение (отрицательно), удобрения (положительно) и густота стояния растений (отрицательно), но и обеспеченность года осадками. Несмотря на то, что ежегодно вносили одни и те же дозы удобрений, содержание нитратов четко зависело от выпадающих осадков.

4. Вносимые в почву удобрения существенно повышали уровень обеспеченности растений фосфором – 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. В течение вегетации шло потребление фосфора, оставаясь, тем не менее, повышенным в течение всего сезона. Густота стояния растений на фосфорный пищевой режим влияла слабо.

5. Изучаемые режимы орошения практически не влияли на содержание в почве обменного калия. На богаре от появления всходов до цветения содержание калия уменьшалось на 16%, а от цветения до уборки – на 12%. 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.

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 – на 104-134%. Действие удобрений было менее значимым, чем действие орошения. Тем не менее, внесение в почву N₆₀P₃₀K₃₀+N₁₅ увеличивали высоту растений, диаметр корзинки 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%.

7. 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%. Средняя за три года урожайность в варианте без удобрений 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. Установлена высокая корреляция между урожайностью и площадью листовой поверхности, имеющая значения 0,854–0,905 и между урожайностью и диаметром корзинки – 0,952-0,956.

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. Значения этого показателя в схеме наших опытов колебались в довольно широких пределах – от 728 м³/т на варианте с предполивной влажностью почвы 90% от НВ, максимальной дозе удобрений на фоне загущенных посевов до 1647 м³/т при 70% от НВ, без удобрений и нормальной густоте растений (прил. 4.1.1). 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 намного 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).

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 (КЕ), м ³ /т	1290	1250	1120	895
Коэффициент эффективности орошения (КЭО), кг/м ³	-	0,66	0,92	1,35
	Прибавки от орошения, %			
Коэффициент суммарного испарения (КЕ)	-	+3	+13	+31
Коэффициент эффективности орошения (КЭО)	-	-	+39	+105

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 4.1.2. 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 (КЕ), м ³ /т	1370	1190	1090	890
Коэффициент эффективности орошения (КЭО), кг/м ³	0,81	0,86	1,01	1,18
Прибавки от удобрений, %				
Коэффициент суммарного испарения (КЕ)	-	+13	+20	+35
Коэффициент эффективности орошения (КЭО)	-	+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 были на 12% меньше, а коэффициента эффективности орошения на 10% больше (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 (КЕ), м ³ /т	1220	1070
Коэффициент эффективности орошения (КЭО), кг/м ³	0,93	1,02
Прибавки от загущения посевов, %		
Коэффициент суммарного испарения (КЕ)	-	-12
Коэффициент эффективности орошения (КЭО)	-	+10

Таким образом, полученные данные подтвердили высказывания некоторых исследователей, что в загущенных посевах подсолнечника листовая поверхность равномернее покрывает поверхность почвы, уменьшая при этом физическое испарение, повышая тем самым эффективность использования столь ценной для нашего региона оросительной воды и естественных запасов почвенной влаги.

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 [127]. В связи с этим добиться максимальной их окупаемости продукцией, как для исследователей, так и для производителей является

первостепенной задачей. Общеизвестно, что применение удобрений в сухие по обеспеченности осадками годы может давать минимальный эффект или даже оказать отрицательное действие [151].

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 [148].

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).

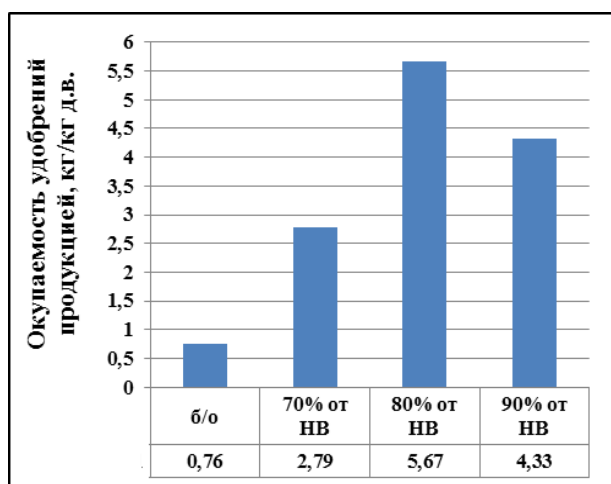


Рисунок 4.2.1. Окупаемость удобрений продукцией в зависимости от режима орошения

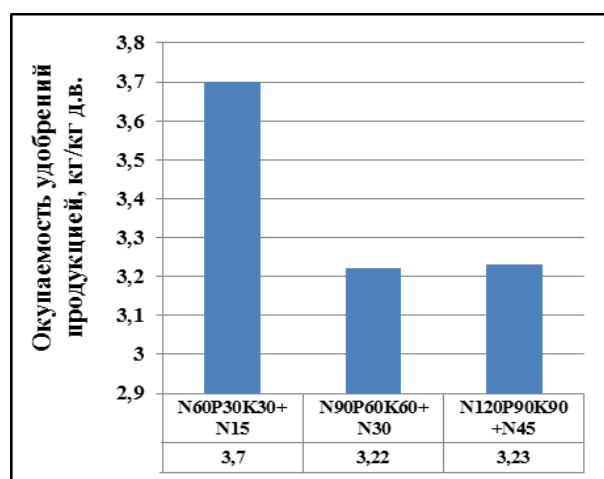


Рисунок 4.2.2. Влияние доз удобрений на окупаемость удобрений продукцией

Наиболее эффективным было применение минимальных доз удобрений N₆₀P₃₀K₃₀+N₁₅ – 3,7 кг/кг д.в. Дальнейшее увеличение доз удобрений, хотя и приводило к росту урожайности (не всегда статистически значимому), не обеспечивало повышения 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).

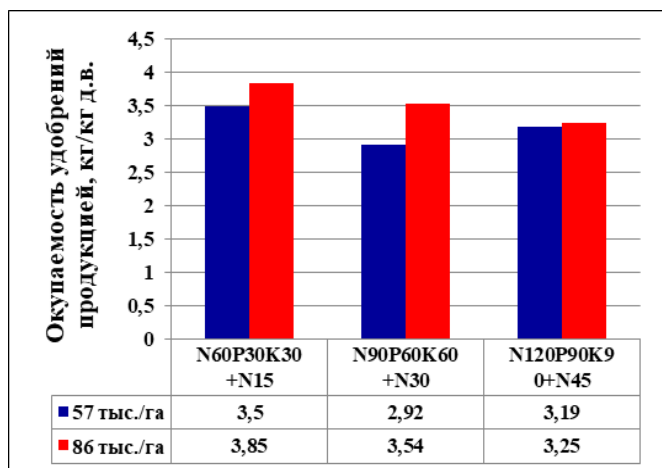


Рисунок 4.2.3. Влияние густоты стояния растений на окупаемость удобрений продукцией

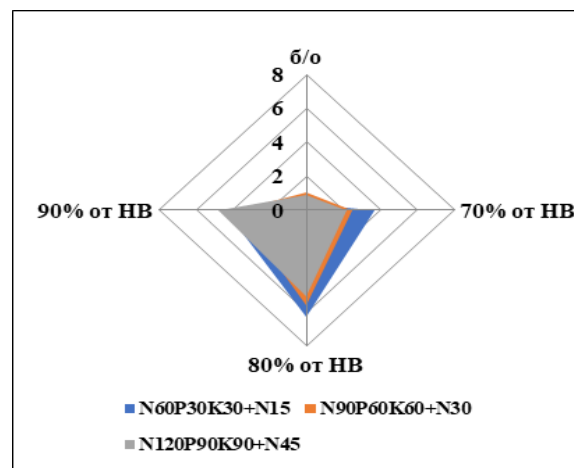


Рисунок 4.2.4. Совместное влияние орошения и удобрений на окупаемость удобрений продукцией, кг/кг д.в.

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.

При расчёте экономической эффективности возделывания подсолнечника в Молдове за основу была принята технология, предложенная экспертом фирмы AGROEXPERT Юрием Рижа [127]. Перечень технологических операций и их стоимостные эквиваленты приведены в таблице 4.3.1., с указанием источника информации.

Общие для всех вариантов опыта затраты средств на 1 га посева составляли 11336 лей. Для расчета затрат по вариантам к этой сумме прибавляли в зависимости от урожайности затраты на транспортировку и очистку семян, затраты на удобрения и орошение (приложение 4.3.1).

Таблица 4.3.1. Технологические затраты на 1 га подсолнечника

Перечень операций	Ед. изм.	Кол-во	Цена, лей	Сумма, лей	Источник информации
1	2	3	4	5	6
Семена для посева	кг	-	-	1137	[127]
Химические препараты	лей	-	-	1316	
Горючее	л	10	25	250	
Дискование	га	1	284	284	
Перевоз удобрений	т/км	1,2	7,1	8,5	

Продолжение таблицы 4.3.1.

1	2	3	4	5	6
Внесение удобрений	га	1	175,6	339	[127]
Вспашка	га	1	870	870	
Культивация	га	1	339	339	
Посев с вн. Удобрений	га	1	264	264	
Прикатывание посевов	га	1	205	205	
Опрыскивание посевов	га	2	178	356	
Междурядная обработка	га	1	283	283	
Уборка	га	1	654	654	
Ручной труд	лей	-	-	68	
Другие работы	лей	-	-	3610	
Фискальный налог	лей	1	110	110	
Непредвиденные расходы	лей	-	-	1242	
Общие для всех вариантов опыта технологические затраты	лей	-	-	11336	
Транспортировка урожая	т/км	на 10 км	7	-	[127]
Очистка семян	т	1	51	-	
Удобрения	Аммофоска	кг	1	14	[77]
	Ам. селитра	кг	1	12,5	
Вода для орошения	м ³	1	5	5	[16]
Стоимость семян без НДС	т	1	9520	9520	[129]
Стоимость масла	кг	1	19,7	19,7	[130]
Стоимость производства масла	кг	1	1,4	1,4	-

По данным эксперта фирмы AGROEXPERT Юрия Рижана в 2024 году [129], в Молдове средняя цена реализации семян подсолнечника равнялась 9,52 лея за килограмм. При такой цене стоимость реализации продукции из наших опытов колебалась от 13,3 до 50,5 тыс. леев/га (табл. 4.3.2).

Таблица 4.3.2. Экономическая эффективность возделывания подсолнечника на семена

Вариант			Урожайность, т/га	Стоимость продукции, тыс. лей/га	Затраты, тыс. лей/га	Чистая прибыль, тыс. лей/га	Рентабельность, %
Орошение	Густота стояния, тыс. шт./га	Удобрение					
1	2	3	4	5	6	7	8
б/о	57	б/у	1,4	13,3	11,5	1,8	16
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	1,5	14,3	15,8	-1,5	-
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	1,5	14,3	19,1	-4,8	-
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	1,7	16,2	22,2	-6,0	-
	Среднее		1,5	14,3	17,2	-2,6	-
	86	б/у	1,5	14,3	11,5	2,8	24
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	1,5	14,3	15,8	-1,5	-
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	1,9	18,1	19,1	-1,0	-
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	1,8	17,1	22,3	-5,2	-
	Среднее		1,7	16,0	17,2	-1,2	-
Среднее по режиму орошения			1,6	15,2	17,2	-1,9	-

Продолжение таблицы 4.3.2.

70% от НВ	57	б/у	2,9	27,6	27,6	0	0,0
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	3,7	35,2	32,0	3,2	10
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	3,6	34,3	35,2	-0,9	-
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	3,8	36,2	38,4	-2,2	-
	Среднее		3,5	33,3	33,3	0	-
	86	б/у	3,5	33,3	27,7	5,6	20
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	3,6	34,3	32,0	2,3	7
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	4,0	38,1	35,3	2,8	8
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	4,1	39,0	38,5	0,5	1
	Среднее		3,8	36,2	33,4	2,8	-
Среднее по режиму орошения			3,65	34,7	33,3	1,4	-
80% от НВ	57	б/у	2,8	26,7	24,7	2,0	8
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	3,6	34,3	29,1	5,2	18
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	4,0	38,1	32,4	5,7	18
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	4,6	43,8	35,6	8,2	23
	Среднее		3,75	35,7	30,4	5,3	-
	86	б/у	3,3	31,4	24,7	6,7	27
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	4,2	40,0	29,2	10,8	37
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	4,7	44,7	32,4	12,3	38
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	5,0	47,6	35,6	12,0	34
	Среднее		4,3	40,9	30,5	10,4	-
Среднее по режиму орошения			4,025	38,3	30,5	7,8	-
90% от НВ	57	б/у	3,5	33,3	21,8	11,5	53
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	3,7	35,2	26,1	9,1	35
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	4,3	40,9	29,4	11,5	39
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	4,9	46,6	32,7	13,9	42
	Среднее		4,1	39,0	27,5	11,5	
	86	б/у	3,4	32,4	21,8	10,6	49
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	4,4	41,9	26,2	15,7	60
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	4,5	42,8	29,4	13,4	46
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	5,3	50,5	32,7	17,8	54
	Среднее		4,4	41,9	27,5	14,4	-
Среднее по режиму орошения			4,25	40,4	27,5	12,9	-

Затратная часть включала стоимость всех механизированных работ, очистку семян, стоимость удобрений и оросительной воды (приложение 4.3.1). 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 нормы 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.

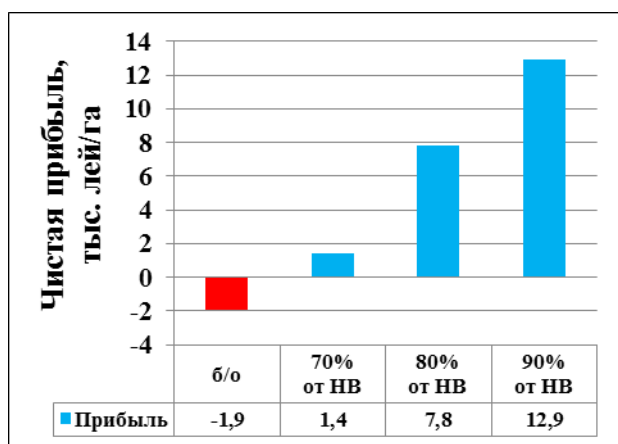


Рисунок 4.3.1. Влияние орошения на прибыль

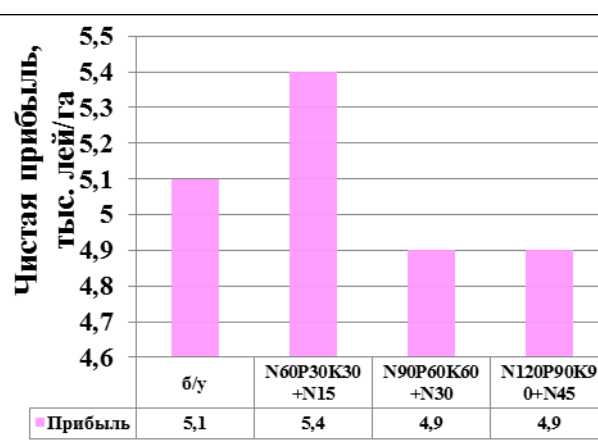


Рисунок 4.3.2. Влияние удобрений на прибыль

Для молдавской экономики производство подсолнечного масла играет важную роль. Ежегодно Молдова экспортирует около 9,5 тыс. т масла в такие страны как Румыния, Турция, Болгария и др. [128]. Конечно, Молдова не может конкурировать с ведущими мировыми экспортерами масла, но, тем не менее, стремиться к повышению урожайности, а значит и к выходу подсолнечного масла должна, так как от этих показателей зависит уровень прибыльности и рентабельности культуры.

При выращивании подсолнечника с целью производства масла производственные затраты увеличиваются – к общим затратам на возделывание культуры следует добавить еще по 1,4 лея/кг масла, расходуемые для его экстракции. В связи с этим чистая прибыль, а значит, и рентабельность производства снижаются (табл. 4.3.3).

Таблица 4.3.3. Экономическая эффективность возделывания подсолнечника на производство масла

Орошение	Вариант		Урожайность, т/га	Масличность, %	Выход масла, т/га	Стоимость масла, тыс. лей	Произв. затраты, тыс. лей	Чистая прибыль, тыс. лей	Рентабельность, %	
	Густота стояния, тыс. шт./га	Удобрение, кг д.в./га								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
б/о	57	б/у	1,4	44,4	0,62	12,2	12,3	-0,1	-	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	1,5	45,4	0,68	13,4	16,7	-3,3	-	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	1,5	44,7	0,67	13,2	20,0	-6,8	-	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	1,7	43,3	0,74	14,6	23,2	-8,6	-	
	Среднее		1,5	44,45	0,68	13,4	18,1	-4,7	-	
	86	б/у	1,5	44,4	0,67	13,2	12,4	0,8	6	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	1,5	45,4	0,68	13,4	16,7	-3,3	-	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	1,9	44,7	0,85	16,7	20,3	-3,5	-	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	1,8	43,3	0,78	15,4	23,4	-8,0	-	
	Среднее		1,7	44,45	0,74	14,6	18,2	-3,5	-	
	Среднее по режиму орошения			1,6	44,45	0,71	14,0	18,1	-4,1	-
	70% от НВ	57	б/у	2,9	45,5	1,59	31,3	29,8	1,5	5
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅			3,7	45,4	1,68	33,1	34,3	-1,2	-	
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀			3,6	45,1	1,62	31,9	37,4	-5,5	-	
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅			3,8	43,4	1,65	32,5	40,7	-8,2	-	
Среднее		3,5	44,85	1,64	32,3	35,5	-3,3	-		
86		б/у	3,5	45,5	1,59	31,3	29,9	1,4	5	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	3,6	45,4	1,63	32,1	34,2	-2,1	-	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	4,0	45,1	1,80	35,5	37,8	-2,3	-	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	4,1	43,4	1,78	35,1	40,9	-5,9	-	
Среднее		3,8	44,85	1,70	33,5	35,7	-2,2	-		
Среднее по режиму орошения			3,65	44,85	1,67	32,9	35,6	-2,8	-	
80% от НВ		57	б/у	2,8	46,6	1,30	25,6	26,5	-0,9	-
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅		3,6	45,4	1,63	32,1	31,3	0,8	2	
	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀		4,0	46,9	1,88	37,0	35,0	2,1	6	
	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅		4,6	45,4	2,09	41,2	38,5	2,7	7	
	Среднее		3,75	46,08	1,72	33,9	32,8	1,2	-	
	86	б/у	3,3	46,6	1,54	30,3	26,8	3,5	13	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	4,2	45,4	1,91	37,6	31,8	5,8	18	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	4,7	46,9	2,20	43,3	35,4	7,9	22	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	5,0	45,4	2,27	44,7	38,7	6,0	16	
	Среднее		4,3	46,08	1,98	39,0	33,2	5,8	-	
	Среднее по режиму орошения			4,025	46,08	1,85	36,4	33,0	3,5	-
	90% от НВ	57	б/у	3,5	44,4	1,55	30,5	23,9	6,6	28
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅			3,7	45,7	1,69	33,3	28,4	4,9	17	
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀			4,3	43,2	1,86	36,6	31,9	4,7	15	
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅			4,9	43,2	2,12	41,8	35,6	6,2	17	
Среднее		4,1	44,1	1,80	35,5	30,0	5,6	-		

Продолжение таблицы 4.3.3.

	86	б/у	3,4	44,4	1,51	29,7	23,9	5,9	25
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	4,4	45,7	2,01	39,6	29,0	10,6	37
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	4,5	43,2	1,94	38,2	32,1	6,2	19
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	5,3	43,2	2,29	45,1	35,8	9,3	26
	Среднее	4,4	44,1	1,94	38,2	30,2	8,0	-	
Среднее по режиму орошения		4,25	44,1	1,87	36,8	30,1	6,8	-	

Максимальная рентабельность (37%) достигнута при применении режима орошения с предполивной влажностью почвы не ниже 90% от НВ, дозе удобрений N₆₀P₃₀K₃₀+N₁₅ и густоте стояния растений 86 тыс./га.

Производство подсолнечника на масло становится рентабельным при более высокой предполивной влажности (не ниже 80% от НВ), чем производство на семена. Безубыточность первых двух доз удобрений на режимах орошения 80 и 90% от НВ наступает при уровне урожайности 3,6-4,7 т/га, а третьей дозы – при 4,6-5,3 т/га.

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, особенно для подсолнечника, являющегося основной масличной культурой во многих странах.

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 [112]. 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 (приложение 4.4.1).

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 [112].

В наших опытах величина аккумулированной энергии в побочной продукции колебалась от 55 до 209 ГДж/га (приложение 4.4.1). В сумме приход энергии в зависимости от варианта исследований варьировал в пределах 92-348 ГДж/га (табл. 4.4.1).

Таблица 4.4.1. Энергетическая эффективность возделывания подсолнечника

Ороше- ние	Вариант		Приход энергии, ГДж/га	Расход энергии, ГДж/га	Коэффициент энергети- ческой эффек- тивности
	Густота стояния, тыс. шт./га	Удобрение			
б/о	57	б/у	92,0	45,6	2,02
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	98,5	62,7	1,57
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	98,5	75,8	1,30
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	111,7	88,1	1,27
	Среднее		100,2	68,0	1,47
	86	б/у	98,5	45,6	2,16
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	98,5	62,7	1,57
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	125,0	75,8	1,65
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	118,3	88,5	1,34
	Среднее		110,0	68,1	1,62
Среднее по режиму орошения			105,1	68,1	1,54
70% от НВ	57	б/у	190,7	109,6	1,74
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	243,2	127,0	1,91
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	236,7	139,7	1,69
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	249,7	152,4	1,64
	Среднее		230,0	132,1	1,74
	86	б/у	230,0	110,0	2,09
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	236,7	127,0	1,86
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	263,0	140,1	1,88
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	269,5	152,8	1,76
	Среднее		249,8	132,5	1,89
Среднее по режиму орошения			240,0	132,3	1,81
80% от НВ	57	б/у	184,0	98,0	1,88
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	236,7	115,5	2,05
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	263,0	128,6	2,05
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	302,3	141,3	2,14
	Среднее		246,5	120,8	2,04
	86	б/у	217,0	98,0	2,21
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	276,3	115,9	2,38
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	309,0	128,6	2,40
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	328,7	141,3	2,33
	Среднее		282,7	120,9	2,34
Среднее по режиму орошения			264,6	120,9	2,19
90% от НВ	57	б/у	230,0	86,5	2,66
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	243,2	103,6	2,35
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	282,8	116,7	2,42
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	322,2	129,8	2,48
	Среднее		269,5	109,2	2,47
	86	б/у	223,5	86,5	2,58
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	289,3	104,0	2,78
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	296,0	116,7	2,54
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	348,5	129,8	2,68
	Среднее		289,3	109,2	2,65
Среднее по режиму орошения			279,4	109,2	2,56

Энергозатраты рассчитывались исходя из общих затрат средств на технологию возделывания культуры в каждом варианте, переведенных в доллары по курсу 16,73 лея/\$ и энергетического эквивалента доллара - 1\$ = 66.4 МДж [6,7].

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% (приложение 4.4.2). 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.

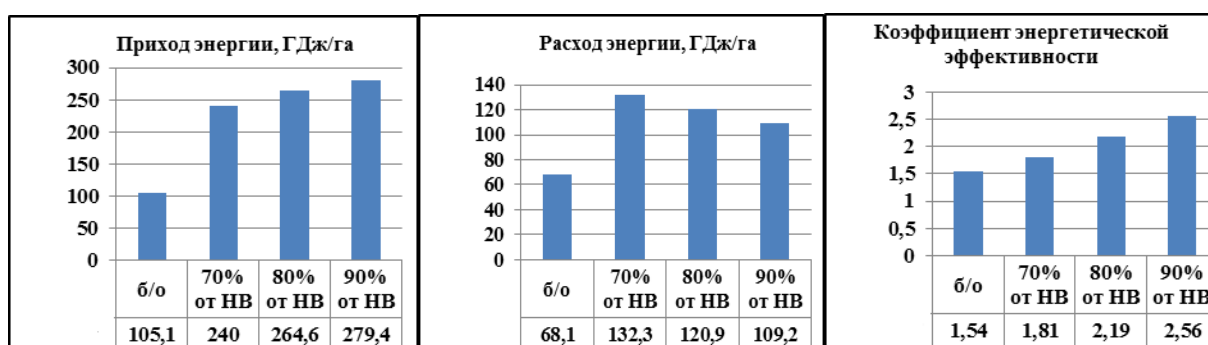


Рисунок 4.4.1. Влияние орошения на энергетическую эффективность возделывания подсолнечника

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).

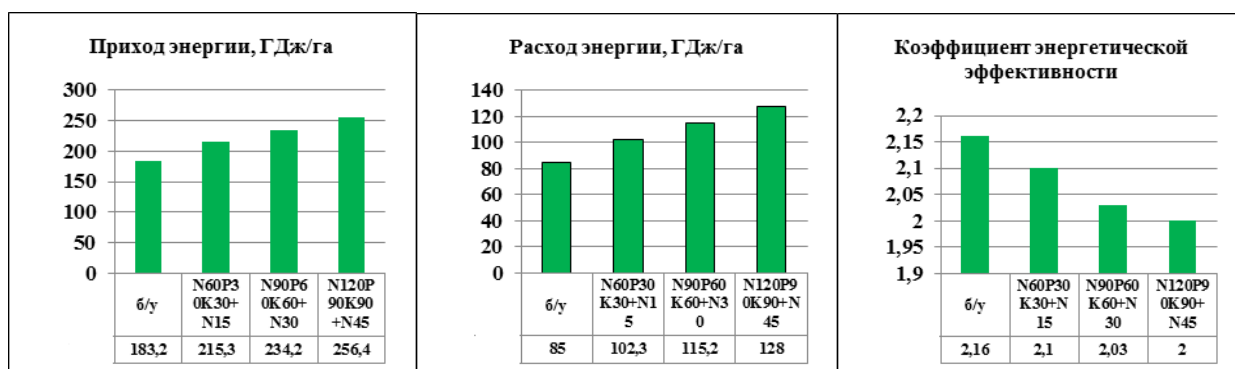


Рисунок 4.4.2. Влияние удобрений на энергетическую эффективность возделывания подсолнечника

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

4.5. Выводы к главе 4

1. В среднем за три года 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 1250-895 м³/т или на 3-31%.

2. 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 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%. Загущение посевов с 57 до 86 тыс./га способствовало более эффективному (на 10-12%) использованию почвенной влаги и оросительной воды.

3. Максимальная окупаемость удобрений продукцией (5,67 кг/кг д.в.) отмечена в варианте с предполивной влажностью 80% от НВ и при минимальной дозе N₆₀P₃₀K₃₀+N₁₅ (3,7 кг/кг д.в.).

4. 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.

5. 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.

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.

6. Максимальная рентабельность (37%) при производстве подсолнечника на масло достигнута при применении режима орошения с предполивной влажностью почвы не ниже 90% от НВ, дозе удобрений N₆₀P₃₀K₃₀+N₁₅ и густоте стояния растений 86 тыс./га.

Производство подсолнечника на масло становится рентабельным при более высокой предполивной влажности (не ниже 80% от НВ), чем производство на семена. Безубыточность первых двух доз удобрений на режимах орошения 80 и 90% от НВ наступает при уровне урожайности 3,6-4,7 т/га, а третьей дозы – при 4,6-5,3 т/га.

7. 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%.

8. 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. 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.

9. 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%.

5. ЗАВИСИМОСТИ УРОЖАЙНОСТИ ПОДСОЛНЕЧНИКА ОТ ИЗУЧАЕМЫХ ФАКТОРОВ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ ОЖИДАЕМЫХ 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. Поэтому для определения лучших зависимостей нужно их рассчитывать для каждой культуры и региона отдельно, так как они изменяются во времени [4].

Исследователи Grumeza N., Merculiev O., Klepş C. определили взаимосвязь между водопотреблением и урожайностью используя линейную, логарифмическую, полиномиальные зависимости [5].

Ряд авторов [157, 158] использовали для этого полиномиальные и степенные корреляционные зависимости.

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 ожидаемого урожая [7].

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. в) и «урожайность – суммарное испарение» (рис. 5.1.1. с).

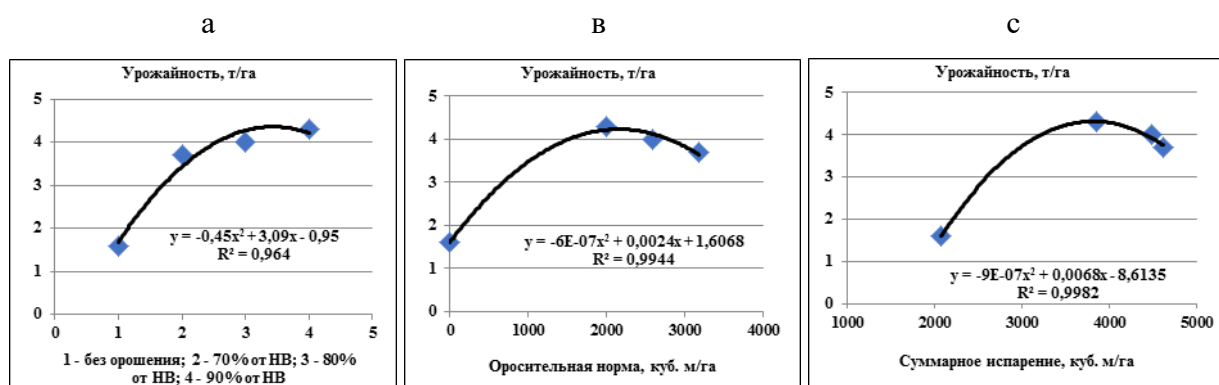


Рисунок 5.1.1. Зависимость урожайности подсолнечника от режимов орошения (а) и от его составляющих (в, с)

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.

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

5.2. Зависимость «урожайность – удобрение»

По средним для фактора «Удобрение» данным была рассчитана зависимость «Урожайность – содержание питательных веществ». Данная зависимость, как и предыдущие зависимости, по влиянию орошения на урожайность, лучше всего описывается уравнением полинома второго порядка, так же имеющем высокие величины достоверности аппроксимации. Из полученной зависимости можно сделать вывод, что фактор пищевого режима полностью не оптимизирован, так как применяемые дозы удобрений не привели к снижению продуктивности подсолнечника (рис. 5.2.1). Отсюда можно предположить, что дальнейшее повышение доз удобрений сможет обеспечивать еще большую урожайность.

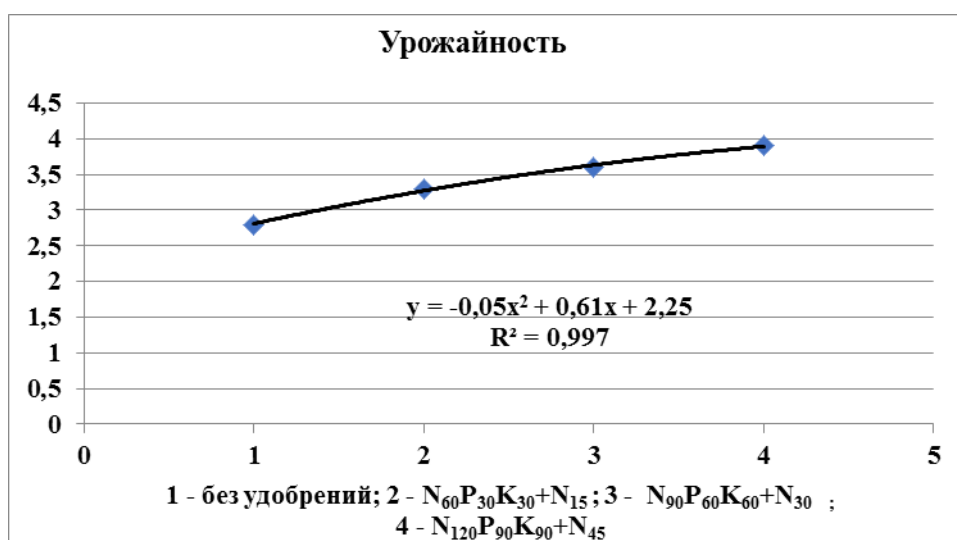


Рисунок 5.2.1. Зависимость «урожайность – доза удобрений»

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 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. 5.2.2). Причиной тому были более грузные поливы, которые сопровождались сбросами осадков из расчетного слоя увлажнения, а с ними и питательных веществ.

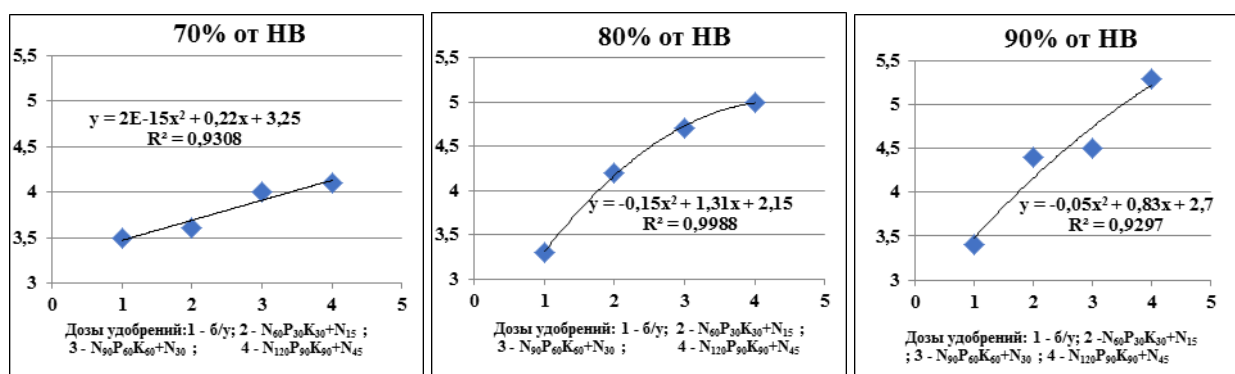


Рисунок 5.2.2. Зависимости «Урожайность – доза удобрений» при различной предполивной влажности

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.

5.3. Выводы к главе 5

1. Полученные зависимости с большой вероятностью позволяют прогнозировать, 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.

2. Зависимости «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 $N_{120}P_{90}K_{90}+N_{45}$, однако экономически это не оправданно.

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 урожайность 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. Урожайность свыше 5 т/га можно получить 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 ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ANDRIES, S. “Optimizarea regimurilor nutritive ale solurilor si productivitatea plantelor de cultura.” Chisinau : Pontos. 2007. pp.356-374. <https://doi.org/ISBN 978-9975-102-23-0>.
2. BARTLEY, D., C. BATTELLO, J. BRUINSMA, S. BUNNING, J. DELACRUZ, C. DE YOUNG, G. FRANCESCHINI, et al. “FAO 2012. Состояние мировых земельных и водных ресурсов для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. управление системами, находящимися под угрозой.” продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций (рим) и издательство «Весь Мир» (Москва). 2012. ISBN 978-92-5-406614-7. <https://www.fao.org/4/i1688r/i1688r.pdf>.
3. CALVIN, KATHERINE, DIPAK DASGUPTA, GERHARD KRINNER, ADITI MUKHERJI, PETER W. THORNE, CHRISTOPHER TRISOS, JOSÉ ROMERO, et al. 2023. “IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (Eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.” Edited by Paola Arias, Mercedes Bustamante, Ismail Elgizouli, Gregory Flato, Mark Howden, Carlos Méndez-Vallejo, Joy Jacqueline Pereira, et al. 2023, pp.35–115. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>.
4. 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=XkghNZ4AAAAJ&citation_for_view=XkghNZ4AAAAJ:Zph67rFs4hoC.
5. GRUMEZA N., MERCULIEV O., KLEPŞ C. “Prognoza si programarea aplicării udărilor in sistemele de irigații. Bucureşti”. 1989. 368 p.
6. GUMANIUC A. “Eficiența regimurilor de irigare .” Agricultura Moldovei, Вып 4. 2005. p.p. 15–17. www.anacip.md.
7. GUMANIUC, A.. “Irigarea și fertilizarea culturilor agricole în condiții de subasigurare cu apă”. – Teză de doctor habilitat în agricultură. 2006. <http://www.cnaa.md/thesis/4657/>.
8. HU, J., and G. SEILER. 2010. Genetics, genomics and breeding of sunflower. Edited by Jinguo Hu, Gerald Seiler, and C. Kole. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b10192>.
9. MATSKOVA, S.I., and A.V GUMANYUK.. “Reserves of soil productive humidity are the key to high yield of sunflower”. Research Journal of Agricultural Science 57 (1). 2025. p.p.161–65. <https://doi.org/10.59463/RJAS.2025.1.19>.
10. REYNOLDS, MATTHEW P., and RODOMIRO ORTIZ. “Adapting crops to Climate

Change: A Summary.” Climate change and crop production, May, 2010. p.p.1–8.
<https://doi.org/10.1079/9781845936334.0001>.

11. ROUPHAEL, Y., G. COLLA, S. FANASCA, and F. KARAM. “Leaf area estimation of sunflower leaves from simple linear measurements.” *Photosynthetica* 45(2) 2007.p.p, 306–308.
<https://doi.org/10.1007/s11099-007-0051-z>.

12. TUBIELLO, F. N., VAN DER VELDE, M. “Land and water use options for climate change adaptation and mitigation in agriculture.” SOLAW Background Thematic Report TR04A. Rome, FAO. 2010.
https://www.researchgate.net/publication/265412483_Land_and_water_use_options_for_climate_change_adaptation_and_mitigation_in_agriculture.

13. UWE MEIER. “BBCH Monograph.” 2001.
https://www.openagrar.de/servlets/MCRFileNodeServlet/openagrar_derivate_00010428/BBCH-Skala_en.pdf.

14. VOLLMANN, JOHANN, and ISTVAN RAJCAN. “Oil crop breeding and Genetics.” *Oil Crops*, June, 2009. p.p.1–30. https://doi.org/10.1007/978-0-387-77594-4_1.

15. АГАФОНОВ, Е.В., Г.Е. МАЖУГА, А.В. ВАЩЕНКО. “Применение минеральных удобрений и биопрепаратов под подсолнечник на черноземе обыкновенном.” *Зерновое хозяйство России*. Вып. №5. 2015. p.p. 56–59.
<https://www.zhros.online/jour/article/view/299/297>.

16. АЛБА, С. “Подземные системы орошения – лучший способ ирригации с учетом дефицита и дороговизны воды в Молдове.” *Agroexpert.Md*. March 16.2023.
<https://agroexpert.md/rus/v-moldove/sergey-alba-podzemnye-sistemy-orosheniya-luchshiy-sposob-irrigatsii-s-uchetom-defitsita-i-dorogovizny-vody-v-moldove>.

17. АСТАХОВ, А.А. “Совершенствование адаптивной технологии возделывания подсолнечника в сухостепной зоне Нижнего Поволжья.” Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. 2004.
<https://dissercat.com/content/sovershenstvovanie-adaptivnoi-tekhnologii-vozdelyvaniya-podsolnechnika-v-sukhostepnoi-zone-n>.

18. БАРИШАДСКАЯ, С.И., РОМАНЕНКО, А.А., КВАШИН, А.А.. “Влияние различных систем удобрения на урожайность семян и содержание масла у подсолнечника в условиях зоны недостаточного увлажнения Краснодарского Края.” *Научно Технический Бюллетень Всероссийского НИИ Масличных Культур*. -- Вып. 2 (141). 2009. p.p. 67-73. ISSN: 2412-608X. <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-razlichnyh-sistem-udobreniya-na-urozhaynost-semyan-i-soderzhanie-masla-u-podsolnechnika-v-usloviyah-zony-nedostatochnogo/viewer>.

19. 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>.
20. БЛАЖКО, В. “Выращивание подсолнечника на капельном орошении - СуперСадовник”. 2015. <https://supersadovnik.net/vyrashhivanie-podsolnechnika-na-kaapelnom-oroshenii/>.
21. БОБОВКИНА, В.В., ТУРОВЕЦ, О.А., НАУМОВЕЦ, О.В. “Возделывание гибридов подсолнечника на маслосемена. Типовые технологические процессы: Отраслевой регламент.” 2013. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjHrIfukYmTAXU5IP0NHZCFBzcQFnoECBkQAQ&url=http%3A%2F%2Fpolinra.by%2Fotraslevoy_reglament_vozdelyvaniye_podsolnechnika_na_maslosemena_2.docx&usg=AOvVaw2oD56hvQofsVnZIM81ROMP&opi=89978.
22. БОИНЧАН, Б.П. Практическое руководство по экологическому земледелию (Полевые Культуры). 2016. Кишинев. <https://eco-tiras.org/books/Ru-2.pdf>.
23. БОЛЬДИСОВ, Е.А, БУШНЕВ, А.С. “Продуктивность гибридов подсолнечника в курской области и Краснодарском крае в зависимости от норм высева семян и применения минеральных удобрений.” Научно-технический бюллетень Всероссийского НИИ Масличных культур. 2017. Вып.1(169). -р.р.58-63. ISSN: 2412-608X/<https://vniimk.ru/upload/8a.Большисов,Бушнев-стр.58-63.pdf>.
24. БОЛЬДИСОВ, Е.А. “Экологическая адаптивность гибридов к различным почвенно-климатическим условиям в зависимости от некоторых элементов агротехники.” Научно-технический бюллетень Всероссийского НИИ Масличных культур. Вып.2(162). 2015. р.р.40-49. ISSN: 0202-5493 <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskaya-adaptivnost-gibridov-k-razlichnym-pochvenno-klimaticheskim-usloviyam-v-zavisimosti-ot-nekotoryh-elementov-agrotehniki>.
25. БОЧКОВОЙ, А.Д., Е.А. ПЕРЕТЯГИН, В.И. ХАТНЯНСКИЙ, В.А. КАМАРДИН, and К.М. КРИВОШЛЫКОВ. “Подсолнечник: особенности сортовой политики в зависимости от почвенно-климатических, технологических и социально-экономических условий.” Научно-Технический Бюллетень Всероссийского НИИ Масличных Культур 2 (174) 2018. р.р. 120–134. <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2018-2-174-120-134>.
26. БУШНЕВ, А.С., ПОДЛЕСНЫЙ, С.П., ХАТИТ, А.Б., ВЕТЕР, В.И. “Урожайность и качество семян подсолнечника в зависимости от элементов адаптивной технологии

возделывания.” Масличные культуры. научно-технический Бюллетень Всероссийского НИИ Масличных культур. 2017. Вып.4(172). - р.р.61-71. ISSN: 2412-608X. <https://vniimk.ru/upload/10.+++Бушнев - 172 - статья.pdf>.

27. БУШНЕВ, А.С., ПОДЛЕСНЫЙ, С.П. “Продуктивность сортов подсолнечника после льна масличного и озимой пшеницы на черноземе выщелоченном западного Предкавказья.” Научно-технический бюллетень Всероссийского НИИ Масличных Культур 1 (140). 2009. pp.50-54. ISSN: 2412-608X.. <https://cyberleninka.ru/article/n/produktivnost-sortov-podsolnechnika-posle-lna-maslichnogo-i-ozimoy-pshenitsy-na-chnozeme-vyschelochennom-zapadnogo-predkavkazya/viewer>.

28. БЫКОВА, А.В., МАЛЬЦЕВА, Н.Е., ПАВЛОВА, Д.С. и др. “Влияние изменения климата на сельское хозяйство.” Естественные и математические науки в современном мире: Сб. ст. по матер. XIV Междунар. Научн.-практ. конф №1 (13) Новосибирск. 2014. SSN: 2309 3560. <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-izmeneniya-klimata-na-selskoe-hozyaystvo/viewer>.

29. ВАВИЛОВ, П.П., ГРИЦЕНКО, В.В., КУЗНЕЦОВ, В.С. и др. “Растениеводство.” Москва: Колос. 1979, р.р. 398-405 https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_007666265/.

30. ВАСИЛИОГЛО, Н., ГУМАНИЮК, А., МАЙКА, Л., МАТИУША, В. 2017. “Влияние удобрений и орошения на урожайность подсолнечника,” Solul și îngrășămintele în agricultura contemporană. Conferința științifică internațională, consacrată aniversării a 120 de ani de la nașterea academicianului Ion Dicusar. – Chișinău, Republika Moldova. 2017. pp. 88–90. ISSN: 0582 5229 https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/88-90.pdf

31. ВАСИЛИОГЛО, Н., ГУМАНИЮК, А., Л. МАЙКА. “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.

32. ВАСИЛЬЕВ, Д.С. 1990. “Подсолнечник.” 1990. <https://i.twirpx.link/file/721752/>.

33. ВЕТЕР, В.В. “Продуктивность новых сортов и гибридов подсолнечника в зависимости от условий выращивания на выщелоченных Черноземах западного Предкавказья.” Автореферат на соиск. уч. ст. к. с-х. н. – Краснодар. 2004. https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_000809026/.

34. ВИСЛОБОКОВА, Л.Н., ИВАНОВА, О.М., ИВАНОВ, С.В. “Влияние различных видов удобрений на урожайность и качество семян подсолнечника сорта спартак в условиях Тамбовской области.” Масличные Культуры. Научно-Технический Бюллетень Всероссийского НИИ Масличных Культур. - Вып.1(173). 2018. р.р.42-46. ISSN:2412-608X.

- <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-razlichnyh-vidov-udobreniy-na-urozhaynost-i-kachestvo-semyan-podsolnechnika-sorta-spartak-v-usloviyah-tambovskoy-oblasti/viewer>.
35. ВИТЯЗЕВ, Н. “Экономическая эффективность: критерии и расчет.” Журнал «Генеральный Директор» – Профессиональный журнал руководителя . July 19, 2024. <https://www.gd.ru/articles/11971-ekonomicheskaya-effektivnost>.
36. “Выращивание подсолнечника по технологии ЭКСПРЕСС”. May 11, 2020. <https://acpadon.md/vyrashhivanie-podsolnechnika-po-tehnologii-ekspress/>.
37. ВЫСОЦКАЯ, Е.А., БАРЫШНИКОВА, О.С. “Динамика развития площади листовой пластинки сортов подсолнечника при загрязнении тяжелыми металлами территорий возделывания.” Электронный научно-производственный журнал АгроЭкоИнфо, Вып.4. 2020. pp.1-7. ISSN: 1999 6403. [https://doi.org/ISSN: 1999-6403](https://doi.org/ISSN:1999-6403).
38. ГАМАЮН, И.М., ГУМАНЮК, А.В., КОРОВАЙ, В.И. “Орошение сельскохозяйственных культур при дефиците водных и материально-технических ресурсов. Тирасполь: Литера, 2005, р.46.
39. ГАРБАР, Л.А, КОВТУН, Т.В. “Формирование площади листовой поверхности гибридов подсолнечника под влиянием минерального удобрения.” Вестник Алтайского государственного аграрного университета, № 11 (169). 2018, р.р.19-24. ISSN:1996-4277. <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-ploschadi-listovoy-poverhnosti-gibridov-podsolnechnika-pod-vliyaniem-mineralnogo-udobreniya>.
40. ГАРКУША, С.В., ЛУКОМЕЦ, В.М., БОЧКАРЕВ, Н.И. и др. “Адаптивные технологии возделывания масличных культур.” ЭБС РГАУ-МСХА. 2011. <http://elib.timacad.ru/dl/full/4003.pdf/view>.
41. ГЛУШЕНКО, М.А. “Агробиологические особенности и продуктивность сортов и гибридов подсолнечника в зависимости от приёмов возделывания на южных чернозёмах волгоградской области.” Автореферат на соиск. уч. ст. к. с-х. н. – Волгоград. 2007. <https://www.dissercat.com/content/agrobiologicheskie-osobennosti-i-produktivnost-sortov-i-gibridov-podsolnechnika-v-zavisimost/read>.
42. ГОНЧАРОВ, А.А.. “Влияние способов обработки почвы и внесения удобрений на продуктивность подсолнечника на светло-каштановой почве в засушливой зоне Северного Кавказа.” Научно-Технический Бюллетень Всероссийского НИИ Масличных Культур. Вып.1(146-147). 2011. р.р.89-94. ISSN:0202-5493. <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-sposobov-obrabotki-pochvy-i-vneseniya-udobreniy-na-produktivnost-podsolnechnika-na-svetlo-kashtanovoy-pochve-v-zasushlivoy-zone/viewer>.
43. ГОРШКОВ, А. В. “Продуктивность различных сортов и гибридов подсолнечника в

зависимости от почвенного плодородия, удобрений и густоты стояния растений в условиях Воронежской области.” Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. 2003. <https://dissercat.com/content/produktivnost-razlichnykh-sortov-i-gibridov-podsolnechnika-v-zavisimosti-ot-pochvennogo-plod>.

44. 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>.

45. 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>.

46. 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>.

47. 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>.

48. “ГОСТ 26205-91 1. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО / 26205 91”. July 1, 1993. <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294828/4294828275.htm>.

49. ГОСТ 26423-85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, РН и плотного остатка водной вытяжки. May 2011. <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294828/4294828015.htm>.

50. ГОСТ 26951-86. “Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом”. 1987. https://normadocs.ru/gost_26951-86.

51. ГОСТ 4151-72. “Вода питьевая. методы определения общей жесткости.” 1994. <https://internet-law.ru/gosts/gost/46251/>.

52. 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>.

53. ГРАДИНАРЬ, Д. “Регулирование водного режима почвы и пищевого режима растений при возделывании безрассадного томата в открытом грунте на капельном орошении.” Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора

сельскохозяйственных наук/ Кишинев. 2019. www.anacip.md.

54. ГРИШИН, В. А. “Продуктивность гибридов подсолнечника в зависимости от предшественников и сроков возврата в севооборот на южных черноземах Волгоградской области.” Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Волгоград/ 2008. <https://dissercat.com/content/produktivnost-gibridov-podsolnechnika-v-zavisimosti-ot-predshestvennikov-i-srokov-vozvrata-v>.

55. ГУМАНЮК, А В, В Ф БОТНАРЬ, Д Г ГРАДИНАР. 2018. “Регулирование водного и пищевого режимов при возделывании томата на капельном орошении.” Наука, техника и образование Вып. 4 (45). 2018, p.p.57-62. <https://doi.org/10.20861/2312-8267-2018-45-004>.

56. ДАВЛЯТОВ, И.Я. “Совершенствование приемов агротехники и продуктивность высокомасличных сортов и гибридов подсолнечника на черноземах типичных оренбургского предуралья.” Автореферат на соиск. уч. ст. к. с-х. н. Оренбург. 2007. https://new-disser.ru/_avtoreferats/01003310868.pdf.

57. ДЕМЧУК, В. “Уже разлили масло: рейтинг производителей подсолнечника в 2019.” 2020. <https://latifundist.com/rating/uzhe-razlili-maslo-rejting-proizvoditelej-podsolnechnika>.

58. 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>.

59. ДОЦЕНКО, О., МИРОШНИЧЕНКО, М., СЕМЕНОВ, Д., ПАНАСЕНКО, Е., ГОСПОДАРЕНКО, Г. “Удобрения сояшнику: сучасно та ефективно” Журнал Пропозиція. May 28, 2017. <https://propozitsiya.com/ua/udobrennya-sonyashniku-suchasno-ta-efektivno>.

60. ДРОБИЛКО, А.Д., ДРОБИЛКО, Ю.А., ШЕВЧЕНКО, П.Д. 2009. “Эффективные приемы возделывания подсолнечника при орошении в Ростовской области.” Научно-Технический Бюллетень Всероссийского НИИ Масличных Культур. Вып.1(140). 2009. p.p.54-57. ISSN: 2412 608X. <https://doi.org/ISSN: 2412-608X>.

61. ЖЕЛУДКОВ, В.Г. “Влияние минеральных удобрений на продуктивность сортов и гибридов подсолнечника на черноземах степного Поволжья.” Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук Саратов 2007, 1–22. https://new-disser.ru/_avtoreferats/01003311078.pdf.

62. ЗАГОРУЛЬКО, А.В. “Научное обоснование оптимизации технологий возделывания и повышения продуктивности озимой пшеницы, кукурузы, подсолнечника на выщелоченном черноземе западного Предкавказья.” Автореф. на соиск. уч. ст. д. с-х. н. – Краснодар. 2005. <https://www.dissercat.com/content/nauchnoe-obosnovanie-optimizatsii->

tekhnologii-vozdelyvaniya-i-povysheniya-produktivnosti-ozii/read.

63. ЗАНИЛОВ, А.Х., ШИЛОВА, Е.П. “Повышение эффективности минерального питания растений на примере подсолнечника.” Министерство с-х Российской Федерации //Методическая Документация для с-х консультантов. 2016. ISBN: 978 5 7367 1198 7. <https://doi.org/ISBN: 978-5-7367-1198-7>.

64. ИЛЬИНСКАЯ, И.Н., КУЛЫГИН, В.А. “Особенности водопотребления и эффективность использования оросительной воды при возделывании подсолнечника.” Орошаемое земледелие Вып.2 Апрель, 2019, pp.30-31. ISSN:2618 8279. https://www.vniioz.ru/zhurnal/orz/02-2019/oz_1902_st_08.pdf.

65. КАГЕРМАЗОВА, А.Ч. “Продуктивность и качество семян сортов и гибридов подсолнечника в зависимости от технологии возделывания в предгорной зоне Кабардино-Балкарии.” Автореферат диссертации на соискании ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук - Нальчик. 2004. <https://www.dissercat.com/content/produktivnost-i-kachestvo-semyan-sortov-i-gibridov-podsolnechnika-v-zavisimosti-ot-tekhnolog/read>.

66. КАГЕРМАЗОВА, А.Ч., З.А. ИВАНОВА, Ф.Х. НАГУДОВА. “Влияние различных приемов технологии возделывания подсолнечника на экономическую эффективность производства.” Современные проблемы науки и образования. Вып.5. 2014. ISSN: 2070 7428. <https://science-education.ru/article/view?id=14925>.

67. КАРАЕВА, Л.Ю., КУРБАНОВ, С.А., МАГОМЕДОВА, Д.С. “Перспективная технология производства подсолнечника в республике Дагестан.” Известия нижеволожского агроуниверситетского комплекса. Вып.3(51). 2018. p.p. 209-215. <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivnaya-tehnologiya-proizvodstva-podsolnechnika-v-respublike-dagestan/viewer>.

68. КАСМЫНИН, Г.Г. “Эффективность основной обработки почвы в управлении факторами почвенного плодородия при возделывании подсолнечника на черноземе выщелоченном центрального предкавказья” Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук, Ставрополь.2014.. <http://www.dslib.net/zemledelie/jeffektivnost-osnovnoj-obrabotki-pochvy-v-upravlenii-faktorami-pochvennogo.html>.

69. КВАСОВ, А.Ю. “Влияние различных доз и сочетаний минеральных удобрений и природных цеолитов на урожай и качество семян подсолнечника в условиях Центрально-Черноземного Региона.” Автореферат на соиск. уч. ст. к. с-х. н. – Воронеж. 2000. <https://www.dissercat.com/content/vliyanie-razlichnykh-doz-i-sochetanii-mineralnykh->

udobrenii-i-prirodnikh-tseolitov-na-urozha/read.

70. КВАШИН, А.А. 2008. “Повышение продуктивности подсолнечника в северной зоне Краснодарского края за счет оптимизации минерального питания.” Научно-технический бюллетень Всероссийского НИИ Масличных Культур. Вып.1 (138). 2008, pp.42-44. ISSN: 2412-608X. <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-produktivnosti-podsolnechnika-v-severnoy-zone-krasnodarskogo-kрая-za-schet-optimizatsii-mineralnogo-pitaniya/viewer>.

71. “Климат: Молдова.”. 2025. <https://ru.climate-data.org/европа/молдова-150/>.

72. КЛЮКА, В. И., БАНДЮК С.Н. “Продолжительность фаз вегетации и вегетационного периода гибридов подсолнечника отечественной и зарубежной селекции в зависимости от плотности агроценоза и условий зон выращивания Краснодарского края”. Научно-технический бюллетень Всероссийского НИИ Масличных Культур. Вып.1(140). 2009, p.p. 38-41. ISSN: 2412-608X.. <https://cyberleninka.ru/article/n/prodolzhitelnost-faz-vegetatsii-i-vegetatsionnogo-perioda-gibridov-podsolnechnika-otechestvennoy-i-zarubezhnoy-selektcii-v/viewer>.

73. КОВАЛЕНКО, А. “Оптимізація мінерального живлення соняшнику — Журнал Пропозиція.” August 27, 2017. <https://propozitsiya.com/ua/optimizaciya-mineralnogo-zhivlennya-sonyashniku>.

74. КОЗЛОВА, И.Н., ЛУПОВА, Е.И., ВИНОГРАДОВ, Д.В. “Значение доз удобрений и сроков посева в повышении урожайности подсолнечника.” Актуальные вопросы производства, хранения и переработки сельскохозяйственное продукции. Материалы научной студенческой конференции 27 Февраля 2018г. Рязань, p.p.37–41.

75. КОЛОБОВА, М.О., В.В. БОРОДАЧЕВ. “Водопотребление и урожайность подсолнечника в рисовых чеках.” Известия Нижневолжского агроуниверситетского Комплекса. Вып.4(36), 2014. ISSN 2071-9485. https://www.volgau.com/Portals/0/izv_auk/izv_auk_full/izvestiya_2014_36_4.pdf?ver=SQfEkmM6Zr2Yx35LVTFQ2w%3D%3D.

76. 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/.

77. Компания Diolsem. 2025. “Компания Diolsem”. <https://diolsem.md/ru/poisk?search=аммофоска>.

78. КОНОВАЛЕНКО, С. А. “Сроки сева, нормы высева и эффективность

- биорациональных средств при выращивании подсолнечника на обыкновенных черноземах Волгоградской области.” Автореф. на соиск. уч. ст. к. с-х. н. Волгоград. 2003. https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_002655241/.
79. КОНОВАЛОВ, Д.А., В.С. ГОЛУБЕВ, Ю.Б. ВАХРАМЕЕВ. “Атмосферные осадки методика выполнения измерений осадкомером” Санкт-Петербург. 2004. <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293735/4293735425.pdf>.
80. 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. р.р. 96–100. DOI:10.18522/0321-3005-2015-4-96-100. <https://doi.org/10.18522/0321-3005-2015-4-96-100>.
81. КУРБАНОВ, С.А., МАГОМЕДОВА, Д.С., КАРАЕВА, Л.Ю. “Влияние густоты посевов подсолнечника на его продуктивность при капельном орошении.” Зерновое хозяйство России. Вып.5. 2015, р.р.50-53. ISSN: 2079 8725. <https://www.zhros.online/jour/article/view/300/298>.
82. КУРБАНОВ, С.А., МАГОМЕДОВА, Д.С., КАРАЕВА, Л.Ю. “Влияние густоты стояния растений подсолнечника на засоренность его посевов и урожайность.” Аграрная Россия. Вып.№10. 2018, pp.28-31. <https://doi.org/10.30906/1999-5636-2018-10-28-31>.
83. ЛИТВИНОВ, Д. В. 2012. “Выращивание подсолнечника в короткоротационных севооборотах.” Журнал “Главный агроном” Вып. 9. 2012, р.р 30-35. ISSN:2074-7446. <https://www.lagoda.by/docs/10451.pdf>.
84. ЛИТВИНОВ, Д. В. 2013. “Влияние культуры подсолнечника на водный и питательный режимы почвы в системе короткоротационных севооборотов.” Научно-технический бюллетень Всероссийского НИИ Масличных культур. Вып.1 (153-154). 2013, pp.69-75. ISSN:0202-5493. <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-kultury-podsolnechnika-na-vodnyy-i-pitatelnyy-rezhimy-pochvy-v-sisteme-korotkorotatsionnyh-sevooborotov/viewer>.
85. ЛИФАНЕНКОВА, Т. П., БИЖОЕВ, Р. В. “Урожайность и водопотребление подсолнечника в зависимости от орошения и системы удобрения.” Земледелие, Вып. №7. 2013, р.р.33-35. ISSN:0044-3913. <https://cyberleninka.ru/article/n/urozhaynost-i-vodopotreblenie-podsolnechnika-v-zavisimosti-ot-orosheniya-i-sistemy-udobreniya/viewer>.
86. ЛОШКОМОЙНИКОВ, А.Н., ПУЗИКОВ, А.Н. “Густота стояния и урожайность различных сортов подсолнечника в условиях Омской области.” Земледелие № 8, 2009, pp. 20-22. ISSN. 0130-9081. <https://cyberleninka.ru/article/n/gustota-stoyaniya-i-urozhaynost-razlichnyh-sortov-podsolnechnika-v-usloviyah-omskoy-oblasti/viewer>.
87. ЛУДАНОВА, Е.В., МАЛАЙ, Н.Ф., ШУРУПОВ, В.Г. “Влияние густоты стояния

растений на продуктивность подсолнечника.” Известия вузов СевероКавказский Регион. Естественные науки. Вып. №4. 2015, p.p.101-103. ISSN: 2071-5969. <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-gustoty-stoyaniya-rasteniy-na-produktivnost-podsolnechnika/viewer..>

88. ЛУКОМЕЦ, В. М., ТИШКОВ, Н. М., БАРАНОВ, В.Ф., ПИВЕНЬ, В. Т., КОРРЕА, УГО ТОРО, ШУЛЯК, И. И. “Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами”, ВНИИМК, Краснодар. 2007. <https://vniimk.ru/science/nauchniye-izdaniya/scientific-publication/metodika-provedeniya-polevykh-agrotekhnicheskikh-opytov-s-maslichnymi-kulturami-2007-g/>.

89. ЛУКОМЕЦ, В.М., БУШНЕВ, А.С., ПОДЛЕСНЫЙ, С.П., МАМЫРКО, Ю.В., СЕМЕРЕНКО, С.А. “Оценка продуктивности подсолнечника в зависимости от некоторых элементов технологии возделывания на черноземах западного предкавказья.” Научно-технический бюллетень Всероссийского Научно-Исследовательского Института Масличных культур. Вып.4 (168). 2016, pp.36-44. ISSN:2412-608X. <https://vniimk.ru/upload/36-44> Лукомец, Бушнев, Подлесный, Мамырков, Веиер, Семеренко.pdf

90. 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>.

91. ЛУКОМЕЦ, В.М., ПИВЕНЬ, В.Т., ТИШКОВ, Н.М. “Защита подсолнечника от вредных организмов при интенсивной технологии возделывания.” Защита и карантин растений. № 12. 2014 p.p. 38-42. ISSN: 1991-3599. <https://cyberleninka.ru/article/n/zaschita-podsolnechnika-ot-vrednyh-organizmov-pri-intensivnoy-tehnologii-vozdelyvaniya/viewer>.

92. ЛУЧИНСКИЙ, С.И., В.Я. ЧУМАЧЕВ. “Продуктивность подсолнечника при различных уровнях минерального удобрения и засоренности посевов.” Научно-технический бюллетень Всероссийского НИИ Масличных Культур. - Вып.2(141). 2009, p.p.74-78. ISSN: 2412-608X <https://cyberleninka.ru/article/n/produktivnost-podsolnechnika-pri-razlichnyh-urovnyah-mineralnogo-udobreniya-i-zasorennosti-posevov/viewer>.

93. МАКАРОВА, М.П., ВИНОГРАДОВ, Д.В. 2016а. “Влияние сроков посева на урожайность подсолнечника в условиях Рязанской области.” Вестник сельского развития и социальной политики, вып. № 1(9). 2016, p.p.88-90. <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-srokov-poseva-na-urozhaynost-podsolnechnika-v-usloviyah-ryazanskoj-oblasti/viewer>

94. МАКАРОВА, М.П., Д.В. ВИНОГРАДОВ. 2016б. “Оценка гибридов подсолнечника

при использовании минеральных удобрений.” Современные энерго-и ресурсосберегающие экологически устойчивые технологии, и системы сельскохозяйственного производства. сборник научных трудов. под редакцией Н. В. Бышова. 2016. р.р. 429-432. http://www.rgatu.ru/archive/sborniki_konf/8/sbor1.pdf.

95. МАКОВЕЕВ А.В., ДЕРЕКА Ф.И, ЛУЧИНСКИЙ С.И., ЛУЧИНСКИЙ В.С., МАКАРЕНКО С.А. “Влияние минеральных удобрений на продуктивность гибридов подсолнечника.” Научный журнал Кубанского государственного аграрного университета, Вып.123 (09). 2016. р.р. 1–15. <https://doi.org/10.21515/1990-4665-123-093>.

96. МАРКЕЛОВА, Е.К., ТИХОМИРОВ, А.В. “Практическая методика определения энергозатрат и энергоемкости производства продукции, а также потребностей в энергоресурсах.” Минсельхоза России от 07.06.2001 N 17. 2001. https://meganorm.ru/mega_doc/norm_update_02082025/metodika/0/prakticheskaya_metodika_o_predeleniya_energozatrati.html.

97. 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», March, 52–56. https://ovoch.com/assets/files/conference/tezu/agrarna-04-03-2022.pdf?utm_source.

98. 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.160–65. https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/179699/gscholar.

99. МАЦКОВА, С.И., ГУМАНЮК. Зависимость продуктивности подсолнечника от уровня минерального питания при капельном орошении. Материалы. Международный форум молодых исследователей. 2025. https://m.sciencen.org/assets/Kontent/Konferencii/Arhiv-konferencij/KOF-1279.pdf?utm_source.

100. 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». р.р. 26-34. ISBN 978-5-6051575-6-4

101. МАЦКОВА С., ГУМАНЮК А., СТОЯНОВА Е. “Влияние минерального питания

подсолнечника на урожайность при капельном орошении.” Agricultural Science Știința Agricolă. No. 1 2025. p.p.52-61. ISSN 1857-0003 E-ISSN 2587-3202/
<https://press.utm.md/index.php/as/article/view/2025-1-06/2025-1-06>.

102. 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. 4:2358–63. https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/2358-2363.pdf

103. 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. – p.266. <https://doi.org/https://doi.org/10.70739/sstac2025.50>.

104. МАЦКОВА, С.И., А.В. ГУМАНЮК, Т.В. ПАЗЯЕВА. “Влияние агроприемов в севообороте на продуктивность культур и почву при традиционной и альтернативной системах земледелия.” Вестник приднестровского университета серия: медико-биологические и химические науки Вып.№2 (77). 2024. p.p.92–99 С. <http://spsu.ru/science/nauchno-izdatelskaya-deyatelnost/vestnik-pgu>.

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>.

106. МЕДВЕДЕВ, Г.А., Н.Г. ЕКАТЕРИНИЧЕВА, В.С. УТУЧЕНКОВ. “Влияние норм высева и биологически активных веществ на урожайность гибридов подсолнечника.” Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. ып. №4 (12). 2008, pp.31-34. ISSN: 2071-9485. <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-norm-vyseva-i-biologicheski-aktivnyh-veschestv-na-urozhaynost-gibridov-podsolnechnika/viewer>.

107. “Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС).” 2020. <https://meganorm.ru/Data/521/52189.pdf>.

108. “Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. выпуск первый общая часть.” 2019. ФГБУ «Госсорткомиссия». <https://direct.farm/content/e0d/e0db4853a13f4d04af486228515b02174430139.pdf>.

109. “Методика определения густоты стояния растений.” 2020. November 14, 2020. <https://floramir.ru/metodika-opredeleniya-gustoty-stoyaniya-rasteniy/>.

110. МИРОНОВА, Н.М. “Напрямки зниження та шляхи вдосконалення структури виробничих витрат.” Таврійський науковий вісник. Вип № 44. 2006, p.p.326-333. <https://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/>

111. МУСАЕВ, М.Р., КУРАМАГОМЕДОВ, А.У., МАГОМЕДОВА, Д.С., СУЛЕЙМАНОВ, П.А. “Разработка ресурсосберегающего режима орошения подсолнечника.” Актуальные вопросы АПК в современных условиях развития страны Сборник научных трудов, 2016, pp. 94–97. ISBN:9785990907737. www.daggau.rf.
112. 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-maslichno-helianthus-annuus-l-v-usloviyah-tschr>.
113. НИКИШКОВ, А.В., ДАУЛЕТАЛИЕВА, Ш.Р. “Возделывание подсолнечника в условиях Актыбинской области.” Достижение науки и техники АПК. Вып. №11. 2011, p.p.32-34. <https://cyberleninka.ru/article/n/vozdelyvanie-podsolnechnika-v-usloviyah-aktyubinskoj-oblasti/viewer>.
114. НИЧИПАРОВИЧ, А.А. “Задачи работ по изучению фотосинтетической деятельности растений как фактора продуктивности.” М.: Наука. АН СССР. 1966.
115. НИЧИПАРОВИЧ, А.А. “Физиология и продуктивность растений.” М.: Наука. 1982.
116. ОРЕШКИН, А.Ю. “Продуктивность генотипов подсолнечника и качество семян в зависимости от приемов агротехники на южных чернозёмах волгоградской области.” Автореферат . на соиск. уч. ст. к. с-х. н. Волгоград. 2006. <https://www.dissercat.com/content/produktivnost-genotipov-podsolnechnika-i-kachestvo-semyan-v-zavisimosti-ot-priemov-agrotekhn/read>.
117. ОСИПЕНКО, Д. А. “Ресурсосберегающая технология возделывания подсолнечника на орошаемых черноземах обыкновенных на примере ростовской области.” Автореф. на соиск. уч. ст. к. с-х. н. – Новочеркасск, 2000. https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_003208567/.
118. 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.
119. ПАНЬКОВ, Ю.И. “Продуктивность подсолнечника в зависимости от технологии возделывания на черноземе обыкновенном центрального предкавказья.” Диссертация на соиск. уч. ст. к. с-х. н. – Ставрополь. 2017. p.p.118-145. <https://www.dissercat.com/content/produktivnost-podsolnechnika-v-zavisimosti-ot-tekhnologii-vozdelyvaniya-na-chnozeme-obykno>.
120. ПЕРЕКАЛЬСКИЙ, В.П. “Агроэкологическое обоснование различных режимов

орошения и густоты стояния растений подсолнечника на темно-каштановых почвах центрального заволжья.” Автореферат на соиск. уч. ст. к. с-х. н. – Саратов. 2002. <https://www.dissercat.com/content/agroekologicheskoe-obosnovanie-razlichnykh-rezhimov-orosheniya-i-gustoty-stoyaniya-rastenii-?ysclid=m5jq89j3hh308012530>.

121. ПЕРЕСАДЬКО, М.С. “Закономерности реакции новых гибридов подсолнечника на фон минерального питания и нормы высева семян.” Научно-Технический бюллетень Всероссийского НИИ Масличных Культур. Вып.2(141). 2009, р.р.31-35. ISSN: 2412-608X. <https://cyberleninka.ru/article/n/zakonomernosti-reaktsii-novyh-gibridov-podsolnechnika-na-fon-mineralnogo-pitaniya-i-normy-vyseva-semyan/viewer>.

122. ПИНАШКИН, Н.Н. “Влияние агротехнических приемов на урожайность и масличность подсолнечника в зоне Южных Черноземов Волгоградской области» по специальности ВАК РФ 06.01.01 - Общее Земледелие.” Автореферат на соиск уч. ст. к. с-х. н., Волгоград. 2012. <https://www.dissercat.com/content/vliyanie-agrotekhnicheskikh-priemov-na-urozhainost-i-maslichnost-podsolnechnika-v-zone-yuzhn/read>.

123. ПОВСТЯНОЙ, В.В. “Влияние удобрений на продуктивность подсолнечника на обыкновенном чернозёме западного предкавказья.” Научно-Технический бюллетень Всероссийского НИИ Масличных Культур. Вып. 1 (138). 2008, pp.44-46. ISSN: 2412-608X. <https://sciup.org/read/142171282>.

124. ПОВСТЯНОЙ, В.В. “Удобрение Подсолнечника В Двух Видах.” Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Пос. Персиановский, 2009, pp.1–26. https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_004396236/.

125. ПОДЛЕСНЫЙ, С.П., БУШНЕВ, А.С., ЦИКУ, Д.М. “Влияние норм высева на выполненность, объемную массу и массу 1000 семян новых и перспективных сортов и гибридов подсолнечника.” Научно-технический бюллетень Всероссийского НИИ Масличных культур. Вып.2(174). 2018. pp.47-54. <https://doi.org/10.25230/2412-608X-2018-2-174-47-54>.

126. ПУЗИКОВ, А.Н., СУВОРОВА, Ю.Н.. “Совершенствование технологии возделывания подсолнечника в западной сибире.” Научно-технический бюллетень ВНИИМК Вып.1 (150). 2012, pp.84-88. ISSN: 0202-5493 <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-tehnologii-vozdelyvaniya-podsolnechnika-v-zapadnoy-sibiri/viewer>.

127. РИЖА, Ю. “Анализ: затраты на производство подсолнечника и масла.” 2023. <https://agroexpert.md/rus/tseny-i-trendy/analiz-zatraty-na-proizvodstvo-podsolnechnika-i-masla>.

128. РИЖА, Ю. “S-Au scumpit semințele de floarea-soarelui. La cât ajung prețurile.”

- Agroexpert.Md. October 25, 2024a. https://agroexpert.md/rus/novosti/s-au-scumpit-semintele-de-floarea-soarelui-la-cat-ajung-preturile?fbclid=IwY2xjawGIh_pleHRuA2FlbQIxMQABHQCfM4lgb7adNZCHXcW40eEsBjA2EaSXggTwBj_fRdo6pRv_fIlp9950Ug_aem_q7W18vN6HmzOsq2v4u6zLA.
129. РИЖА, Ю. “Подсолнечное масло: тренды мирового рынка и динамика экспорта/импорта в РМ.” Agroexpert.Md. 2024b. <https://agroexpert.md/rus/tseny-i-trendy/podsolnechnoe-maslo-trendy-mirovogo-rynka-i-dinamika-eksporta-importa-v-rm>.
130. РИЖА, Ю. “Анализ торговли подсолнечным маслом на рынке рм в декабре 2024 года.” Agroexpert.Md. 2025. <https://agroexpert.md/rus/tseny-i-trendy/analiz-torgovli-podsolnechnym-maslom-na-rynke-rm-v-dekabre-2024-goda>.
131. РОМАЩЕНКО, М., ШАТКОВСКИЙ, А., РЯБКОВ, С. “Капельное орошение овощных культур.” История, современное состояние и перспективы развития в Украине. Овощеводство. 2009. р.р.66-70 https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=C67AYT4AAAAJ&cstart=20&pagesize=80&citation_for_view=C67AYT4AAAAJ:hqOjcs7Dif8C.
132. СЕЛЯНИНОВ, Г.Т. “Вопросы агроклиматического районирования СССР”: (Сборник Статей)/ Всесоюз. Ордена Ленина Акад. с.-х. Наук им. В. И. Ленина; Под ред. Ф. Ф. Давитая и А. И. Шульгина. 1958.
133. “Семена подсолнечника ЕС АРОМАТИК” https://lnzweb.com/ru/product-es-aromat-ksy?utm_source=chatgpt.com.
134. СЕФЕРЯН, В. С. “Продуктивность гибридов подсолнечника в зависимости от предшественников, сроков посева и удобрений на южных черноземах Волгоградской области.” Автореф. на соиск. уч. ст. к. с.-х. н. Волгоград. 2005. <https://dissercat.com/content/produktivnost-gibridov-podsolnechnika-v-zavisimosti-ot-predshestvennikov-srokov-poseva-i-udo>.
135. СИРОТИН, А.А., СИРОТИНА, Л.В., ТРИФОНОВА, М.Ф. “Элементы водного режима подсолнечника в зависимости от факторов среды.” Региональные Геосистемы №5 (36) Том 5. 2007, р.р.25-28. ISSN: 2712-7443. <https://cyberleninka.ru/article/n/elementy-vodnogo-rezhima-podsolnechnika-v-zavisimosti-ot-faktorov-sredy/viewer>.
136. СКУРТУЛ, А. Г., И. М. ГАМАЮН, В. З. ГАВРИЛЬЧЕНКО. “Прогнозирование сроков полива - основа урожая на орошаемых землях” 1987. Кишинев: Картя Молдовеняскэ. 1987, 71 с.
137. СОБОЛЕВА, Е.А., ЛУКИН, А.Л. “Влияние удобрений на биологическую активность почвы при выращивании подсолнечника.” Земледелие. емледелие. Вып.№ 6. 2013, pp.15-

18. <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-udobreniy-na-biologicheskuyu-aktivnost-pochvy-pri-vyraschivanii-podsolnechnika/viewer>.
138. СОЛОВОВ, С.Я., БУШНЕВ, А.С. 2017 “Эффективность применения удобрений при возделывании подсолнечника с различной нормой высева семян на чернозёме обыкновенном западного предкавказья” Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского НИИ Масличных Культур. Вып. 2 (170). 2017, pp. 55-63. ISSN: 2412-608X <https://sciup.org/jeffektivnost-primeneniya-udobrenij-pri-vozdelyvanii-podsolnechnika-s-razlichnoj-142151365>.
139. “Соняшник - основні чинники успішного вирощування.” 2017. <https://agroliga.com/podsolnechnik-osnovnye-factory-obespechivayushhie-uspeh-vyrashhivaniya/>.
140. СТОЛЯРОВ, О.В., КОЛОДЯЖНЫЙ, С.В. “Влияние обработки почвы и норм высева на урожайность подсолнечника, выращиваемого по системе EXPRESS SUN™.” Вестник Воронежского Государственного Аграрного Университета, №2 (57), 2018, pp. 13–19. <https://doi.org/10.17238/issn2071-2243.2018.2.13>.
141. “Технология возделывания подсолнечника.” 2015. Agrovesti.Net АПК. <https://agrovesti.net/lib/tech/growing-sunflower/tekhnologiya-vozdelyvaniya-podsolnechnika.html>.
142. “Технология выращивания подсолнечника (Часть 1).” 2010. <https://www.snpk.com.ua/advice/4/>.
143. ТИШКОВ, Н.М., ВЕТЕР, В.И. “Экономическая и биоэнергетическая оценка приемов выращивания сортов и гибридов подсолнечника.” Научно-технический бюллетень ВНИИ Масличных культур, Вып. 1(132) 2005, p.49-52. ISSN: 0202 5493. <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskaya-i-bioenergeticheskaya-otsenka-priemov-vyraschivaniya-sortov-i-gibridov-podsolnechnika/viewer>.
144. ТИШКОВ, Н.М., ДРЯХЛОВ, А.А. “Отзывчивость гибридов подсолнечника на густоту стояния растений на чернозёме выщелоченном Краснодарского края.” Научно-технический бюллетень Всероссийского НИИ Масличных культур. Вып.1(165). 2016, pp.51-58. ISSN: 2412-608X. <https://cyberleninka.ru/article/n/otzyvchivost-gibridov-podsolnechnika-na-gustotu-stoyaniya-rasteniy-na-chnozyome-vyschelochennom-krasnodarskogo-kрая/viewer>.
145. ТИШКОВ, Н.М., НАЗАРЬКО, А.Н. “Потребление элементов питания сортами и гибридами подсолнечника на чернозёме типичном.” Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского Научно Исследовательского Института Масличных культур. Агротехника и механизация, Вып.2 (151-152), 2012, pp.26-30. ISSN:

0202-5493. <https://cyberleninka.ru/article/n/potreblenie-elementov-pitaniya-sortami-i-gibridami-podsolnechnika-na-chnozyome-tipichnom/viewer>.

146. ТИШКОВ, Н.М., ПИХТЯРЕВ, Р.В. “Влияние способов применения удобрений на продуктивность подсолнечника и потребление элементов питания на чернозёме выщелоченном”. Масличные Культуры. Вып.2(178). 2019, pp.61-68. ISSN: 2412-608X. <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-sposobov-primeneniya-udobreniy-na-produktivnost-podsolnechnika-i-potreblenie-elementov-pitaniya-na-chnozyome/viewer>.

147. ТИШКОВ, Н.М., ТИЛЬБА, В.А., ШКАРУПА, М.В. “Влияние густоты стояния растений на продуктивность сортов крупноплодного подсолнечника.” Научно-технический бюллетень ВНИИ Масличных культур Вып.2 (174). 2018, pp.25-30. ISSN: 2412-608X. <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-gustoty-stoyaniya-rasteniy-na-produktivnost-sortov-kрупноплодного-podsolnechnika/viewer>.

148. ТОЙГИЛЬДИН, А.Л., ТОЙГИЛЬДИНА, И.А., ХАЗОВ, М.М. “Эффективность внесения минеральных удобрений при возделывании подсолнечника в условиях чернозема типичного.” Агронмия, агрохимия и агроэкология, 2020, pp.39-43. ISSN: 0002 1881. <http://lib.ugsha.ru:8080/bitstream/123456789/23929/1/2020-02-39-43.pdf>.

149. УШУРЕЛУ, Ю. 2017. “Итоги сельхозсезона-2017 в Молдове”. <https://agroexpert.md/rus/agrarnaya-politika/itogi-selihozsezona-2017-v-moldove>.

150. ХВОСТИКОВ, Ю.А. “Влияние минеральных удобрений на продуктивность подсолнечника, возделываемого на черноземе обыкновенном.” Автореф. на соиск. уч. ст. к. с-х. н. - п. Рассвет.. 2007. https://new-disser.ru/_avtoreferats/01003317857.pdf.

151. 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>

152. ЧАПРАСОВ, И.Н. “Продуктивность подсолнечника в зависимости от основных элементов технологии возделывания на черноземах саратовского правобережья.” Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Саратов, 2006. <http://www.dslib.net/rastenie-vodstvo/produktivnost-podsolnechnika-v-zavisimosti-ot-osnovnyh-jelementov-tehnologii.html>.

153. ЧЕРЕМИСИНОВ, А. А., ЧЕРЕМИСИНОВ, А. Ю. “Обзор расчетных методов определения суммарного испарения орошаемых сельскохозяйственных полей.” Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации, № 1(21). 2016, pp. 113–133. ISSN: 2222 1816. <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-raschetnyh-metodov-opredeleniya-summarnogo->

ispareniya-oroshaemyh-selskohozyaystvennyh-poley.

154. ЧЕРКАШИН, С.И. “Продуктивность сортов и гибридов подсолнечника разных групп спелости в зависимости от сроков сева и густоты стояния растений.” Научно-технический бюллетень Всероссийского НИИ Масличных культур. - Вып.№1(132). 2005, pp. 109-114. ISSN 0202 5493. <https://cyberleninka.ru/article/n/produktivnost-sortov-i-gibridov-podsolnechnika-raznyh-grupp-spelosti-v-zavisimosti-ot-srokov-seva-i-gustoty-stoyaniya-rasteniy/viewer>.

155. ШАПОВАЛОВА, Н. “Выращивание подсолнечника в Польше.” АгроXXI. May 26, 2017. ISSN: 2073-2732. <https://www.agroxxi.ru/zhurnal-agromir-xxi/stati-rastenievodstvo/vyraschivanie-podsolnechnika-v-polshe.html..>

156. ШАТИЛОВ, И.С. “Аккумуляция фотосинтетически активной радиации свеклой” / И.С. Шатилов, А.И. Бабилов // Известия ТСХАД970 — Вып.3. 1970. р.р. 220-228

157. ШАТКОВСКИЙ, А. П., ВАСЮТА, В. В., ЖУРАВЛЕВ, А. В., ЧЕРЕВИЧНЫЙ, Ю. А. “Режимы капельного орошения, водопотребления и урожайность раннего лука в зоне степи Украины.” Овощи России, Вып.2. 2015. pp.16–20. ISSN 2618-7132. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2015-2-16-20>.

158. ШАТКОВСКИЙ, А., ЧЕРЕВИЧНЫЙ, Ю., ЖУРАВЛЕВ, А., ЧАБАНОВ, А. “Режим капельного орошения и урожайность лука репчатого в условиях сухой степи.” Овощеводство, Вып. №5. 2013, pp.62-65. <http://195.20.96.242:5028/mkportal/DocDescription?docid=MkMNAU.BibRecord.48495>

159. ШАТКОВСКИЙ, А., ШАТКОВСКАЯ, Е. “Почва – растение – окружающая среда.” Овощеводство Вып.5 (77). 2011, pp.62-65. <https://journals.ua/hobbies/ovoshchevodstvo/page-4.html>.

160. ШТОЙКО, Д.А. “Методические указания по применению биофизического метода для определения эффективных запасов влаги в почве и сроков полива сельскохозяйственных культур”. Херсон. 1975 .р.77. https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_007031361/.

161. ШТОЙКО, Д.А. “Водопотребление и режим орошения сельскохозяйственных культур. орошаемое земледелие на Украине.” Киев: Урожай. 1971.

162. ШТОЙКО, Д. А. “Орошаемое земледелие на Украине” пособие для руководителей и специалистов сел. хоз-ва / [Ред.-сост. Д. А. Иваненко и В. М. - Киев : Урожай, - р.355. 1968.

163. ЩЕРБАКОВ, В.А. 1999. “Технология выращивания подсолнечника”. Яровые

масличные культуры. https://agromage.com/stat_id.php?id=401.

164. ЯКУНИН, Д.А., МУСАЕЛЯН, С.М. “Прогнозы воздействия изменения климата на сельское хозяйство в нижнем Поволжье.” Известия Нижневолжского Агроуниверситетского комплекса “Агрономия и сельское хозяйство” Вып. №2 (22). 2011, pp.1-7. ISSN: 2071 9485. <https://cyberleninka.ru/article/n/prognozy-vozdeystviya-izmeneniya-klimata-na-selskoe-hozyaystvo-v-nizhnem-povolzhie/viewer>.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 3.1.1. Водный баланс почвы, 2022 г.

Густота стояния	Вариант орошения	Количество осадков, м ³ /га	Количество поливов	Оросительная норма, м ³ /га	Суммарное испарение, м ³ /га	В том числе за счет, %			Сброс осадков, м ³ /га
						Осадков	Поливов	Почвенных запасов	
Из слоя 0-50 см									
57	б/о	1040	-	-	1261	82	-	18	0
	70	1040	8	3600	4807	22	75	3	88
	80	1040	10	3000	4104	25	73	2	108
	90	1040	17	2530	3154	33	80	-13	174
86	б/о	1040	-	-	1088	96	-	4	0
	70	1040	8	3600	4794	22	75	3	102
	80	1040	10	3000	4195	25	72	4	125
	90	1040	17	2530	3189	33	79	-12	169
Из слоя 0-100 см									
57	б/о	1040	-	-	1064	98	-	2	0
	70	1040	8	3600	4852	21	74	4	310
	80	1040	10	3000	4413	24	68	8	83
	90	1040	17	2530	3157	33	80	-13	224
86	б/о	1040	-	-	1322	79	-	21	0
	70	1040	8	3600	4853	21	74	4	296
	80	1040	10	3000	4483	23	67	10	80
	90	1040	17	2530	3461	30	73	-3	188

Приложение 3.1.2. Водный баланс почвы, 2023 г.

Густота стояния	Вариант орошения	Количество осадков, м ³ /га	Количество поливов	Оросительная норма, м ³ /га	Суммарное испарение, м ³ /га	В том числе за счет, %			Сброс осадков, м ³ /га
						Осадков	Поливов	Почвенных запасов	
Из слоя 0-50 см									
57	б/о	1020	-	-	1606	64	-	36	98
	70	1020	7	3150	4028	25	78	-4	820
	80	1020	9	2700	4131	25	65	10	130
	90	1020	14	2086	3900	26	53	20	79
86	б/о	1020	-	-	1571	65	-	35	92
	70	1020	7	3150	3701	28	85	72	928
	80	1020	9	2700	3672	28	74	72	417
	90	1020	14	2086	3866	26	54	74	119
Из слоя 0-100 см									
57	б/о	1020	-	-	2324	44	-	56	123
	70	1020	7	3150	4387	23	72	5	1137
	80	1020	9	2700	4538	22	59	18	308
	90	1020	14	2086	4292	24	49	28	198
86	б/о	1020	-	-	2174	47	-	53	253
	70	1020	7	3150	3733	27	84	-12	1199
	80	1020	9	2700	3825	27	71	3	766
	90	1020	14	2530	3950	26	64	10	0

Приложение 3.1.3. Водный баланс почвы, 2024 г.

Густота стояния	Вариант орошения	Количество осадков, м ³ /га	Количество поливов	Оросительная норма, м ³ /га	Суммарное испарение, м ³ /га	В том числе за счет, %			Сброс осадков, м ³ /га
						Осадков	Поливов	Почвенных запасов	
Из слоя 0-50 см									
57	б/о	1820	-	-	2207	82	-	18	0
	70	1820	7	2800	4912	37	57	63	0
	80	1820	7	2100	4348	42	48	58	0
	90	1820	7	1400	3636	50	39	50	0
86	б/о	1820	-	-	2225	82	-	18	0
	70	1820	7	2800	4906	37	57	63	0
	80	1820	7	2100	4235	43	50	57	0
	90	1820	7	1400	3660	50	38	50	0
Из слоя 0-100 см									
57	б/о	1820	-	-	2758	66	-	34	0
	70	1820	7	2800	5092	36	55	64	279
	80	1820	7	2100	4844	38	43	62	54
	90	1820	7	1400	4066	45	34	55	0
86	б/о	1820	-	-	2771	66	-	34	0
	70	1820	7	2800	4802	38	58	62	214
	80	1820	7	2100	4804	38	44	62	54
	90	1820	7	1400	4166	44	34	56	0

Приложение 3.1.4. Среднесуточное суммарное испарение, м³/га

Вариант		Период	Среднесуточное суммарное испарение				Среднесуточное суммарное испарение			
Орошения	Густота стояния		2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее за 2022-2024 г.г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее за 2022-2024 г.г.
			Слой почвы 0-50 см				Слой почвы 0-100 см			
б/о	57	всходы	16	25	36	26	17	28	40	28
		цветение	9	13	11	10	9	23	22	18
		уборка	5	6	9	7	4	6	8	6
	86	всходы	17	26	39	27	19	34	45	33
		цветение	3	10	8	7	7	15	19	14
		уборка	3	6	9	6	1	8	7	5
70%	57	всходы	22	29	39	30	12	26	40	26
		цветение	53	57	61	57	69	63	66	66
		уборка	14	15	22	17	15	18	20	18
	86	всходы	22	31	40	31	14	31	44	30
		цветение	52	44	59	52	66	43	61	57
		уборка	15	17	23	18	15	20	23	19
80%	57	всходы	27	32	39	33	24	35	46	35
		цветение	45	65	44	51	51	71	48	57
		уборка	16	9	25	17	19	10	26	18
	86	всходы	23	34	40	32	16	42	48	35
		цветение	49	59	44	51	56	54	47	52
		уборка	17	4	21	14	22	4	24	17
90%	57	всходы	18	36	39	31	14	36	47	32
		цветение	33	62	32	42	33	69	37	46
		уборка	10	5	20	12	25	5	20	17
	86	всходы	25	36	40	34	25	43	53	40
		цветение	38	49	31	39	48	50	38	45
		уборка	12	16	21	16	11	17	17	15

Приложение 3.2.1. Влияние густоты стояния, орошения и удобрений на динамику нитратов в почвенном слое 0-30 см, мг/кг, 2022г.

Вариант			Фаза развития подсолнечника		
Густота стояния, тыс. шт./га	Предполивная влажность, % от НВ	Удобрения	Всходы	Цветение	Уборка
57	б/о	б/у	38	20	62
		1	172	114	72
		2	220	145	116
		3	237	170	135
	Среднее		167	112	96
	70	б/у	9	8	10
		1	14	10	13
		2	16	20	17
		3	86	36	34
	Среднее		31	19	19
	80	б/у	8	9	7
		1	19	10	9
		2	59	12	6
		3	59	9	7
	Среднее		36	10	7
	90	б/у	7	7	8
		1	24	11	11
		2	25	15	15
		3	61	39	23
	Среднее		29	18	14
Среднее		66	40	34	
86	б/о	б/у	43	54	25
		1	99	71	31
		2	125	93	86
		3	127	98	89
	Среднее		99	79	58
	70	б/у	14	14	12
		1	20	24	11
		2	26	29	14
		3	62	41	18
	Среднее		31	27	14
	80	б/у	23	10	7
		1	26	28	10
		2	39	43	23
		3	53	48	40
	Среднее		35	32	20
	90	б/у	10	7	6
		1	15	6	7
		2	23	28	10
		3	55	57	29
	Среднее		26	25	13
Среднее		48	41	26	

Приложение 3.2.2. Влияние густоты стояния, орошения и удобрений на динамику нитратов в почвенном слое 0-30 см, мг/кг, 2023г.

Вариант		Фаза развития подсолнечника			
Густота стояния, тыс. шт./га	Предполивная влажность, % от НВ	Удобрения	Всходы	Цветение	Уборка
57	б/о	б/у	12	15	12
		1	23	15	16
		2	40	26	24
		3	100	56	36
	Среднее		44	28	22
	70	б/у	17	12	5
		1	29	14	9
		2	43	14	10
		3	49	51	26
	Среднее		35	23	13
	80	б/у	17	6	6
		1	29	15	6
		2	43	22	16
		3	49	60	42
	Среднее		35	26	18
	90	б/у	17	8	8
		1	29	6	8
		2	43	11	20
		3	49	6	28
	Среднее		35	8	16
Среднее			37	21	17
86	б/о	б/у	25	24	12
		1	42	41	17
		2	57	56	37
		3	108	101	39
	Среднее		58	56	26
	70	б/у	15	12	6
		1	14	13	8
		2	21	15	16
		3	31	31	22
	Среднее		20	18	13
	80	б/у	15	6	8
		1	14	6	8
		2	21	15	18
		3	31	25	21
	Среднее		20	13	14
	90	б/у	15	7	6
		1	14	8	9
		2	21	15	12
		3	31	19	10
	Среднее		20	12	9
Среднее			30	25	16

Приложение 3.2.3. Влияние густоты стояния, орошения и удобрений на динамику нитратов в почвенном слое 0-30 см, мг/кг, 2024г.

Вариант		Фаза развития подсолнечника			
Густота стояния, тыс. шт./га	Предполивная влажность, % от НВ	Удобрения	Всходы	Цветение	Уборка
57	6/0	б/у	23	14	9
		1	27	8	12
		2	37	14	13
		3	49	11	18
	Среднее		34	12	13
	70	б/у	23	3	4
		1	46	2	4
		2	61	2	4
		3	77	3	18
	Среднее		52	3	8
	80	б/у	24	3	7
		1	46	3	9
		2	58	3	9
		3	91	4	11
	Среднее		55	3	9
	90	б/у	12	7	6
		1	26	5	5
		2	34	4	24
		3	38	4	22
	Среднее		28	5	14
Среднее			42	6	11
86	6/0	б/у	16	12	8
		1	30	22	15
		2	24	27	15
		3	28	39	15
	Среднее		25	25	13
	70	б/у	28	4	6
		1	43	3	4
		2	53	4	4
		3	69	4	4
	Среднее		48	4	5
	80	б/у	35	3	2
		1	44	4	3
		2	67	3	3
		3	60	3	2
	Среднее		52	3	3
	90	б/у	18	2	1
		1	34	2	1
		2	52	4	2
		3	50	5	3
	Среднее		39	3	2
Среднее			41	9	6

Приложение 3.2.4. Влияние густоты стояния, орошения и удобрений на динамику фосфатов в почве, мг/кг, 2022 г.

Вариант			Фаза развития подсолнечника		
Густота стояния, тыс. шт./га	Предполивная влажность, % от НВ	Удобрения	Всходы	Цветение	Уборка
57	б/о	б/у	23	19	11
		1	28	21	10
		2	58	42	18
		3	69	58	23
	Среднее		44	35	16
	70	б/у	23	12	14
		1	29	12	16
		2	48	43	16
		3	62	46	18
	Среднее		40	28	16
	80	б/у	23	12	11
		1	35	12	14
		2	37	22	12
		3	62	38	28
	Среднее		39	21	16
	90	б/у	32	12	12
		1	37	14	12
		2	80	14	24
		3	80	51	35
	Среднее		57	23	21
Среднее		45	27	17	
86	б/о	б/у	32	18	12
		1	43	22	17
		2	55	40	26
		3	62	62	24
	Среднее		48	36	20
	70	б/у	24	12	11
		1	39	18	12
		2	43	23	14
		3	66	40	13
	Среднее		43	23	12
	80	б/у	31	14	14
		1	40	14	16
		2	40	27	16
		3	51	27	20
	Среднее		40	20	17
	90	б/у	36	14	12
		1	46	28	11
		2	60	44	18
		3	80	51	27
	Среднее		56	34	17
Среднее		47	28	16	

Приложение 3.2.5. Влияние густоты стояния, орошения и удобрений на динамику фосфатов в почве, мг/кг, 2023 г.

Вариант			Фаза развития подсолнечника		
Густота стояния, тыс. шт./га	Предполивная влажность, % от НВ	Удобрения	Всходы	Цветение	Уборка
57	б/о	б/у	56	58	26
		1	58	53	40
		2	88	80	76
		3	82	79	66
	Среднее		71	68	52
	70	б/у	44	57	17
		1	46	63	32
		2	90	63	26
		3	92	73	50
	Среднее		68	64	31
	80	б/у	44	29	17
		1	46	46	28
		2	90	46	38
		3	92	72	41
	Среднее		68	48	31
	90	б/у	44	39	18
		1	46	34	59
		2	90	69	49
		3	92	63	47
	Среднее		68	51	43
Среднее		69	58	39	
86	б/о	б/у	57	48	23
		1	77	62	34
		2	105	73	70
		3	125	60	58
	Среднее		91	61	46
	70	б/у	61	28	20
		1	80	48	18
		2	90	71	52
		3	98	89	52
	Среднее		82	59	36
	80	б/у	61	28	19
		1	80	36	36
		2	90	58	60
		3	98	53	51
	Среднее		82	44	42
	90	б/у	61	31	17
		1	80	40	30
		2	90	67	52
		3	98	78	54
	Среднее		82	54	38
Среднее		84	54	40	

Приложение 3.2.6. Влияние густоты стояния, орошения и удобрений на динамику фосфатов в почве, мг/кг, 2024 г.

Вариант			Фаза развития подсолнечника		
Густота стояния, тыс. шт./га	Предполивная влажность, % от НВ	Удобрения	Всходы	Цветение	Уборка
57	6/0	б/у	30	25	32
		1	26	28	54
		2	76	63	60
		3	75	64	68
	Среднее		52	45	54
	70	б/у	25	24	18
		1	46	36	28
		2	70	62	33
		3	92	86	28
	Среднее		58	52	27
	80	б/у	46	33	21
		1	55	44	36
		2	62	52	52
		3	73	72	54
	Среднее		59	50	41
	90	б/у	40	24	23
		1	40	42	33
		2	66	63	63
		3	70	67	67
	Среднее		54	49	46
Среднее		56	49	42	
86	6/0	б/у	28	28	21
		1	63	60	51
		2	77	60	67
		3	80	78	93
	Среднее		61	56	58
	70	б/у	24	22	18
		1	42	32	28
		2	76	60	35
		3	82	76	97
	Среднее		56	48	44
	80	б/у	27	26	20
		1	54	39	39
		2	69	50	44
		3	66	46	52
	Среднее		54	40	39
	90	б/у	26	31	18
		1	51	36	47
		2	67	58	66
		3	68	61	69
	Среднее		53	46	50
Среднее		56	48	48	

Приложение 3.2.7. Влияние густоты стояния, орошения и удобрений на динамику обменного калия в почвенном слое 0-30 см, мг/кг, 2022г.

Вариант			Фаза развития подсолнечника		
Густота стояния, тыс. шт./га	Предполивная влажность, % от НВ	Удобрения	Всходы	Цветение	Уборка
57	б/о	б/у	330	335	321
		1	335	421	390
		2	487	488	442
		3	789	487	441
	Среднее		485	433	398
	70	б/у	330	323	283
		1	392	384	334
		2	580	550	383
		3	583	570	431
	Среднее		471	457	358
	80	б/у	333	350	298
		1	340	390	327
		2	335	374	338
		3	386	386	379
	Среднее		348	375	336
	90	б/у	310	269	261
		1	324	275	266
		2	348	284	284
		3	373	299	300
	Среднее		339	282	278
Среднее		411	387	342	
86	б/о	б/у	270	281	254
		1	310	321	311
		2	350	320	303
		3	349	321	317
	Среднее		320	311	296
	70	б/у	310	246	305
		1	332	330	336
		2	420	345	390
		3	490	387	406
	Среднее		388	327	359
	80	б/у	260	263	293
		1	320	309	304
		2	377	397	306
		3	443	430	414
	Среднее		350	350	329
	90	б/у	320	303	256
		1	341	405	275
		2	347	397	328
		3	362	422	341
	Среднее		342	382	300
Среднее		350	342	321	

Приложение 3.2.8. Влияние густоты стояния, орошения и удобрений на динамику обменного калия в почвенном слое 0-30 см, мг/кг, 2023г.

Вариант			Фаза развития подсолнечника		
Густота стояния, тыс. шт./га	Предполивная влажность, % от НВ	Удобрения	Всходы	Цветение	Уборка
57	б/о	б/у	330	259	225
		1	456	278	255
		2	571	302	257
		3	680	337	291
	Среднее		509	294	257
	70	б/у	351	300	224
		1	464	318	293
		2	612	353	283
		3	630	460	279
	Среднее		514	358	270
	80	б/у	351	417	262
		1	464	428	355
		2	612	494	367
		3	630	573	370
	Среднее		514	478	338
	90	б/у	351	243	228
		1	464	370	343
		2	612	447	411
		3	630	605	651
	Среднее		514	416	408
Среднее		513	386	318	
86	б/о	б/у	341	298	235
		1	381	333	250
		2	408	408	340
		3	598	440	324
	Среднее		432	370	287
	70	б/у	361	255	262
		1	293	261	294
		2	372	282	289
		3	398	296	270
	Среднее		356	274	279
	80	б/у	361	278	209
		1	293	271	269
		2	372	282	280
		3	398	291	285
	Среднее		356	280	261
	90	б/у	361	290	234
		1	293	278	251
		2	372	286	261
		3	398	351	285
	Среднее		356	301	258
Среднее		375	306	271	

Приложение 3.2.9. Влияние густоты стояния, орошения и удобрений на динамику обменного калия в почвенном слое 0-30 см, мг/кг, 2024г.

Вариант			Фаза развития подсолнечника		
Густота стояния, тыс. шт./га	Предполивная влажность, % от НВ	Удобрения	Всходы	Цветение	Уборка
57	б/о	б/у	360	374	377
		1	369	437	379
		2	501	486	422
		3	520	467	441
	Среднее		438	441	405
	70	б/у	413	358	288
		1	429	373	331
		2	448	401	341
		3	528	430	414
	Среднее		454	390	344
	80	б/у	370	337	300
		1	390	337	329
		2	503	347	340
		3	398	404	351
	Среднее		415	356	330
	90	б/у	391	371	301
		1	407	425	399
		2	425	393	393
		3	486	390	380
	Среднее		427	395	368
Среднее		434	396	362	
86	б/о	б/у	311	372	300
		1	495	437	337
		2	505	438	360
		3	467	417	376
	Среднее		444	416	343
	70	б/у	427	343	306
		1	538	433	330
		2	560	477	375
		3	579	465	473
	Среднее		526	430	371
	80	б/у	409	354	301
		1	543	416	352
		2	552	472	405
		3	539	465	388
	Среднее		511	427	362
	90	б/у	414	411	262
		1	484	395	320
		2	496	405	374
		3	559	544	413
	Среднее		488	439	342
Среднее		492	428	354	

Приложение 3.3.1. Влияние орошения, удобрений и густоты стояния на биометрические показатели роста и развития подсолнечника в 2022 году

Вариант		Высота растения, см	Диаметр корзинки, см	Площадь листовой поверхности, тыс. м ² /га	
Орошение	Густота стояния, тыс. шт./Га				Удобрение
б/о	57	б/у	120	17	32,6
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	120	17	34,7
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	120	17	36,7
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	120	17	36,7
	Среднее		120	17	35,2
	86	б/у	120	15	30,6
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	120	16	35,2
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	120	16	38,3
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	120	14	36,7
	Среднее		120	15	35,2
Среднее по фактору орошение		120	16	35,2	
70% от НВ	57	б/у	150	17	48,0
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	170	23	90,7
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	170	24	95,1
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	172	26	113,4
	Среднее		166	23	86,8
	86	б/у	150	19	70,6
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	165	21	98,9
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	170	20	98,9
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	175	22	111,8
	Среднее		165	21	95,1
Среднее по фактору орошение		165	22	90,9	
80% от НВ	57	б/у	152	19	56,7
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	169	22	68,3
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	170	24	82,1
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	172	28	102,6
	Среднее		166	23	77,4
	86	б/у	155	19	73,3
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	170	21	90,8
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	171	22	102,0
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	180	22	117,3
	Среднее		169	21	95,8
Среднее по фактору орошение		167	22	86,6	
90% от НВ	57	б/у	150	23	50,7
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	160	27	87,3
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	177	30	89,0
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	177	30	97,9
	Среднее		166	28	81,2
	86	б/у	155	19	56,1
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	171	22	89,7
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	171	22	89,7
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	180	22	89,7
	Среднее		169	21	81,3
Среднее по фактору орошение		168	24	81,2	

Приложение 3.3.2. Влияние орошения, удобрений и густоты стояния на биометрические показатели роста и развития подсолнечника в 2023 году

Вариант			Высота растения, см	Диаметр корзинки, см	Площадь листовой поверхности, тыс. м ² /га	
Орошение	Густота стояния, тыс. шт./га	Удобрение				
б/о	57	б/у	133	13	12,3	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	144	15	11,1	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	151	17	22,0	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	149	21	22,8	
	Среднее			144	17	17,0
	86	б/у	122	12	16,9	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	137	14	26,7	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	132	14	33,3	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	134	15	34,3	
	Среднее			131	14	27,8
	Среднее по фактору орошение			138	15	22,4
	70% от НВ	57	б/у	160	23	46,1
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅			161	25	53,4	
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀			177	25	62,7	
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅			188	27	61,7	
Среднее			172	25	56,0	
86		б/у	156	20	40,8	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	180	20	66,9	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	207	23	66,9	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	207	24	78,5	
Среднее			188	22	63,3	
Среднее по фактору орошение			180	23	59,6	
80% от НВ		57	б/у	155	21	33,4
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅		162	20	55,3	
	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀		165	23	75,9	
	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅		183	29	92,2	
	Среднее			166	23	64,2
	86	б/у	174	15	36,9	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	180	22	91,2	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	200	22	91,2	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	202	22	95,4	
	Среднее			189	20	78,7
	Среднее по фактору орошение			178	22	71,4
	90% от НВ	57	б/у	152	23	33,7
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅			159	24	40,9	
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀			162	23	51,3	
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅			164	23	65,6	
Среднее			159	23	47,9	
86		б/у	162	18	35,0	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	177	22	58,8	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	178	23	67,6	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	182	24	70,8	
Среднее			175	22	58,1	
Среднее по фактору орошение			167	23	53,0	

Приложение 3.3.3. Влияние орошения, удобрений и густоты стояния на биометрические показатели роста и развития подсолнечника в 2024 году

Вариант			Высота растения, см	Диаметр корзинки, см	Площадь листовой поверхности, тыс. м ² /га	
Орошение	Густота стояния, тыс. шт./га	Удобрение				
б/о	57	б/у	122	18	16,2	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	165	19	28,8	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	171	20	35,3	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	171	21	44,2	
	Среднее			157	20	31,1
	86	б/у	167	16	37,2	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	170	17	41,2	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	170	19	56,1	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	172	20	58,8	
	Среднее			170	18	48,3
Среднее по фактору орошение			164	19	39,7	
70% от НВ	57	б/у	170	25	46,6	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	180	29	68,5	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	180	31	85,1	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	181	32	70,6	
	Среднее			178	29	67,7
	86	б/у	180	24	50,9	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	180	25	68,7	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	181	25	68,7	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	190	27	84,1	
	Среднее			183	25	68,1
Среднее по фактору орошение			180	27	67,9	
80% от НВ	57	б/у	170	24	36,6	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	180	29	75,4	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	180	31	78,0	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	181	32	79,7	
	Среднее			178	29	67,4
	86	б/у	180	24	47,9	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	180	25	78,1	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	181	26	78,1	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	190	26	78,1	
	Среднее			183	25	70,6
Среднее по фактору орошение			180	27	69,0	
90% от НВ	57	б/у	170	23	24,6	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	180	29	52,1	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	180	30	63,7	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	181	32	79,7	
	Среднее			178	29	55,0
	86	б/у	180	24	50,4	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	180	25	80,6	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	180	25	80,6	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	190	27	80,6	
	Среднее			183	25	73,0
Среднее по фактору орошение			180	27	64,0	

Приложение 3.3.4. Влияние орошения, удобрений и густоты стояния на биометрические показатели роста и развития подсолнечника в 2022-2024 году

Вариант			Высота растения, см	Диаметр корзинки, см	Площадь листовой поверхности, тыс. м ² /га	
Орошение	Густота стояния, тыс. шт./га	Удобрение				
б/о	57	б/у	125	16	20,4	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	143	17	24,9	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	147	18	31,3	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	147	20	34,6	
	Среднее			141	18	27,8
	86	б/у	136	14	28,2	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	142	16	34,4	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	141	16	42,6	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	142	16	43,3	
	Среднее			140	16	37,1
	Среднее по фактору орошение			140	17	32,4
	70% от НВ	57	б/у	160	22	46,9
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅			170	26	70,9	
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀			176	27	81,0	
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅			180	28	81,9	
Среднее			172	26	70,2	
86		б/у	162	21	54,1	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	175	22	78,2	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	186	23	78,2	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	191	24	91,5	
Среднее			178	23	75,5	
Среднее по фактору орошение			175	24	72,8	
80% от НВ		57	б/у	159	21	42,2
	N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅		170	24	66,3	
	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀		172	26	78,7	
	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅		179	30	91,5	
	Среднее			170	25	69,7
	86	б/у	170	19	52,7	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	177	23	86,7	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	184	23	90,4	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	191	23	96,9	
	Среднее			180	22	81,7
	Среднее по фактору орошение			175	24	75,7
	90% от НВ	57	б/у	157	23	36,3
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅			166	27	60,1	
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀			173	28	68,0	
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅			174	28	81,1	
Среднее			168	26	61,4	
86		б/у	166	20	47,1	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	176	23	76,4	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	176	23	79,3	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	184	24	80,4	
Среднее			176	23	70,8	
Среднее по фактору орошение			172	25	66,1	

Приложение 3.3.5. Влияние орошения, удобрений и густоты стояния на биометрические показатели роста и развития подсолнечника в фазу массового цветения

Вариант			2022 г.		2023 г.		2024 г.	
Ороше- ние	Густота стояния, тыс. шт./га	Удобрение	Длина листа, см	Ширина листа, см	Длина листа, см	Ширина листа, см	Длина листа, см	Ширина листа, см
б/о	57	б/у	22	22	14	13	16	15
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	22	22	13	12	20	19
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	22	22	17	17	22	20
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	22	22	20	15	24	23
	Среднее		22	22	16	14	21	19
	86	б/у	15	16	12	11	18	18
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	15	16	14	13	20	18
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	15	16	15	14	22	20
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	15	16	16	14	22	21
	Среднее		15	16	14	13	21	19
Среднее			19	19	15	14	21	19
70% от НВ	57	б/у	26	23	24	24	26	25
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	32	32	25	23	29	28
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	32	32	26	26	31	31
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	42	40	29	28	31	30
	Среднее		33	32	26	25	29	29
	86	б/у	22	24	18	17	20	20
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	27	25	21	20	20	20
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	27	25	21	20	20	20
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	27	25	21	21	21	21
	Среднее		26	25	20	20	20	20
Среднее			29	28	23	22	25	24
80% от НВ	57	б/у	29	29	22	20	23	21
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	30	30	24	21	29	28
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	32	32	25	24	30	28
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	40	38	29	29	30	30
	Среднее		33	32	25	24	28	27
	86	б/у	24	24	18	17	22	18
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	27	24	22	21	22	18
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	27	27	22	21	22	18
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	32	32	22	22	22	18
	Среднее		28	27	21	20	22	18
Среднее			30	30	23	22	25	22
90% от НВ	57	б/у	29	23	21	20	18	18
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	33	33	22	21	26	25
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	32	33	24	22	28	27
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	32	33	27	25	30	30
	Среднее		32	31	24	22	26	25
	86	б/у	21	21	17	17	22	18
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	21	21	21	20	22	18
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	21	21	22	21	22	18
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	21	21	22	22	22	18
	Среднее		21	21	21	20	22	18
Среднее			26	26	22	21	24	22

Приложение 3.4.1. Влияние орошения, удобрений и густоты стояния на урожайность подсолнечника в 2022 г., гибрид Ароматик

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	
б/о	57	б/у	2,7	-	-	-	-	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	2,6	-	-0,1	-	-0,1	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	2,4	-	-0,3	-	-0,3	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	2,4	-	-0,3	-	-0,3	
	Среднее			2,5	-	-0,23	-	-0,23
	86	б/у	3,0	-	-	0,3	0,3	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	2,6	-	-0,4	0,0	-0,1	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	2,7	-	-0,3	0,3	0,0	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	2,0	-	-1,0	-0,4	-0,7	
	Среднее			2,6	-	-0,57	0,05	-0,1
	Среднее по режиму орошение			2,55	-	-0,4	-	0,16
	70% от НВ	57	б/у	3,4	0,7	-	-	0,7
			N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	4,4	1,8	1,0	-	1,7
			N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	3,8	1,4	0,4	-	1,1
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅			3,7	1,3	0,3	-	1,0	
Среднее			3,8	1,3	0,57	-	1,1	
86		б/у	4,0	1,0	-	0,6	1,3	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	4,0	1,4	0,0	-0,4	1,3	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	4,4	1,7	0,4	0,6	1,7	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	4,0	2,0	0,0	0,3	1,3	
Среднее			4,1	1,5	0,13	0,4	1,4	
Среднее по режиму орошение			4,0	1,4	0,35	-	1,3	
80% от НВ	57	б/у	3,1	0,4	-	-	0,4	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	4,0	1,4	0,9	-	1,3	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	4,5	2,1	1,4	-	1,8	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	4,2	1,8	1,1	-	1,5	
	Среднее			4,0	1,5	1,13	-	1,3
	86	б/у	3,6	0,6	-	0,5	0,9	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	4,5	1,9	0,9	0,5	1,8	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	5,2	2,5	1,6	0,7	2,5	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	4,7	2,7	1,1	0,5	2,0	
	Среднее			4,5	1,9	1,2	0,55	1,8
Среднее по режиму орошение			4,2	1,7	1,16	-	1,5	
90% от НВ	57	б/у	4,2	1,5	-	-	1,5	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	4,2	1,6	0,0	-	1,5	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	4,5	2,1	0,3	-	1,8	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	4,4	2,0	0,2	-	1,7	
	Среднее			4,3	1,8	0,17	-	1,6
	86	б/у	2,8	-0,2	-	-1,4	0,1	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	4,2	1,6	1,4	0,0	1,5	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	3,8	1,1	1,0	-0,7	1,1	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	5,2	3,2	2,4	0,8	2,5	
	Среднее			4,0	1,4	1,6	-0,3	1,3
Среднее по режиму орошение			4,2	1,6	0,88	-	1,5	

Приложение 3.4.2. Влияние орошения, удобрений и густоты стояния на урожайность подсолнечника в 2023 г., гибрид Ароматик

Вариант			Урожайность, т/га	Прибавка урожайности, т/га, от				
Орошение	Густота стояния, тыс. шт./га	Удобрение		орошения	удобрений	густоты стояния	совместного действия	
6/0	57	б/у	0,5	-	-	-	-	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	0,6	-	0,1	-	0,1	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	0,6	-	0,1	-	0,1	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	0,8	-	0,3	-	0,3	
	Среднее			0,6	-	0,17	-	0,17
	86	б/у	0,4	-	-	-0,1	-0,1	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	0,5	-	0,1	-0,1	0,0	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	1,1	-	0,7	0,5	0,6	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	1,3	-	0,9	0,5	0,8	
	Среднее			0,8	-	0,57	0,2	0,3
	Среднее по режиму орошение			0,7	-	0,37	-	0,2
	70% от НВ	57	б/у	3,5	3,0	-	-	3,0
			N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	4,1	3,5	0,6	-	3,6
			N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	4,1	3,5	0,6	-	3,6
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅			4,3	3,5	0,8	-	3,8	
Среднее			4,0	3,4	0,67	-	3,5	
86		б/у	4,2	3,8	-	0,7	3,7	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	4,6	4,1	0,4	0,5	4,1	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	4,8	3,7	0,6	0,7	4,3	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	5,4	4,1	1,2	1,1	4,9	
Среднее			4,8	3,9	0,73	0,75	4,3	
Среднее по режиму орошение			4,4	3,7	0,7	-	3,9	
80% от НВ		57	б/у	3,0	2,5	-	-	2,5
			N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	3,1	2,5	0,1	-	2,6
			N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	3,6	3,0	0,6	-	3,1
	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅		4,7	3,9	1,7	-	4,2	
	Среднее			3,6	3,0	0,8	-	3,1
	86	б/у	4,2	3,8	-	1,2	3,7	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	4,6	4,1	0,4	1,5	4,1	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	4,8	3,7	0,6	1,2	4,3	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	5,4	4,1	1,2	0,7	4,9	
	Среднее			4,7	3,9	0,73	1,15	4,3
	Среднее по режиму орошение			4,2	3,5	0,8	-	3,7
	90% от НВ	57	б/у	3,2	2,7	-	-	2,7
			N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	3,3	2,7	0,1	-	2,8
			N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	4,0	3,4	0,8	-	3,5
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅			4,9	4,1	1,7	-	4,4	
Среднее			3,8	3,2	0,87	-	3,4	
86		б/у	4,2	3,8	-	1,0	3,7	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	4,9	4,4	0,7	1,6	4,4	
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	5,1	4,0	0,9	1,1	4,6	
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	5,1	3,8	0,9	0,2	4,6	
Среднее			4,8	4,0	0,83	0,97	4,3	
Среднее по режиму орошение			4,3	3,6	0,85	-	3,8	

Приложение 3.4.3. Влияние орошения, удобрений и густоты стояния на урожайность подсолнечника в 2024 г., гибрид Ароматик

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
б/о	57	б/у	1,1	-	-	-	
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	1,4	-	0,3	-	0,3
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	1,6	-	0,5	-	0,5
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	1,9	-	0,8	-	0,8
	Среднее		1,5	-	0,43	-	0,43
	86	б/у	1,0	-	-	-0,1	-0,1
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	1,4	-	0,4	0,0	0,3
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	1,8	-	0,8	0,2	0,7
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	2,1	-	1,1	0,2	1,0
	Среднее		1,6	-	0,77	0,1	0,5
Среднее по режиму орошение			1,5	-	0,7	-	0,46
70% от НВ	57	б/у	1,8	0,7	-	-	0,7
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	2,7	1,3	0,9	-	1,6
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	3,0	1,4	1,2	-	1,9
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	3,5	1,6	1,7	-	2,4
	Среднее		2,8	1,3	1,27	-	1,7
	86	б/у	2,2	1,2	-	0,4	1,1
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	2,3	0,9	0,1	-0,4	1,2
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	2,8	1,0	0,6	-0,2	1,7
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	2,8	0,7	0,6	-0,7	1,7
	Среднее		2,5	1,0	0,43	-0,2	1,4
Среднее по режиму орошение			2,6	1,1	0,9	-	1,5
80% от НВ	57	б/у	2,2	1,1	-	-	1,1
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	3,7	2,3	1,5	-	2,6
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	4,0	2,4	1,8	-	2,9
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	4,8	2,9	2,6	-	3,7
	Среднее		3,7	2,2	-	-	2,6
	86	б/у	2,1	1,1	-	-0,1	1,0
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	3,5	2,1	1,4	-0,2	2,4
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	4,2	2,4	2,1	0,2	3,1
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	4,8	2,7	2,7	0,0	3,7
	Среднее		3,7	2,1	2,07	-0,025	2,6
Среднее по режиму орошение			3,7	2,1	2,0	-	2,6
90% от НВ	57	б/у	3,2	2,1	-	-	2,1
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	3,6	2,2	0,4	-	2,5
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	4,3	2,7	1,1	-	3,2
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	5,5	3,6	2,3	-	4,4
	Среднее		4,2	2,7	1,27	-	3,1
	86	б/у	3,3	2,3	-	0,1	2,2
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	4,1	2,7	0,8	0,5	3,0
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	4,6	2,8	1,3	0,3	3,5
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	5,6	3,5	2,3	0,1	4,5
	Среднее		4,4	2,8	1,47	0,25	3,3
Среднее по режиму орошение			4,3	2,7	1,4	-	3,2

Приложение 3.4.4. Влияние орошения, удобрений и густоты стояния на урожайность подсолнечника в 2022-2024 гг., гибрид Ароматик

Вариант			Урожайность, т/га	Прибавка урожайности, т/га, от				
Орошение	Густота стояния, тыс. шт./га	Удобрение		орошения	удобрений	густоты стояния	совместного действия	
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 орошение			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 орошение			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 орошение			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	0,7	-	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 орошение			4,3	2,7	0,7	-	2,8	

Приложение 3.4.5. Влияние орошения, удобрений и густоты стояния растений на массу 1000 семян, г

Орошение	Вариант		Год			Среднее
	Густота стояния, тыс. шт./га	Удобрение	2022	2023	2024	
б/о	57	б/у	54	54	51	53
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	62	62	51	58
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	70	70	49	63
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	72	72	55	66
	Среднее		65	65	52	61
	86	б/у	44	44	47	45
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	48	48	53	50
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	49	49	55	51
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	60	60	52	57
	Среднее		50	50	52	51
Среднее по фактору орошение			57	57	52	55
70% от НВ	57	б/у	68	68	64	67
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	78	78	66	74
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	82	77	72	77
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	77	82	77	79
	Среднее		76	76	70	74
	86	б/у	60	60	58	59
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	59	59	58	59
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	60	60	60	60
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	58	58	71	62
	Среднее		59	59	62	60
Среднее по фактору орошение			68	68	66	67
80% от НВ	57	б/у	64	64	67	65
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	76	76	68	73
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	82	81	53	72
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	82	82	75	80
	Среднее		76	76	66	73
	86	б/у	56	56	66	59
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	64	64	58	62
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	65	65	51	60
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	65	65	64	65
	Среднее		63	63	60	62
Среднее по фактору орошение			69	69	63	67
90% от НВ	57	б/у	78	78	69	75
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	82	82	68	77
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	86	86	69	80
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	84	84	68	79
	Среднее		83	83	69	78
	86	б/у	54	54	68	59
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	66	60	68	65
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	61	66	70	66
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	73	73	77	74
	Среднее		64	63	71	66
Среднее по фактору орошение			73	73	70	72

Приложение 4.1.1. Влияние орошения, удобрений и густоты стояния на эффективность использования почвенной влаги и оросительной воды в 2022-2024 гг.

Ороше- ние	Вариант		Уро- жай- ность, т/га	Е из слоя 0- 100 см, м ³ /га	КЕ, м ³ /т	Прибавка урожайно- сти от оро- шения, т/га	Ороси- тель- ная нор- ма, м ³ /га	КЭО, кг/м ³
	Густота стояния, тыс. шт./га	Удобре- ние						
б/о	57	б/у	1,4	2049	1464	-	-	-
		N ₇₅ P ₃₀ K ₃₀	1,5	2049	1366	-	-	-
		N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	1,5	2049	1366	-	-	-
		N ₁₆₅ P ₉₀ K ₉₀	1,7	2049	1205	-	-	-
	Среднее		1,5	2049	1366	-	-	-
	86	б/у	1,5	2089	1393	-	-	-
		N ₇₅ P ₃₀ K ₃₀	1,5	2089	1393	-	-	-
		N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	1,9	2089	1099	-	-	-
		N ₁₆₅ P ₉₀ K ₉₀	1,8	2089	1161	-	-	-
	Среднее		1,7	2089	1229	-	-	-
Среднее по фактору орошение			1,6	2069	1293	-	-	-
70% от НВ	57	б/у	2,9	4777	1647	1,5	3183	0,47
		N ₇₅ P ₃₀ K ₃₀	3,7	4777	1291	2,2	3183	0,69
		N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	3,6	4777	1327	2,1	3183	0,66
		N ₁₆₅ P ₉₀ K ₉₀	3,8	4777	1257	2,1	3183	0,66
	Среднее		3,5	4777	1365	2,0	3183	0,63
	86	б/у	3,5	4463	1275	2,0	3183	0,63
		N ₇₅ P ₃₀ K ₃₀	3,6	4463	1240	2,1	3183	0,66
		N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	4,0	4463	1116	2,1	3183	0,66
		N ₁₆₅ P ₉₀ K ₉₀	4,1	4463	1089	2,3	3183	0,72
	Среднее		3,8	4463	1174	2,1	3183	0,66
Среднее по фактору орошение			3,7	4620	1249	2,1	3183	0,66
80% от НВ	57	б/у	2,8	4598	1642	1,3	2600	0,50
		N ₇₅ P ₃₀ K ₃₀	3,6	4598	1277	2,1	2600	0,81
		N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	4,0	4598	1150	2,5	2600	0,96
		N ₁₆₅ P ₉₀ K ₉₀	4,6	4598	1000	2,9	2600	1,12
	Среднее		3,8	4598	1210	2,2	2600	0,85
	86	б/у	3,3	4371	1325	1,8	2600	0,69
		N ₇₅ P ₃₀ K ₃₀	4,2	4371	1041	2,7	2600	1,04
		N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	4,7	4371	930	2,9	2600	1,12
		N ₁₆₅ P ₉₀ K ₉₀	5,0	4371	874	3,2	2600	1,23
	Среднее		4,3	4371	1017	2,6	2600	1,00
Среднее по фактору орошение			4,0	4484	1121	2,4	2600	0,92
90% от НВ	57	б/у	3,5	3838	1097	2,1	2005	1,05
		N ₇₅ P ₃₀ K ₃₀	3,7	3838	1037	2,2	2005	1,10
		N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	4,3	3838	893	2,7	2005	1,35
		N ₁₆₅ P ₉₀ K ₉₀	4,9	3838	783	3,2	2005	1,60
	Среднее		4,1	3838	936	2,6	2005	1,30
	86	б/у	3,4	3859	1135	3,1	2005	1,55
		N ₇₅ P ₃₀ K ₃₀	4,4	3859	877	2,9	2005	1,45
		N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	4,5	3859	858	2,6	2005	1,30
		N ₁₆₅ P ₉₀ K ₉₀	5,3	3859	728	3,5	2005	1,75
	Среднее		4,4	3859	877	2,8	2005	1,40
Среднее по фактору орошение			4,3	3848	895	2,7	2005	1,35

Приложение 4.3.1. Общие затраты средств на технологию возделывания подсолнечника

Орошение	Вариант		Урожайность, т/га	Технологические затраты, лей	Транспортировка урожая, лей	Очистка семян, лей	Стоим. удобрений, лей	Стоим. оросит. воды, лей	Общие затраты, тыс. лей/га
	Густота стояния, тыс. шт./га	Удобрение							
б/о	57	б/у	1,4	11336	98	71	-	-	11,5
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	1,5	11336	105	77	4316	-	15,8
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	1,5	11336	105	77	7533	-	19,1
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	1,7	11336	119	87	10707	-	22,2
	Среднее		1,5	11336	107	78	5639	-	17,2
	86	б/у	1,5	11336	105	77	-	-	11,5
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	1,5	11336	105	77	4316	-	15,8
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	1,9	11336	133	97	7533	-	19,1
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	1,8	11336	126	92	10707	-	22,3
	Среднее		1,7	11336	119	86	5639	-	17,2
Среднее по режиму орошения			1,6	11336	112	82	5639	-	17,2
70% от НВ	57	б/у	2,9	11336	203	148	-	15915	27,6
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	3,7	11336	259	189	4316	15915	32,0
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	3,6	11336	252	184	7533	15915	35,2
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	3,8	11336	266	194	10707	15915	38,4
	Среднее		3,5	11336	245	179	5639	15915	33,3
	86	б/у	3,5	11336	245	178	-	15915	27,7
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	3,6	11336	252	184	4316	15915	32,0
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	4,0	11336	280	204	7533	15915	35,3
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	4,1	11336	287	209	10707	15915	38,5
	Среднее		3,8	11336	266	194	5639	15915	33,3
Среднее по режиму орошения			3,7	11336	259	186	5639	15915	33,3
80% от НВ	57	б/у	2,8	11336	196	143	-	13000	24,7
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	3,6	11336	252	184	4316	13000	29,1
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	4,0	11336	280	204	7533	13000	32,4
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	4,6	11336	322	235	10707	13000	35,6
	Среднее		3,7	11336	259	191	5639	13000	30,4
	86	б/у	3,3	11336	231	168	-	13000	24,7
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	4,2	11336	294	214	4316	13000	29,2
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	4,7	11336	329	240	7533	13000	32,4
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	5,0	11336	350	255	10707	13000	35,6
	Среднее		4,3	11336	301	219	5639	13000	30,5
Среднее по режиму орошения			4,0	11336	280	205	5639	13000	30,5
90% от НВ	57	б/у	3,5	11336	245	178	-	10025	21,8
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	3,7	11336	259	189	4316	10025	26,1
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	4,3	11336	301	219	7533	10025	29,4
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	4,9	11336	343	250	10707	10025	32,7
	Среднее		4,1	11336	287	209	5639	10025	27,5
	86	б/у	3,4	11336	238	173	-	10025	21,8
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	4,4	11336	308	224	4316	10025	26,2
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	4,5	11336	315	230	7533	10025	29,4
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	5,3	11336	371	270	10707	10025	32,7
	Среднее		4,4	11336	308	224	5639	10025	27,5
Среднее по режиму орошения			4,3	11336	301	217	5639	10025	27,5

Примечание -

Приложение 4.4.1. Приход энергии урожаем и побочной продукцией

Вариант			Урожай- ность, т/га	Приход энергии, ГДж/га		
Ороше- ние	Густота стояния, тыс. шт./га	Удобрение		Основной продук- цией	Побочной продук- цией	Всего
б/о	57	б/у	1,4	36,8	55,2	92,0
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	1,5	39,4	59,1	98,5
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	1,5	39,4	59,1	98,5
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	1,7	44,7	67,0	111,7
	Среднее		1,5	40,1	60,1	100,2
	86	б/у	1,5	39,4	59,1	98,5
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	1,5	39,4	59,1	98,5
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	1,9	50,0	75,0	125,0
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	1,8	47,3	71,0	118,3
	Среднее		1,7	44,0	66,0	110,0
Среднее по режиму орошения			1,6	42,1	63,0	105,1
70% от НВ	57	б/у	2,9	76,3	114,4	190,7
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	3,7	97,3	145,9	243,2
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	3,6	94,7	142,0	236,7
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	3,8	99,9	149,8	249,7
	Среднее		3,5	92,0	138,0	230,0
	86	б/у	3,5	92,0	138,0	230,0
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	3,6	94,7	142,0	236,7
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	4,0	105,2	157,8	263,0
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	4,1	107,8	161,7	269,5
	Среднее		3,8	99,9	149,9	249,8
Среднее по режиму орошения			3,7	96,0	144,0	240,0
80% от НВ	57	б/у	2,8	73,6	110,4	184,0
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	3,6	94,7	142,0	236,7
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	4,0	105,2	157,8	263,0
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	4,6	121,0	181,5	302,3
	Среднее		3,75	98,6	147,9	246,5
	86	б/у	3,3	86,8	130,2	217,0
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	4,2	110,5	165,8	276,3
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	4,7	123,6	185,4	309,0
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	5,0	131,5	197,2	328,7
	Среднее		4,3	113,1	169,6	282,7
Среднее по режиму орошения			4,0	105,8	158,8	264,6
90% от НВ	57	б/у	3,5	92,0	138,0	230,0
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	3,7	97,3	145,9	243,2
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	4,3	113,1	169,7	282,8
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	4,9	128,9	193,3	322,2
	Среднее		4,1	107,8	161,7	269,5
	86	б/у	3,4	89,4	134,1	223,5
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	4,4	115,7	173,6	289,3
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	4,5	118,4	177,6	296,0
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	5,3	139,4	209,1	348,5
	Среднее		4,4	115,7	173,6	289,3
Среднее по режиму орошения			4,25	111,7	167,7	279,4

Примечание – 1 кг семян = 26,28 МДж [Некипелов Т.С., Пигорев И.Я.]

Приложение 4.4.2. Затраты энергии на технологию возделывания подсолнечника

Вариант			Затраты		
Орошение	Густота стояния, тыс. шт./га	Удобрение	тыс. лей/га	\$/га	ГДж/га
б/о	57	б/у	11,5	687	45,6
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	15,8	944	62,7
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	19,1	1142	75,8
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	22,2	1327	88,1
	Среднее		17,2	1025	68,0
	86	б/у	11,5	687	45,6
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	15,8	944	62,7
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	19,1	1142	75,8
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	22,3	1333	88,5
	Среднее		17,2	1026	68,1
Среднее по режиму орошения			17,2	1026	68,1
70% от НВ	57	б/у	27,6	1650	109,6
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	32,0	1913	127,0
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	35,2	2104	139,7
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	38,4	2295	152,4
	Среднее		33,3	1990	132,1
	86	б/у	27,7	1656	110,0
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	32,0	1913	127,0
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	35,3	2110	140,1
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	38,5	2301	152,8
	Среднее		33,4	1995	132,5
Среднее по режиму орошения			33,3	1992	132,3
80% от НВ	57	б/у	24,7	1476	98,0
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	29,1	1739	115,5
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	32,4	1937	128,6
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	35,6	2128	141,3
	Среднее		30,4	1820	120,8
	86	б/у	24,7	1476	98,0
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	29,2	1745	115,9
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	32,4	1937	128,6
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	35,6	2128	141,3
	Среднее		30,5	1821	120,9
Среднее по режиму орошения			30,5	1821	120,9
90% от НВ	57	б/у	21,8	1303	86,5
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	26,1	1560	103,6
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	29,4	1757	116,7
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	32,7	1955	129,8
	Среднее		27,5	1644	109,2
	86	б/у	21,8	1303	86,5
		N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ +N ₁₅	26,2	1566	104,0
		N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ +N ₃₀	29,4	1757	116,7
		N ₁₂₀ P ₉₀ K ₉₀ +N ₄₅	32,7	1955	129,8
	Среднее		27,5	1645	109,2
Среднее по режиму орошения			27,5	1645	109,2

Примечание – 1\$ = 16,73 лея; 1\$ = 66,4 МДж [Gumanius Alexei, 2006]

DECLARAȚIA PRIVIND ASUMAREA RĂSPUNDERII

Subsemnatul, Mațcova Svetlana, declar pe propria răspundere că materialele prezentate în teza de doctor se referă la propriile cercetări științifice, în caz contrar urmând să suport consecințele în conformitate cu legislația în vigoare.

Mațcova Svetlana



Data: 27.03.2026

CV

Curriculum vitae Europass



Informații personale

Nume / Prenume	Мацкова Светлана
Adresă(e)	ул. Л.К.Либкнехта, д.377, кв.41, г.Тирасполь, Республика Молдова, MD-3300
Telefon(oane)	моб: +373 77743433
Fax(uri)	-
E-mail(uri)	jasminesvet@gmail.com , jasminesv@mail.ru
Naționalitate(-tăți)	русская
Data nașterii	5 ноября 1980
Sex	женский
Locul de muncă vizat / Domeniul ocupațional	Приднестровский государственный университет им.Т.Г. Шевченко г.Тирасполь Научно-исследовательский институт сельского хозяйства, г.Тирасполь
Experiența profesională	24 года
Perioada	<ul style="list-style-type: none">• 2020 – по настоящее время - заместитель декана по учебно методической работе аграрно-технологического факультета Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко• 2006 - 2019 инженер программист аграрно-технологического факультета Приднестровского государственного университета им. Т.Г. Шевченко• 2006-2006 заместитель директора ООО «Сенатор»• 2002 – 2004 – заведующая Республиканской лаборатории фитосанитарного мониторинга• 2002-2002 главный специалист Республиканской лаборатории прогнозов и диагностики (переименована в Республиканскую лабораторию фитосанитарного мониторинга)• 2001 - 2002 – ведущий специалист Республиканской лаборатории прогнозов и диагностики

Funcția sau postul ocupat	Заместитель декана по учебно методической работе аграрно-технологический факультет Приднестровский государственный университет им.Т.Г. Шевченко, г.Тирасполь; младший научный сотрудник Приднестровский научно-исследовательский институт сельского хозяйства г.Тирасполь				
Numele și adresa angajatorului	Приднестровский государственный университет им.Т.Г. Шевченко, г.Тирасполь, ул. 25 Октября, 128; научно-исследовательский институт сельского хозяйства г.Тирасполь, ул.Мира,50, MD-3300				
Tipul activității sau sectorul de activitate	исследовательская				
Educație și formare					
Perioada	<ul style="list-style-type: none"> • Школа докторатуры УТМ г.Кишине 2023-2025 • Межрегиональная академия управления персоналом г.Киев (2006-2008) • Аграрно-технологический факультет Приднестровский государственный университет им.Т.Г. Шевченко г.Тирасполь (1997-2002) • Средняя школа №3, г. Тирасполь (1986 - 1997) 				
Calificarea / diploma obținută	<ul style="list-style-type: none"> • менеджер бизнеса (2008) • ученый агроном по защите растений (2002) 				
Disciplinele principale studiate / competențe profesionale dobândite	Почвоведение, растениеводство, ботаника, физика, химия, защита растений				
Numele și tipul instituției de învățământ / furnizorului de formare	Приднестровский государственный университет				
Nivelul în clasificarea națională sau internațională	Средняя школа, университет.				
Aptitudini și competențe personale					
Limba(i) maternă(e)	русский				
Limba(i) străină(e) cunoscută(e)					
Autoevaluare					
<i>Nivel european (*)</i>					
Limba româna	Înțelegere		Vorbire		Sciere
	Ascultare	Citire	Participare la conversație	Discurs oral	Exprimare scrisă
	A2 удовлетворително	A2 удовлетворително	A2 удовлетворительно	A2 удовлетворительно	A2 удовлетворително

Limba engleză

A2 удовлетворительно A2 удовлетворительно A2 удовлетворительно A2 удовлетворительно A2 удовлетворительно

(*) Nivelul Cadrului European Comun de Referință Pentru Limbi Străine

Competențe și abilități sociale

Член Ученого совета аграрно-технологического факультета Приднестровского государственного университета им.Т.Г. Шевченко

Competențe și aptitudini organizatorice

Руководитель дипломных работ бакалавриата, направление «Агрономия»

Competențe și aptitudini tehnice

Competențe și aptitudini de utilizare a calculatorului

MS Windows XP, MS Office XP (Word, Excel), MS Internet Explorer

Alte competențe și aptitudini

Permis(e) de conducere

категория – В.

Informații suplimentare

- Соавтор 20 статей

Distincții

Anexe

Информацию о научной деятельности можно получить:

Приднестровский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, тел. 0373533 44825

Mațcova Svetlana



Data completării 27.03.2026