

Научная статья

Original article

УДК 633.854.78:631.82(470.62/.67)

DOI 10.55186/25876740_2023_7_5_20

**ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ДИНАМИКУ
СОДЕРЖАНИЯ АЗОТА ФОСФОРА, КАЛИЯ В РАСТЕНИЯХ
ПОДСОЛНЕЧНИКА В УСЛОВИЯХ ЗОНЫ НЕУСТОЙЧИВОГО
УВЛАЖНЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ**

**INFLUENCE OF MINERAL FERTILISERS ON THE DYNAMICS OF
NITROGEN, PHOSPHORUS AND POTASSIUM CONTENT IN SUNFLOWER
PLANTS UNDER CONDITIONS OF UNSTABLE MOISTURE ZONE OF THE
CENTRAL PRE-CAUCASIAN REGION**



Ситников Владимир Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, ректор Ставропольского государственного аграрного университета, доцент кафедры агрохимии и физиологии растений, ФГБОУ ВО Ставропольский государственный аграрный университет, (355017 Россия, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, д. 12), ORCID: 0000-0002-7557-555X

Есаулко Александр Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН, директор института агробиологии и природных ресурсов, профессор кафедры агрохимии и физиологии растений, ФГБОУ ВО Ставропольский государственный аграрный университет, (355017 Россия, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, д. 12), тел. +7(962) 400-41-95, ORCID: 0000-0003-0441-9055, E-mail: aesaulko@yandex.ru

Голосной Евгений Валерьевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрохимии и физиологии растений, ФГБОУ ВО Ставропольский государственный аграрный университет, (355017 Россия, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, д. 12), тел. +7(962) 456-24-86, E-mail: golosnoi@mail.ru

Котова Арина Сергеевна, ассистент кафедры агрохимии и физиологии растений, ФГБОУ ВО Ставропольский государственный аграрный университет, (355017 Россия, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, д. 12), тел. +7(996) 630-09-96, ORCID: 0000-0002-8665-6873, E-mail: avroraledi@mail.ru

Лысенко Изольда Олеговна, доктор биологических наук, профессор кафедры экологии и ландшафтного строительства, ФГБОУ ВО Ставропольский государственный аграрный университет, (355017 Россия, г. Ставрополь, пер. Зоотехнический, д. 12), тел. +7(905) 497-45-07, E-mail: lysenkostav@yandex.ru

Sitnikov Vladimir Nikolaevich, PhD in Agricultural Sciences, Rector, Stavropol State Agrarian University, Associate Professor, Department of Agrochemistry and Plant Physiology, FGBOU VO Stavropol State Agrarian University, (355017 Russia, Stavropol, Zootechnical Lane, 12), ORCID: 0000-0002-7557-555X

Yesaulko Alexander Nikolaevich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences, Dean of the Faculty of Agrobiology and Land Resources, Professor of the Department of Agrochemistry and Plant Physiology, Stavropol State Agrarian University, (355017 Russia, Stavropol, trans. Zootechnical, 12), tel. +7(962) 400-41-95, ORCID: 0000-0003-0441-9055, E-mail: aesaulko@yandex.ru

Golosnoy Evgeny Valeryevich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Department of Agrochemistry and Plant Physiology, FGBOU VO Stavropol State Agrarian University, (355017 Russia, Stavropol, Zootechnichesky per. 12), tel. +7(962) 456-24-86, E-mail: golosnoi@mail.ru.

Kotova Arina Sergeevna, Assistant, Department of Agrochemistry and Plant Physiology, FGBOU VO Stavropol State Agrarian University, (355017 Russia,

Stavropol, Zootechnical Lane, 12), tel. +7(996) 630-09-96, ORCID: 0000-0002-8665-6873, E-mail: avroraledi@mail.ru.

Lysenko Izolda Olegovna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Department of Ecology and Landscape Construction, FGBOU VO Stavropol State Agrarian University, (355017 Russia, Stavropol, Zootechnical Lane, 12), tel. +7(905) 497-45-07, E-mail: lysenkostav@yandex.ru

Аннотация. Предоставлены материалы по влиянию внесения различных форм минеральных удобрений при посеве, выпускаемых компанией «ФосАгро», на динамику содержания в растениях азота, фосфора и калия и урожайность подсолнечника в 2020-2022 гг. В ходе проведения исследований в течение вегетации подсолнечника установлено, что по сравнению с контрольным вариантом все изучаемые в опыте минеральные удобрения способствовали увеличению показателей макроэлементов: азота (N) - на 0,29 - 0,43 %, фосфора (P₂O₅) - на 0,05-0,09 %, калия (K₂O) - на 0,12 – 0,47 %. Максимальную продуктивность подсолнечника (2,57 – 2,79 т/га), во все изучаемые годы обеспечило припосевное внесение NPK(S) N30P30K30 – 200 кг/га что достоверно в среднем выше показателей урожайности всех удобренных вариантов на 0,22 – 0,76 т/га. Максимальное содержание азота (N) в среднем за два года исследований в растениях подсолнечника было отмечено на варианте с внесением карбамида (мочевины) марки Б (Nм N₄₆) в дозе 100 кг/га – 2,97 %, фосфора (P₂O₅) - при внесении марки минеральных удобрений (MAP NP 12:52) в дозе 100 кг/га - 0,51 %, калия (K₂O) - на варианте применения марки минеральных удобрений (APP N₁₂P₅₂) в количестве 140 кг/га - 3,12 %. В среднем за два года проведения исследований максимальную урожайность подсолнечника удалось получить при (NPK (S) N₃₀P₃₀K₃₀) – 2,79 т/га.

Abstract. Materials on the influence of application of various forms of mineral fertilisers at sowing, produced by "PhosAgro" company, on the dynamics of nitrogen,

phosphorus and potassium content in plants and sunflower yield in 2020-2022 are presented. In the course of research during sunflower vegetation it was found that compared with the control variant, all studied in the experiment mineral fertilisers contributed to an increase in the indicators of macronutrients: nitrogen (N) - by 0.29 - 0.43 %, phosphorus (P₂O₅) - by 0.05-0.09 %, potassium (K₂O) - by 0.12 - 0.47 %. Maximum productivity of sunflower (2,57 - 2,79 t/ha), in all studied years provided pre-sowing application of NPK(S) N30P30K30 - 200 kg/ha, which is significantly higher on average than the yield of all fertilised variants by 0,22 - 0,76 t/ha. The maximum content of nitrogen (N) on average for two years of research in sunflower plants was observed in the variant with the application of urea (urea) B brand (Nm N46) at a dose of 100 kg / ha - 2.97 %, phosphorus (P₂O₅) - when applying a brand of mineral fertilisers (MAP NP 12: 52) at a dose of 100 kg/ha - 0.51 %, potassium (K₂O) - at the variant of application of mineral fertiliser brand (APP N12P52) at a dose of 140 kg/ha - 3.12 %. On average for two years of research maximum yield of sunflower was obtained at (NPK (S) N30P30K30) - 2.79 tonnes/ha.

Ключевые слова: минеральные удобрения, подсолнечник, содержание азота, фосфора, калия, урожайность.

Key words: mineral fertilizers, sunflower, content of nitrogen, phosphorus, potassium, yield.

Исследования выполнены в рамках программы поддержки развития научных коллективов Ставропольского государственного аграрного университета, реализуемой при финансовой поддержке Программы стратегического академического лидерства «Приоритет - 2030».

Экономической основой выгодного производства сельскохозяйственных культур являются высокорентабельные культуры маслопроизводства, одной из ценнейших культур, является подсолнечник, занимающий около 2,5 млн. га в России и в Ставропольском крае от 250 до 290 тыс. га. Путь повышения его урожайности приводящий к эффективным результатам при научно-

обоснованном применении системы удобрения, а также припосевного внесения удобрений в почву рациональными методами [1,2]. Посевы подсолнечника на 2021 год в России составили 9,6 млн. га, а средняя урожайность достигла 1,5 т/га. По объему производства в ТОП-20 регионов входит Ставропольский край, составляя площадь посевных площадей под культуру - 283,6 тыс. га, со средней урожайностью культуры - 1,92 т/га [3,4].

В условиях современного сельского хозяйства при возделывании сельскохозяйственной продукции сокращение производственных затрат просто необходимо. При анализе ценовой политики минеральных удобрений появляется востребованность рационального использования удобрений для достижения максимальной урожайности культуры и достаточной ее окупаемости [4,5].

Увеличить урожайность возможно за счет совершенствования элементов технологии выращивания маслосемян подсолнечника. За счет применения азотно-фосфорных удобрений возможно получить прибавку урожая маслосемян на 36,3 - 58,3 % на черноземах обыкновенных, карбонатных и выщелоченных. В начальный период развития, применение при посеве минеральных удобрений позволяет создать оптимальный режим питания [5,6].

Новые формы и виды минеральных удобрений, а также обновленные гибриды подсолнечника внедряются в производство ежегодно, что приводит к важности комплексного подхода при построении системы удобрения, учитывая биологические особенности растений и особенности питания на данном типе почвы, в предоставленных климатических условиях. В связи с этим **цель наших исследований** заключалась в определении в условиях зоны неустойчивого увлажнения влияния припосевного внесения различных форм минеральных удобрений при возделывании подсолнечника на динамику содержания в растениях азота, фосфора, калия и урожайность маслосемян подсолнечника на черноземе выщелоченном Центрального Предкавказья.

Закладка экспериментального опыта произведена в условиях землепользования опытной станции учебно-опытного хозяйства

Ставропольского ГАУ в период с 2020 по 2022 годы.

На месте проведения исследований представлен почвенный покров - черноземом выщелоченным, тяжелосуглинистым, мощным малогумусным. Данные агрохимического анализа перед экспериментальным исследованием показал, что почвы средне обеспечены макроэлементами от N-NO₃ -19 до 30 мг/кг, обменным калием (K₂O) - 250-264 мг/кг и органическим веществом от 5,2 до 5,3 %, подвижной серой (6,9-7,2 мг/кг), содержание подвижного фосфора - 30–43 мг/кг, нейтральная реакция почвенного раствора в пределах от 6,1 до 6,5 ед. [2]. В Ставропольском крае, территория места исследования расположена в зоне недостаточного увлажнения. По многолетним данным, среднегодовое количество осадков - 551 мм, а сумма активных температур в пределах от 3000 до 3200 °С, ГТК: 1,1–1,3 [3].

Между собой по метеорологическим данным годы исследований кардинально отличались. Выпавшая сумма осадков в 2021 году (776 мм) в 2 раза превысила 2020 год, в 1,3 раз 2022 год и многолетнюю норму в 1,4 раза. Количество выпавших осадков в 2020 году оказалось ниже среднемноголетней нормы на 173 мм, составляя 378 мм. В 2022 году сумма выпавших осадков превышала многолетнюю норму на 27,8 мм, составляя 578,8 мм.

За период проведения исследований, температурный режим в 2020 году на 2,2⁰С превышал среднемноголетнюю норму, в 2021 году на 1,3⁰С, в 2022 году на 1,6⁰С. Наиболее благоприятными для развития растений подсолнечника климатическими условиями за три года исследований оказались условия со среднемноголетними показателями осадков – 578,8 мм, температуры - 10,8⁰С 2022 года.

Опыт имел трехкратную повторность, заложен методом организованных повторений. Площадь делянки составила - 0,20 га, площадь опыта – 3,60 га. Объект исследований –гибрид подсолнечника – П64ЛЕ25 (Р64ЛЕ25). Предмет исследований – формы минеральных удобрений. Схема опыта: 1. Контроль (без удобрений); 2. MAP N P 12 : 52 (аммофос) – 100 кг/га – N₁₂ P₅₂; 3. N P S 20:20+14(S) (сульфоаммофос) – 200 кг/га – N₄₀P₄₀ (S₁₄); 4. N P K

(S) 15 : 15 : 15(10) (нитроаммофоска) – 200 кг/га – $N_{30}P_{30}K_{30}$ (S₁₀) ; 5. $N_m N_{46}$ – 100 кг/га - N_{46} ; 6. А Р Р N P 11 : 37 (ЖКУ) – 140 кг/га - $N_{15}P_{52}$.

Гибрид подсолнечника Р64LE25 – линолевый гибрид среднераннего периода. Минеральные удобрения всех изучаемых марок выпускаются компанией «ФосАгро». При посеве применялись макроудобрения, за исключением ЖКУ (внесено под предпосевную культивацию). Предшественник - озимая пшеница.

Содержание азота в растениях определялось по ГОСТ 134496.4 - титриметрическим методом по Кьельдалю, фосфора по ГОСТ 26657-97 (фотометрическим методом), по ГОСТ 30504-97 – содержание калия (пламенно-фотометрическим методом). На стандартную влажность и чистоту с последующим пересчетом методом механизированной уборки проводили учет урожая по методике государственного сортоиспытания с.-х. культур 2019 года [2,3].

Результаты исследований. Во время вегетации растений подсолнечника, при изучении эффективности применения минеральных удобрений на первый план однозначно выходят результаты содержания макроэлементов. На вариантах с внесением минеральных удобрений по сравнению с контролем содержание азота в растениях подсолнечника (среднее по опыту) увеличивалось на 0,29 - 0,43 %.

Максимальное содержание подвижного азота в растениях зафиксировано на варианте внесения карбамида (мочевины) марки Б ($N_m N_{46}$) в дозе 100 кг/га – 2,97 %, что достоверно превышало изучаемые варианты - на 0,08 – 0,51% (таблица 1).

Таблица 1. Динамика содержания азота (%) в растениях подсолнечника в зависимости от припосевного внесения минеральных удобрений, (среднее за 2020-2022 гг.)

Удобрения, А	Сроки отбора, В			А, НСР ₀₅ =0,08
	4-6 пар	Цветение	Полная	

	листьев		спелость	
1. Контроль	3,87	2,1	1,43	2,46
2. MAP N ₁₂ P ₅₂	4,39	2,35	1,52	2,75
3. NPS N ₄₀ P ₄₀ (S ₂₈)	4,52	2,48	1,57	2,85
4. NPK(S) N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	4,62	2,54	1,53	2,89
5. N _M N ₄₆	4,72	2,59	1,61	2,97
6. APP N ₁₅ P ₅₂	4,42	2,34	1,5	2,75
B, НСР ₀₅ =0,10	4,42	2,4	1,53	НСР ₀₅ =0,16

При применении минеральных удобрений на всех вариантах опыта, было внесено не одинаковое количество азота (12 - 46 кг/га в д.в.), а вот фосфора использовалось от 30 до 52 кг/га в д.в., в связи, с чем на вариантах с увеличенными дозами фосфора в комплексе с азотом, отмечено снижение количества азота в растениях подсолнечника, возможно за счет формирования репродуктивных и вегетативных органов, что можно объяснить интенсивным накоплением жиров в период налива и созревания маслосемян.

Минеральные удобрения применялись при посеве, за исключением ЖКУ, которое было внесено под предпосевную культивацию, максимальное среднее содержание азота в растениях отмечалось в фазу 4 - 6 пар листьев (4,42 %) согласно схеме опыта, среднее по опыту содержание азота в растениях от фазы 5-7 пар листьев к фазе цветения и фазе полной спелости существенно снижалось на 2,02 – 2,89 %, что связано со снижением его концентрации в растении из-за формирования маслосемян подсолнечника.

Фосфор входит в состав ядра клеток и различных органоидов, способствуя ускорению развития и созревания. Также он играет значительную роль в синтезе белка, находясь в нуклеиновых кислотах и нуклеопротеидах, которые отвечают за рост, размножение и передачу наследственных свойств (В.Г. Сычев., 2015).

Содержание фосфора в растениях подсолнечника зависело от форм применяемых удобрений, содержания в них фосфора и фазы развития

культуры. Изучаемые удобрения не изменили направленность динамики содержания фосфора в растениях подсолнечника: наблюдается устойчивое снижение концентрации в растениях с достижением минимальных значений по мере роста и развития растений в фазу полной спелости концентрация фосфора значительно снижается, т.е. отмечается явление "разбавления" в связи с ростом массы урожая (таблица 2).

Таблица 2. Динамика содержания фосфора (%) в растениях подсолнечника в зависимости от припосевного внесения минеральных удобрений, (среднее за 2020-2022 гг.)

Удобрения, А	Сроки отбора, В			А, НСР ₀₅ =0,012
	4-6 пар листьев	Цветение	Полная спелость	
Контроль	0,52	0,43	0,31	0,42
МАР N ₁₂ P ₅₂	0,63	0,51	0,39	0,51
NPS N ₄₀ P ₄₀ (S ₂₈)	0,60	0,48	0,38	0,48
НПК(S) N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	0,58	0,48	0,37	0,47
НМ N ₄₆	0,53	0,44	0,31	0,42
APP N ₁₅ P ₅₂	0,61	0,48	0,38	0,49
В, НСР ₀₅ =0,021	0,58	0,47	0,35	НСР ₀₅ =0,03

Все изучаемые в опыте марки удобрений по сравнению с контрольным вариантом, за исключением варианта с внесением НМ N₄₆, существенно увеличивали концентрацию фосфора в растениях подсолнечника (таблица 2), так как полученная разница составила от 0,05 до 0,09 % концентрации азота.

На варианте с применением карбамида (мочевины) марки Б (НМ N₄₆) в дозе 100 кг/га, содержание фосфора в растениях подсолнечника соответствовало контролю составляя 0,42 % концентрации фосфора.

Зафиксировано максимальное среднее содержание элемента – 0,51 % на варианте при внесении марки минеральных удобрений М А Р N P 12 : 52 в дозе

100 кг/га (таблица 2), но разница в данном показателе по сравнению с другими удобренными вариантами оказалась существенна (0,02 – 0,09 %), что позволяет нам утверждать, что содержание фосфора на удобренных вариантах соответствовало оптимальным параметрам для роста и развития растений и формированию заданной продуктивности культуры.

В состав органических соединений калий не входит, и фосфора, но способствует нормальному протеканию реакций при фотосинтезе, в отличие от азота, находясь в растениях только в ионной форме, способствуя передвижению углеводов в клетках и растений.

Таблица 3. Динамика содержания калия (%) в растениях подсолнечника в зависимости от припосевного внесения минеральных удобрений, (среднее за 2020-2022 гг.)

Удобрения, А	Сроки отбора, В			А, НСП ₀₅ =0,10
	4-6 пар листьев	Цветение	Полная спелость	
Контроль	3,96	2,21	1,79	2,65
МАР N ₁₂ P ₅₂	4,09	2,52	1,82	2,81
NPS N ₄₀ P ₄₀ (S ₂₈)	4,13	2,6	1,79	2,84
NPК(S) N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	4,23	2,73	2,05	3,00
Nм N ₄₆	4,07	2,48	1,77	2,77
APP N ₁₅ P ₅₂	4,06	2,53	2,78	3,12
В, НСП ₀₅ =0,18	4,09	2,51	2,00	НСП ₀₅ =0,22

В растениях подсолнечника максимальный показатель содержания калия зафиксирован в среднем по опыту на варианте применения марки минеральных удобрений APP N₁₂P₅₂ в количестве 140 кг/га (3,12 %), существенно превышающий контроль на 0,47%. При применении изучаемых минеральных удобрений, концентрация калия в растениях подсолнечника в среднем по опыту существенно превышала показатель контроля на 0,12 – 0,47 %.

За исследуемый период существенно на 0,36 – 0,76 т/га увеличивали все

изучаемые марки удобрений урожайность подсолнечника по сравнению с контролем (таблица 4).

Таблица 4 - Влияние припосевного внесения минеральных удобрений на урожайность подсолнечника, т/га (среднее за 2020-2022 гг.)

Удобрения	Годы исследований			Средняя урожайность
	2020	2021	2022	
Контроль	2,07	1,73	1,93	1,91
МАР N ₁₂ P ₅₂	2,12	2,31	2,40	2,27
NPS N ₄₀ P ₄₀ (S ₂₈)	2,31	2,60	2,44	2,45
НПК(S) N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	2,57	2,66	2,79	2,67
N _M N ₄₆	2,49	2,43	2,37	2,43
APP N ₁₅ P ₅₂	2,26	2,41	2,43	2,37
НСП ₀₅ , т/га	0,20	0,22	0,26	0,21
S _x , %	4,3	3,5	4,1	4,8

В засушливых условиях 2020 г. все внесенные при посеве изучаемые формы минеральных удобрений в опыте, увеличивали показатель урожайности подсолнечника по сравнению с контролем на 0,05- 0,5 т/га, но существенная прибавка урожайности отмечалась на вариантах с внесением NPS N₄₀P₄₀(S₂₈) – 0,24 т/га, НПК(S) N₃₀P₃₀K₃₀ – 0,5 т/га, N_M N₄₆ – 0,42 т/га. Внесение аммофоса (МАР N₁₂P₅₂) и ЖКУ (APP N₁₅P₅₂) недостоверно увеличивало урожайность, составляя разницу от контроля соответственно 0,05 и 0,19 т/га.

При возделывании подсолнечника 2021 г. с учетом благоприятных климатических условий, все изучаемые в опыте формы минеральных удобрений, вносимых при посеве подсолнечника, существенно увеличивали урожайность подсолнечника на 0,58 - 0,93 т/га по сравнению с контролем. Максимальная урожайность подсолнечника в 2021 году отмечалась на варианте с внесением НПК(S) N₃₀P₃₀K₃₀ – 2,66 т/га, что достоверно превышало контроль – на 0,93 т/га, варианты с внесением МАР N₁₂P₅₂ – на 0,35 т/га, N_M N₄₆ – на 0,23

т/га, АРР N₁₅P₅₂ - на 0,25 т/га и несущественно варианты с внесением NPS N₄₀P₄₀(S₂₈) – на 0,06 т/га,

В оптимальных агрометеорологических условиях 2022 года для возделывания подсолнечника, все изучаемые формы минеральных удобрений в опыте, вносимых при посеве подсолнечника, существенно увеличивали урожайность подсолнечника на 0,44 – 0,86 т/га по сравнению с контролем, температурный режим и оптимальное количество осадков за 2021 год в период вегетации способствовали максимальному усвоению минерального питания растениями подсолнечника. Максимальная урожайность подсолнечника в 2022 году отмечалась на варианте с внесением NPK(S) N₃₀P₃₀K₃₀ – 2,79 т/га, что достоверно превышало контроль – на 0,86 т/га и варианты с внесением MAP N₁₂P₅₂ – на 0,39 т/га, NPS N₄₀P₄₀(S₂₈) – на 0,35 т/га, Nм N₄₆ – на 0,42 т/га, АРР N₁₅P₅₂- на 0,36 т/га.

Получить максимальную урожайность подсолнечника в среднем за три года проведения исследований с учетом засушливых условий 2020 года и оптимального режима 2021 и 2022 года удалось при внесении NPK(S) N₃₀P₃₀K₃₀ – 2,67 т/га.

На эффективность изучаемых марок минеральных удобрений оказали значительное влияние условия увлажнения, а также на урожайность подсолнечника. Так минеральные удобрения увеличивали урожайность на 0,05-0,5 т/га относительно контроля в 2020 г.

В 2022 году - оптимальном по условиям увлажнения, была сформирована самая высокая урожайность – в среднем по опыту составляя 2,39 т/га, что по сравнению с 2020 годом оказалось выше на 0,09 т/га и 2021 годом на 0,03 т/га. Применение при посеве фосфорсодержащих удобрений на 0,44 – 0,86 т/га повышало урожайность подсолнечника относительно контроля.

В зависимости от погодных условий, максимальную продуктивность подсолнечника (2,57 – 2,79 т/га), во все изучаемые годы обеспечило припосевное внесение NPK(S) N₃₀P₃₀K₃₀ – 200 кг/га, что достоверно выше показателей урожайности всех удобренных вариантов, не только контроля.

Таким образом, все изучаемые в опыте марки минеральных удобрений, выпускаемых компанией «ФосАгро», повышали изучаемые показатели в растениях подсолнечника (азота на 0,29 - 0,43 %, фосфора на 0,05-0,09 % и калия на 0,12 – 0,47 %).

Максимальную урожайность в зоне неустойчивого увлажнения за период проведения экспериментального опыта (2020-2022 гг.) на черноземе выщелоченном формировал вариант с припосевным внесением NPK(S) N₃₀P₃₀K₃₀ в дозе 200 кг/га – 2,67 т/га.

Литература

1. Есаулко, А.Н. Оптимизация условий формирования урожайности подсолнечника на выщелоченном черноземе: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А. Н. Есаулко. - Ставрополь, 1997. - 24 с.

2. Котова А.С., Влияние различных доз минеральных удобрений на урожайность и качество маслосемян подсолнечника в условиях зоны неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья / А. С. Котова, А. Н. Есаулко, М. Ю. Шинкарев, А. Г. Попандопуло // Биологизация и цифровизация земледелия, селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур в Северо-Кавказском федеральном округе : Сборник материалов Всероссийской конференции, приуроченной к 85-летию со дня рождения докторов с.-х. наук, профессоров Дорожко Г.Р., Асалиева А.И., Барабаша Ивана Петровича, Ставрополь, 23–25 ноября 2022 года. – Ставрополь: "СЕКВОЙЯ", 2022. – С. 119-123.

3. 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 Сборник науч. тр. по материалам X Международной научно-практической конференции. - Ставрополь, 2021. – С. 8-13.

4. Массинге Э.М., Влияние различных норм минеральных удобрений на потребление элементов питания растениями подсолнечника / Э.М. Массинге, А.А. Макарова // Сборник статей по материалам XII Всероссийской

конференции молодых ученых. – Краснодар, 2019. – С. 17-18.

5. Ремизова А.Г. Влияния применения минеральных удобрений на урожайность и качества семян подсолнечника / А.Г. Ремизова, О.А. Кучукова // Сборник статей по материалам XII Всероссийской конференции молодых ученых. – Краснодар, 2019. – С. 23-24.

6. Кашуков М.В. Эффективность применения минеральных удобрений и биопрепаратов в посевах подсолнечника / М.В. Кашуков, Ж.М. Яхтанигова, В.М. Бижев // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – Нальчик, 2014. – С. 30-32.

Literatura

1. Esaulko, A.N. Optimizatsiya uslovii formirovaniya urozhainosti podsolnechnika na vyshchelochennom chernozeme: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk / A. N. Esaulko. - Stavropol', 1997. - 24 s.

2. Kotova A.S., Vliyanie razlichnykh doz mineral'nykh udobrenii na urozhainost' i kachestvo maslosemyan podsolnechnika v usloviyakh zony neustoichivogo uvlazhneniya Tsentral'nogo Predkavkaz'ya / A. S. Kotova, A. N. Esaulko, M. YU. Shinkarev, A. G. Popandopulo // Biologizatsiya i tsifrovizatsiya zemledeliya, selektsiya i semenovodstvo sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v Severo-Kavkazskom federal'nom okruge : Sbornik materialov Vserossiiskoi konferentsii, priurochennoi k 85-letiyu so dnya rozhdeniya doktorov s.-kh. nauk, professorov Dorozhko G.R., Asalieva A.I., Barabasha Ivana Petrovicha, Stavropol', 23–25 noyabrya 2022 goda. – Stavropol': "SEKVOIYA", 2022. – S. 119-123.

3. Kotova A.S. Vliyanie mineral'nykh udobrenii na urozhainost' i kachestvo maslosemyan gibridov podsolnechnika v usloviyakh zony neustoichivogo uvlazhneniya Stavropol'skogo kraya /A.S. Kotova // Agrarnaya Nauka, Tvorchestvo, Rost Sbornik nauch. tr. po materialam KH Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. - Stavropol', 2021. – S. 8-13.

4. Massinge E.H.M., Vliyanie razlichnykh norm mineral'nykh udobrenii na potreblenie ehlementov pitaniya rasteniyami podsolnechnika / E.H.M. Massinge, A.A.

Makarova // Sbornik statei po materialam XII Vserossiiskoi konferentsii molodykh uchenykh. – Krasnodar, 2019. – S. 17-18.

5. Remizova A.G. Vliyaniya primeneniya mineral'nykh udobrenii na urozhainost' i kachestva semyan podsolnechnika / A.G. Remizova, O.A. Kuchukova // Sbornik statei po materialam XII Vserossiiskoi konferentsii molodykh uchenykh. – Krasnodar, 2019. – S. 23-24.

6. Kashukoev M.V. Ehffektivnost' primeneniya mineral'nykh udobrenii i biopreparatov v posevakh podsolnechnika / M.V. Kashukoev, ZH.M. Yakhtanigova, V.M. Bizhev // Vestnik Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk. – Nal'chik, 2014. – S. 30-32.

© Ситников В.Н., Есаулко А.Н., Голосной Е.В., Котова А.С., Лысенко И.О., 2023. *International agricultural journal*, 2023, №5, 1641-1655.

Для цитирования: Ситников В.Н., Есаулко А.Н., Голосной Е.В., Котова А.С., Лысенко И.О. ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ДИНАМИКУ СОДЕРЖАНИЯ АЗОТА ФОСФОРА, КАЛИЯ В РАСТЕНИЯХ ПОДСОЛНЕЧНИКА В УСЛОВИЯХ ЗОНЫ НЕУСТОЙЧИВОГО УВЛАЖНЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ// *International agricultural journal*. 2023. №5, 1641-1655