

## ОПТИМИЗАЦИЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

*А.Н. Есаулко, д.с.-х.н., А.С. Котова, М.К.Р. Аль-Аттафи (Ирак), А.И. Подколзин, д.б.н.,  
Е.В. Голосной, к.с.-х.н., ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»  
пер. Зоотехнический, 12, Ставрополь, 355017, Российская Федерация  
e-mail: [aesaulko@yandex.ru](mailto:aesaulko@yandex.ru); e-mail: [avroraledi@mail.ru](mailto:avroraledi@mail.ru); e-mail: [golosnoi@mail.ru](mailto:golosnoi@mail.ru)*

*Представлены материалы исследований по эффективности применения комплексных микроудобрений на различных фонах минерального питания при возделывании гибрида подсолнечника Арис в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья за 2021-2022 г.*

*В условиях проведения эксперимента, наивысшая урожайность подсолнечника – 3,58 т/га достигнута при применении расчетной дозы минеральных удобрений на планируемую урожайность культуры 3,5 т/га –  $N_{94}P_{65}K_{45}$ , что достоверно превысило показатели контроля, рекомендованной ( $N_{60}P_{70}K_{40}$ ) и расчетной доз минеральных удобрений на 2,5 т/га ( $N_{73}P_{45}K_{45}$ ) на 1,54, 0,94 и 0,43 т/га соответственно. Применение микроэлементов увеличивало урожайность культуры в зависимости от фона питания на: 0,30-0,43 т/га (контроль), 0,52-0,82 (рекомендованная –  $N_{60}P_{70}K_{40}$ ), 0,30-0,61 (расчетная на 2,5 т/га –  $N_{73}P_{45}K_{45}$ ), 0,10-0,54 т/га (расчетная на 3,5 т/га –  $N_{94}P_{65}K_{45}$ ).*

*Применение Борон рН от производителя WUXAL (Германия), обеспечило максимальный уровень урожайности подсолнечника на всех фонах питания – 2,04; 2,64; 3,15; 3,58 т/га, что существенно выше показателей при внесении микроудобрения «Все включено». Наибольший показатель масличности на всех изучаемых фонах минерального питания зафиксирован при использовании микроудобрения Борон рН.*

*Ключевые слова: минеральные удобрения, подсолнечник, чернозем выщелоченный, доза удобрения, урожайность, микроудобрения.*

Для цитирования: Есаулко А.Н., Котова А.С., Аль-Аттафи М.К.Р., Подколзин А.И., Голосной Е.В. Оптимизация минерального питания подсолнечника в условиях Центрального Предкавказья// Плодородие. – 2022. – №6. – С. 12-14. DOI: 10.25680/S19948603.2022.129.03.

Существенную роль в обеспечении качественным сырьем отраслей отечественной промышленности и продовольственной безопасности в агропромышленном комплексе России занимает масличный подкомплекс. Ежегодно Россия производит от 3,5 до 4 млн т растительного масла, а на долю подсолнечного масла приходится 90% отечественного производства [2, 5].

В России подсолнечник возделывают на территории около 2,5 млн га, а на Ставрополье – от 250 до 290 тыс. га. Посевные площади этой культуры в России за анализируемый период (2021-2022 г.) составляли 9,6-16,73 млн га, со средней урожайностью – 1,5 т/га. В Ставропольском крае подсолнечник в годы проведения исследований занимал площадь 283,6 – 287,8 тыс. га, его средняя урожайность составляла 1,92 т/га [3, 4, 6].

Кроме проблемы, связанной с достижением высокого урожая подсолнечника, имеется проблема повышения уровня масличности высококачественной продукции, так как мировой рынок растительных масел требует наличия конкурентоспособного товара [1, 6, 7].

На эффективное увеличение урожайности с высокими показателями качества маслосемян подсолнечника огромное значение оказывает интегрированное применение минеральных и комплексных микроудобрений [3, 6].

**Цель наших исследований** – определить эффективность совместного применения комплексных микроудобрений на разных фонах минерального питания в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья.

**Методика.** Исследования проводили в 2021–2022 г. на землепользовании сельскохозяйственной опытной станции учебно-опытного хозяйства Ставропольского ГАУ, расположенном на Грачевско-Калаусском ландшафте лесов и степей.

Почвенный покров представлен выщелоченным мощным малогумусным тяжелосуглинистым черноземом. Агрохимические показатели почвы перед закладкой опыта: повышенное содержание фосфора ( $P_2O_5$ ) – 32-43 мг/кг, средняя обеспеченность калия ( $K_2O$ ) – 250-264 мг/кг и S – 6,9-7,2 мг/кг, средняя обеспеченность органическим веществом – 5,2-5,3 %, и нейтральная реакция почвенного раствора – pH 6,1-6,5 [4]. Территория землепользования расположена в условиях зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края. По среднемноголетним данным, количество осадков составляет 551 мм, а активные температуры колеблются от 3000 до 3200 °С, ГТК составляет 1,1–1,3 [3].

Опыт двухфакторный: фактор А – фон питания (дозы минеральных удобрений), фактор В – микроудобрения. Изучался в опыте гибрид подсолнечника – Арис. Предшественник – озимая пшеница.

Схема двухфакторного опыта представляла собой размещение вариантов по методу расщепленных делянок, повторность 3-кратная, площадь делянки 100 м<sup>2</sup>.

Фактор А – фон питания: 1) контроль (без удобрения); 2) рекомендованная доза минеральных удобрений –  $N_{60}P_{70}K_{40}$  (Есаулко, 2006); 3) планируемая урожайность 2,5 т/га –  $N_{73}P_{45}K_{45}$ ; 4) планируемая урожайность 3,5 т/га –  $N_{94}P_{65}K_{45}$ . На фоне с рекомендованной дозой минеральных удобрений вносили при посеве нитроаммофоску – 250 кг/га ( $N_{40}P_{40}K_{40}$ ), аммиачную селитру – 50 кг/га ( $N_{17,5}$ ) и аммофос – 57,5 кг/га ( $N_7P_{30}$ ). На фоне с расчетной дозой минеральных удобрений на урожайность 2,5 т/га вносили: при посеве нитроаммофоску – 280 кг/га ( $N_{45}P_{45}K_{45}$ ) и аммиачную селитру – 80 кг/га ( $N_{28}$ ). На фоне с расчетной дозой минеральных удобрений на урожайность 3,5 т/га вносили: при посеве нит-

роаммофоску – 281 кг/га ( $N_{45}P_{45}K_{45}$ ), аммиачную селитру – 127 кг/га ( $N_{44,4}$ ) и аммофос 38,5 кг/га ( $N_{4,6}P_{20}$ ).

Фактор В – микроудобрения: 1. Контроль (без микроудобрений); 2. Золото полей «Все включено» (производитель Россия) – комплексное инновационное удобрение в жидкой форме. Состав: N – 60-90 г/л,  $P_2O_5$  – 4-5 г/л,  $K_2O$  – 15-20, S – 20-25, MgO – 16-20, Na – 5-7, B – 2-2,5, Mo – 0,5-1 г/л, в хелатной форме – CaO -5-10 г/л, Fe – 6-9, Zn – 16-20, Cu – 5-7, Mn – 4-6 г/л, Co – 0,1-0,25 мг/л, Ni – 0,8-1,2, Li – 0,1-0,3, Se – 0,17-0,38, Ba – 0,12-0,2, Ag – 0,03-0,1 мг/л; 3. WUXAL Борон pH – инновационная суспензия для безопасного применения на культурах, чувствительных к недостатку бора. Состав: N – 70,0 г/л,  $P_2O_5$  – 183, B – 108,0,  $SO_3$  – 5,5, Cu – 0,7, Fe – 1,4, Mn – 0,7, Mo – 0,014, Zn – 0,7 г/л (производитель Германия). Микроудобрения вносили в фазе 4-5 пар настоящих листьев и в фазе формирования корзинки в дозе: 1 л/га. Учет урожая проводили по методике Госсортоиспытания (1991). Содержание подвижного фосфора в почве – по методу Мачигина в модификации ЦИНАО, ГОСТ 26205–91. Качественные показатели на масличность семян подсолнечника определяли по методике А.И. Ермакова (1972) [2-4].

**Результаты и их обсуждение.** Между собой по количеству выпавших осадков и температурному режиму годы исследований несущественно различались и превышали среднеголетние показатели: в 2021 г. сумма выпавших осадков составила 575 мм, превысив среднеголетнюю норму на 24 мм, а в 2022 г. (607 мм) – на 56 мм. Среднесуточная температура воздуха в годы проведения исследований превышала среднеголетнюю норму в 2021 г. на  $1,7^{\circ}C$ , а в 2022 г. – на  $1,2^{\circ}C$ . Оптимальными климатическими условиями для растений подсолнечника за два года исследований были в 2022 г. со среднеголетними осадками 607 мм, температурой  $10,4^{\circ}C$ .

Изучаемые в опыте микроудобрения и фоны питания оказывали положительное влияние на среднюю за 2 года урожайность маслосемян подсолнечника. Все изучаемые дозы минеральных удобрений существенно превышали контроль – на 0,41-1,4 т/га. Наибольшая урожайность маслосемян подсолнечника 3,25 т/га формировалась на фоне минерального питания расчетной дозы  $N_{94}P_{65}K_{45}$  (табл. 1).

**1. Урожайность подсолнечника в зависимости от применяемых минеральных и микроудобрений, т/га (в среднем за 2021-2022 г.)**

№ п/п	Доза удобрений (А)	Микроудобрения (В)			НСР, А = 0,18
		Контроль	Все включено	Борон pH	
1	Контроль (б/у)	1,61	1,91	2,04	1,85
2	Рекомендованная – $N_{60}P_{70}K_{40}$	2,12	2,94	2,64	2,57
3	Расчетная (2,5 т/га) – $N_{73}P_{45}K_{45}$	2,54	2,84	3,15	2,84
4	Расчетная (3,5 т/га) – $N_{94}P_{65}K_{45}$	3,04	3,14	3,58	3,25
НСР, В = 0,12		2,33	2,70	2,85	НСР, АВ = 0,26

Микроудобрения Все включено и Борон pH способствовали существенному увеличению урожайности маслосемян подсолнечника по отношению к контролю на 0,37-0,52 т/га.

При применении расчетной дозы минеральных удобрений на 2,5 т/га –  $N_{73}P_{45}K_{45}$  была достигнута планируемая урожайность подсолнечника во всех вариантах изучаемых микроудобрений – 2,54 – 3,15 т/га. Однако, при внесении расчетной дозы минеральных удобрений на 3,5 т/га –  $N_{94}P_{65}K_{45}$ , планируемая урожайность была достигнута в варианте с двукратным применением микроудобрения Борон pH.

Изучаемые дозы минеральных удобрений без применения микроудобрений по сравнению с контролем существенно увеличивали урожайность подсолнечника – на 0,5-1,43 т/га. Применение микроудобрения Все включено относительно контроля на всех фонах минерального питания существенно увеличивало урожайность подсолнечника – на 0,2-1,23 т/га. Микроудобрение Борон pH существенно повышало урожайность подсолнечника на всех фонах питания на 0,43-1,54 т/га, превысив показатели контроля на 0,43 – 0,54 т/га, и показатели варианта с применением микроудобрения Все включено на 0,13 – 0,44 т/га.

Максимальная урожайность в опыте достигнута в варианте при применении расчетной дозы минеральных удобрений на 3,5 т/га –  $N_{94}P_{65}K_{45}$ , с двукратным применением микроудобрения Борон pH – 3,58 т/га.

На фоне с применением рекомендованной  $N_{60}P_{70}K_{40}$  и расчетной доз минеральных удобрений на урожайность 2,5 т/га  $N_{73}P_{45}K_{45}$  в 2021-2022 г. происходит существенное повышение качества маслосемян подсолнечника по отношению к контролю в среднем на 2,6 и 3,4 %. В среднем за исследуемый период максимальный показатель масличности формировался на фоне минерального питания расчетной дозы минеральных удобрений  $N_{94}P_{65}K_{45}$ , составляя 46,1 %.

Применяемые в опыте микроудобрения Все включено и Борон pH оказывали положительное влияние на качественные показатели маслосемян подсолнечника, так в 2021-2022 г., по сравнению с вариантом контроля, они существенно повышали масличность – на 2,5 и 2,9 % соответственно.

Применение микроудобрения Борон pH позволило получить наибольшую масличность за 2021-2022 г. – в среднем 45,2 % (табл. 2).

**2. Масличность маслосемян подсолнечника при внесении минеральных и микроудобрений (в среднем за 2021-2022), т/га**

№	Доза удобрений (А)	Микроудобрения (В)			НСР, А = 1,8
		Контроль	Все включено	Борон pH	
1	Контроль (б/у)	43,9	42,4	41,7	42,7
2	Рекомендованная – $N_{60}P_{70}K_{40}$	43,4	45,1	47,3	45,3
3	Расчетная (2,5 т/га) – $N_{73}P_{45}K_{45}$	43,3	46,9	48,0	46,1
4	Расчетная (3,5 т/га) – $N_{94}P_{65}K_{45}$	41,6	45,0	43,7	43,4
НСР, В = 1,0		43,1	44,8	45,2	НСР, АВ = 2,5

Проанализировав данные за два года исследований, пришли к выводу, что масличность подсолнечника в опыте зависела как от фона питания, так и от изучаемых микроудобрений.

На всех фонах питания, относительно контроля, в варианте без применения микроудобрений наблюдалось снижение масличности маслосемян подсолнечника на 0,5-2,3 %. Применение микроудобрения Все включено на всех фонах минерального питания существенно увеличивало масличность – на 2,6-4,5 %.

Микроудобрение Борон рН существенно повышало масличность в зависимости от фона минерального питания – на 2-6,3 %.

Максимальную масличность в опыте обеспечил фон минерального питания с расчетной дозой удобрений на 2,5 т/га –  $N_{73}P_{45}K_{45}$  при двукратном применении микроудобрения Борон рН – 48,0%.

**Выводы.** Самым высокоэффективным оказался фон с внесением расчетной дозы минеральных удобрений на планируемую урожайность подсолнечника 3,5 т/га –  $N_{94}P_{65}K_{45}$ . При применении микроудобрения Борон рН удалось за исследуемый период (2021-2022 г.) получить максимальную урожайность – 3,58 т/га, достоверно превышающую контроль на 1,54 т/га и фон рекомендованной дозы минеральных удобрений  $N_{60}P_{70}K_{40}$ , и расчетной дозы минеральных удобрений  $N_{73}P_{45}K_{45}$  – на 0,94 и 0,43 т/га соответственно. При применении расчетной дозы минеральных удобрений на планируемую урожайность подсолнечника 2,5 т/га –  $N_{73}P_{45}K_{45}$ , удалось достигнуть планируемую урожайность подсолнечника во всех вариантах изучаемых микроудобрений.

Применяемые в опыте микроудобрения Борон рН и Все включено положительно повлияли на масличность подсолнечника в среднем за 2021-2022 г., она существенно увеличивалась по отношению к контролю – на 2,5-2,9 %. Наибольший показатель масличности зафиксирован при использовании микроудобрения Борон рН от производителя WUXAL на фоне питания с расчетной дозой минеральных удобрений на урожайность 2,5 т/га  $N_{73}P_{45}K_{45}$ .

#### Литература

1. Булдыкова И.А. Оценка действия различных норм минеральных удобрений на урожайность и масличность семян подсолнечника в условиях Западного Предкавказья / И.А. Булдыкова, М.В. Садовой // Сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 200-летию со дня рождения Ильенкова Павла Антоновича «Энтузиасты аграрной науки». – Краснодар, 2021. – С. 22-25.
2. Ващенко А.В. Применение минеральных удобрений и бактериальных препаратов под подсолнечник на черноземе обыкновенном / А.В. Ващенко, Р.А. Каменев, А.П. Солодовников, Е.А. Жук // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 1. – С. 4-8.
3. Есаулко А.Н. Влияние макро- и микроудобрений на урожайность маслосемян подсолнечника на черноземе выщелоченном Ставропольской возвышенности / А.Н. Есаулко, А.В. Воскобойников, А.С. Котова, М.К.Р. Аль-Аттафи, А.В. Логвина // Эволюция и деградация почвенного покрова – Сб. научных статей по материалам VI Международной научной конференции. – Ставрополь, 2022. – С. 112-114.
4. Есаулко А.Н. Влияние припосевного внесения различных доз минеральных удобрений и микробиологических удобрений на урожайность подсолнечника в условиях зоны неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья / А.Н. Есаулко, А.С. Котова, И.Ю. Вдовыденко, М.Ю. Шинкарев, О.Е. Поликарпов // Эволюция и деградация почвенного покрова – Сб. научных статей по материалам VI Международной научной конференции. – Ставрополь, 2022. – С. 117-119.
5. Иванова О.М. Эффективность удобрения под подсолнечник на черноземе типичном Тамбовской области / О.М. Иванова, С.А. Ерофеев, С.В. Ветрова, М.Р. Макаров // Научный журнал: Масличные культуры. – 2021. – №3. – С. 29-34.
6. Котова А.С. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество маслосемян гибридов подсолнечника в условиях зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края / А.С. Котова // Аграрная наука, творчество, рост. Сб. научных трудов по материалам X Международной научно-практической конференции. – Ставрополь, 2021. – С. 8-13.
7. Массинге Э.М. Влияние различных норм минеральных удобрений на потребление элементов питания растениями подсолнечника / Э.М. Массинге, А.А. Макарова // Сб. статей по материалам XII Всероссийской конференции молодых ученых. – Краснодар, 2019. – С. 17-18.

#### OPTIMIZATION OF SUNFLOWER MINERAL NUTRITION IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL CAUCASUS

*A.N. Esaulko, Professor of the Department of Agrochemistry and Plant Physiology, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences, e-mail: [aesaulko@yandex.ru](mailto:aesaulko@yandex.ru);*

*A.S. Kotova, Assistant of the Department of Agrochemistry and Plant Physiology, e-mail: [avroraledi@mail.ru](mailto:avroraledi@mail.ru);*

*Al-Attafi M.K.R. 3rd year postgraduate student, e-mail: [avroraledi@mail.ru](mailto:avroraledi@mail.ru);*

*A.I. Podkolzin, Professor of the Department of Agrochemistry and Plant Physiology, Doctor of Biological Sciences, e-mail: [avroraledi@mail.ru](mailto:avroraledi@mail.ru)*

*E.V. Golosnoy, Associate Professor of the Department of Agrochemistry and Plant Physiology, Candidate of Agricultural Sciences, e-mail: [goslosnoi@mail.ru](mailto:goslosnoi@mail.ru);*

*FSBEI HE "Stavropol State Agrarian University"*

*per. Zootechnichesky, 12, Stavropol, 355017, Russian Federation*

*The materials of studies on the effectiveness of the use of complex microfertilizers on various backgrounds of mineral nutrition during the cultivation of the Aris hybrid in the zone of unstable moisture are presented. Central Ciscaucasia for 2021 – 2022.*

*Under the conditions of the experiment, the highest sunflower yield – 3.58 t/ha was achieved when using the calculated dose of mineral fertilizers for the planned sunflower yield of 3.5 t/ha –  $N_{94}P_{65}K_{45}$ , which significantly exceeded the control indicators recommended by  $N_{60}P_{70}K_{40}$  and the calculated dose of mineral fertilizers by  $N_{73}P_{45}K_{45}$  by 1.54 t/ha, 0.94 and 0.43 t/ha, respectively. The use of microelements increased crop yield depending on the nutrition background by: 0.30 – 0.43 t/ha (control), 0.52 – 0.82 t/ha (recommended –  $N_{60}P_{70}K_{40}$ ), 0.30 – 0.61 t/ha (calculated for 2.5 t/ha –  $N_{73}P_{45}K_{45}$ ), 0.10 – 0.54 t/ha (Calculated for 3.5 t/ha –  $N_{94}P_{65}K_{45}$ ).*

*The use of "Boron pH" from the manufacturer WUXAL (Germany) ensured the maximum level of sunflower yield on all nutrition backgrounds – 2.04; 2.64; 3.15; 3.58 t/ha, which is significantly higher than with the introduction of microfertilizer "All Inclusive". The highest oil content index on all studied backgrounds of mineral nutrition was recorded when using Boron pH microfertilizer from the manufacturer WUXAL.*

*Key words: mineral fertilizers, sunflower, leached chernozem, fertilizer dose, productivity, microfertilizers.*