

ВЛИЯНИЕ МИКРОУДОБРЕНИЙ НА КОЭФФИЦИЕНТ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И УРОЖАЙНОСТЬ НУТА В САРАТОВСКОМ ЗАВОЛЖЬЕ

СОЛОДОВНИКОВ Анатолий Петрович, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

ЛИНЬКОВ Александр Сергеевич, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

МОЛЧАНОВА Надежда Петровна, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

ПРЕЙМАК Сергей Анатольевич, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

СУРАЕВ Дмитрий Васильевич, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

В статье показано влияние основной обработки почвы и удобрений минеральных с микроэлементами на коэффициент водопотребления и урожайность зерна нута в Саратовском Заволжье. В среднем за три года в посевах нута наибольшее суммарное водопотребление было по безотвальной обработке – 1240 м³/га, что превышало контроль на 64 м³/га. Минимальная обработка почвы приводила к увеличению коэффициента водопотребления на 533 м³/т, или на 31 %, безотвальная на 372 м³/т, или 22 % относительно классической обработки. Некорневая подкормка микроудобрениями в фазу ветвления нута снижала коэффициент водопотребления на 88–236 м³/т, что составило 4,3–11,4 %. Уменьшение глубины основной обработки до 10–12 см приводило к уменьшению урожайности нута на 23,5 %. Безотвальная обработка снижала урожайность на 10,3 %. Комбинированная обработка почвы не обеспечивала достоверной прибавки урожайности относительно контроля. Некорневая подкормка нута в фазу ветвления микроудобрениями увеличивает урожайность на 5,1–11,9 %.

Введение. При увеличении аридности климата в Саратовском Заволжье необходимы засухоустойчивые сорта нута и агротехнические приемы, позволяющие более рационально расходовать продуктивную влагу на создание единицы основной продукции.

Коэффициент водопотребления – величина переменная, зависящая от биологических особенностей культуры, почвенных, климатических, агротехнических, агрохимических условий, поэтому коэффициент водопотребления должен определяться для конкретных условий экспериментально.

Обработка растений микроудобрениями, содержащими микроэлементы и кремний, увеличивает массу корней, адсорбирующую и поглощающую поверхность, что создает благоприятные условия для поглощения воды и элементов питания. Оптимизация питания микроэлементами и кремнием приводит к увеличению площади листьев и биосинтезу фотосинтетических пигментов [11, 12]. Кроме того, микроэлементы входят в состав отдельных ферментов или же активизируют их работу. Без микроэлемента фермент пассивен, что негативно влияет на урожайность растений [7].

В условиях богарного земледелия агрономическая наука должна разрабатывать и обосновывать элементы технологических приемов, позволяющих в первую очередь оптимизировать водный и питательный режимы с целью получения хорошей урожайности зерна нута [1, 2, 4, 8].

Поэтому установление влияния основной обработки почвы и микроудобрений на коэффициент водопотребления и урожайность нута является перспективным направлением в научных исследованиях.

Методика исследований. Опыты по изучению основной обработки и микроудобрений проводились на стационарном опытном поле Саратовского ГАУ в 2018–2020 гг. Почва опытного поля – темнокаштановая среднесуглинистая, содержание гумуса – 2,9 %. В метровом горизонте плотность почвы составляет 1,37 г/см³, НВ – 22,1 %, ВУЗ – 9,7 % от массы абсолютно сухой почвы.

По средним многолетним данным в районе проведения опыта (Саратовская область, Энгельский район) с мая по сентябрь выпадает 134 мм осадков. В 2018 г. сумма осадков за четыре месяца составила 73 мм, в 2019 – 62 мм, в 2020 – 51 мм.

Для определения влияния основной обработки почвы и микроудобрений на коэффициент водопотребления и урожайность нута был заложен двухфакторный опыт:

A_0 – классическая обработка плугом ПЛН-8-35 на глубину 23–25 см (контроль 1); A_1 – безотвальная обработка глубокорыхлителем SSD-4 на глубину 30–32 см; A_2 – минимальная обработка дискатором БДМ-7×3 на глубину 10–12 см; A_3 – комбинированная обработка плугом ПБС-6-38 на глубину 23–25 см.

B_0 – без удобрений (контроль 2) – H_2O ; B_1 – Мегамикс № 10 (0,5 л/га) – азот – 10 %, сера – 0,7 %, магний – 0,5 %, цинк – 0,2 %, железо – 0,1 %, марганец – 0,08 %, бор – 0,07 %, молибден – 0,05 %, кобальт – 0,01 %; B_2 – Микровит (0,5 л/га) – сера 4 %, азот – 3 %, железо – 3 %, калий – 2,4 %, магний – 2,3 %, марганец – 2 %, бор – 0,9 %, медь – 0,8 %, цинк – 0,8 %, молибден – 0,5 %, фосфор – 0,15 %; кобальт – 0,1 %; B_3 – НаноКремний (100 г/га) – кремний кристаллический – 50 %,



железо – 6 %, медь – 1 %, цинк – 0,5 %. Некорневую подкормку проводили в фазу ветвления нута.

Площадь делянок по фактору А – 1500 м², учетная – 1000 м², а по фактору В – 30 м², учетная – 20 м². Повторность трехкратная. Расположение делянок рендомизированное. Предшественник – озимая пшеница по чистому пару. Сорт нута – Бонус.

Полевой опыт сопровождался наблюдениям и исследованиями в соответствии с общепринятыми методическими указаниями [5, 10].

Результаты исследований. Расчеты баланса влаги в почве в период от посева до уборки нута показал, что максимальное количество влаги расходуется на варианте А₁ с глубокой безотвальной обработкой в 2018 г. – 945 м³/га, в 2019 – 1001 м³/га, в 2020 – 657 м³/га, а минимальное на варианте А₂ с дискованием на 10–12 см соответственно по годам – 850 м³/га, 945 м³/га, 589 м³/га (табл. 1).

За три года наблюдений за водным режимом отмечено, что в посевах нута наибольшее суммарное водопотребление было по безотвальной обработке – 1240 м³/га, что превышало контроль на 64 м³/га. Некоторое уменьшение суммарного водопотребления (1167 м³/га) на минимальной обработке объясняются меньшими запасами влаги в почве в весенний период и особенно в нижних горизонтах почвы [3, 9].

Суммарный расход влаги в посевах нута по глубокой безотвальной обработке относительно контроля увеличился на 5,4 %, а по минимальной уменьшился на 0,8 %.

Расчеты коэффициента водопотребления показали, что в среднем за три года по фактору А₂ (минимальная обработка почвы) данный показатель увеличивался на 533 м³/т, или на 31 %, на варианте

А₁ (безотвальная обработка почвы) на 372 м³/т, или 22 %. В некоторой степени это связано с увеличением засоренности посевов на данных вариантах, что приводило к дополнительному расходу продуктивной влаги [6]. Комбинированная обработка (вариант А₃) не оказывала значимого влияния на коэффициент водопотребления по сравнению с контролем (табл. 2).

Некорневая подкормка нута НаноКремнием снижала коэффициент водопотребления на 88 м³/т, что составило 4,3 %, Мегамиксом № 10 на 189 м³/т, или на 9,2 %. Максимальная эффективность по расходу продуктивной влаги получена на варианте В₂ – Микровит, где коэффициент водопотребления уменьшился на 236 м³/т, или на 11,4 %.

Уменьшение коэффициента водопотребления на вариантах с применением удобрений минеральных с микроэлементами можно обосновать тем, что микроэлементы увеличивают корневую массу нута, что создает благоприятные условия для поглощения труднодоступной влаги и элементов питания.

В среднем за годы исследования по фактору А максимальная урожайность зерна нута получена по вспашке плугами ПБС-6-38 – 0,69 т/га и ПЛН-8-35 – 0,68 т/га. На варианте А₁ – SSD-4 она снижалась до 0,61 т/га, что меньше контроля на 10,3 %. Уменьшение глубины основной обработки до 10–12 см (А₂ – БДМ-7×3) приводило к потере урожайности нута на 0,16 т/га, или 23,5 %. Комбинированная обработка почвы не обеспечивала достоверной прибавки урожайности относительно контроля (табл. 3).

Определение урожайности по фактору В (микроудобрения) показало, что продуктивность нута

Таблица 1

Суммарное водопотребление посевов нута в 2018–2020 гг.

Варианты опыта по фактору А	Запас влаги в почве перед посевом, м ³ /га	Запас влаги в почве перед уборкой, м ³ /га	Баланс влаги в почве, м ³ /га	Осадки с учетом коэффициента использования, мм	Суммарное водопотребление	
					м ³ /га	%
8.05 – 10.08. 2018 г.						
A ₀	2288	1425	863	43,8	1301	100,0
A ₁	2329	1384	945	43,8	1383	106,3
A ₂	2206	1356	850	43,8	1288	99,0
A ₃	2274	1411	863	43,8	1301	100,0
28.04 – 8.08. 2019 г.						
A ₀	2439	1466	973	37,2	1345	100,0
A ₁	2398	1397	1001	37,2	1373	102,1
A ₂	2329	1384	945	37,2	1317	97,9
A ₃	2425	1466	959	37,2	1331	99,0
29.04 – 7.08. 2020 г.						
A ₀	1767	1192	575	30,6	881	100,0
A ₁	1849	1192	657	30,6	963	109,3
A ₂	1767	1178	589	30,6	895	101,5
A ₃	1795	1192	603	30,6	909	103,2
Среднее за 2018–2020 гг.						
A ₀	2165	1361	804	37,2	1176	100,0
A ₁	2192	1324	868	37,2	1240	105,4
A ₂	2101	1306	795	37,2	1167	99,2
A ₃	2165	1356	809	37,2	1181	100,4



Коэффициент водопотребления по вариантам опыта, м³/т

фактор А	Вариант опыта фактор В	Коэффициент водопотребления			
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	в среднем
A ₀ – ПЛН-8-35 (конт- роль1)	V ₀ – контроль 2	1942	1894	1602	1813
	V ₁ – Мегамикс	1858	1681	1468	1669
	V ₂ – Микровит	1807	1640	1398	1615
	V ₃ – НаноКремний	1885	1793	1546	1741
	В среднем по A ₀	1873	1752	1503	1709
A ₁ – SSD-4	V ₀ – контроль 2	1796	2921	1926	2214
	V ₁ – Мегамикс	1729	2640	1660	2010
	V ₂ – Микровит	1750	2590	1605	1982
	V ₃ – НаноКремний	1773	2860	1720	2118
	В среднем по A ₁	1762	2753	1728	2081
A ₂ – БДМ-7×3	V ₀ – контроль 2	2147	2863	2295	2435
	V ₁ – Мегамикс	2044	2485	1946	2158
	V ₂ – Микровит	2044	2394	1721	2053
	V ₃ – НаноКремний	2147	2634	2183	2321
	В среднем по A ₂	2095	2594	2036	2242
A ₃ – ПБС- 6-38	V ₀ – контроль 2	1859	1799	1683	1780
	V ₁ – Мегамикс	1782	1643	1515	1647
	V ₂ – Микровит	1782	1643	1515	1647
	V ₃ – НаноКремний	1807	1751	1567	1708
	В среднем по A ₃	1808	1709	1570	1696
В среднем по фактору V ₀		1936	2369	1876	2060
В среднем по фактору V ₁		1853	2112	1647	1871
В среднем по фактору V ₂		1846	2067	1560	1824
В среднем по фактору V ₃		1903	2259	1754	1972

Таблица 3

Урожайность зерна нута по вариантам опыта, т/га

фактор А	Вариант опыта фактор В	Урожайность			
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	в среднем
A ₀ – ПЛН-8-35 (конт- роль1)	V ₀ – контроль 2	0,67	0,71	0,55	0,64
	V ₁ – Мегамикс	0,70	0,80	0,60	0,70
	V ₂ – Микровит	0,72	0,82	0,63	0,72
	V ₃ – НаноКремний	0,69	0,75	0,57	0,67
	В среднем по A ₀	0,69	0,77	0,59	0,68
A ₁ – SSD-4	V ₀ – контроль 2	0,77	0,47	0,50	0,58
	V ₁ – Мегамикс	0,80	0,52	0,58	0,63
	V ₂ – Микровит	0,79	0,53	0,60	0,64
	V ₃ – НаноКремний	0,78	0,48	0,56	0,61
	В среднем по A ₁	0,78	0,50	0,56	0,61
A ₂ – БДМ-7×3	V ₀ – контроль 2	0,60	0,46	0,39	0,48
	V ₁ – Мегамикс	0,63	0,53	0,46	0,54
	V ₂ – Микровит	0,63	0,55	0,52	0,57
	V ₃ – НаноКремний	0,60	0,50	0,41	0,50
	В среднем по A ₂	0,61	0,51	0,44	0,52
A ₃ – ПБС- 6-38	V ₀ – контроль 2	0,70	0,74	0,54	0,66
	V ₁ – Мегамикс	0,73	0,81	0,60	0,71
	V ₂ – Микровит	0,73	0,81	0,60	0,71
	V ₃ – НаноКремний	0,72	0,76	0,58	0,69
	В среднем по A ₃	0,72	0,78	0,58	0,69
В среднем по фактору V ₀		0,68	0,59	0,49	0,59
В среднем по фактору V ₁		0,71	0,66	0,56	0,64
В среднем по фактору V ₂		0,72	0,68	0,59	0,66
В среднем по фактору V ₃		0,70	0,62	0,53	0,62
НСР ₀₅ по фактору А		0,018	0,034	0,032	0,028
НСР ₀₅ по фактору В		0,022	0,038	0,036	0,032
НСР ₀₅ по фактору АВ		F _φ < F _τ			

достигала максимальной величины на варианте V₂ – Микровит – 0,66 т/га. Данный вариант обеспечивал прибавку урожайности относительно V₀ – контроль – 0,07 т/га, или 11,9 %. Несколько меньшая эффективность некорневой подкормки отмечена на вариантах V₁ – Мегамикс – 8,5 % и V₃ – НаноКремний – 5,1 %.

Заключение. Суммарный расход влаги в посевах нута по глубокой безотвальной обработке относительно классической вспашки увеличился на 5,4 %.

Минимальная обработка почвы увеличивала коэффициент водопотребления на 31 %, безотвальная – на 22 %. Применение микроудобрений в качес-



тве некорневой подкормки в посевах нута снижали коэффициент водопотребления на 4,3–11,4 %.

Отвальная и комбинированная обработки почвы создавали условия для формирования максимальной урожайности зерна нута 0,68–0,69 т/га. Уменьшение глубины основной обработки до 10–12 см приводило к потере урожайности нута на 23,5 % по сравнению с контролем.

Некорневая подкормка нута в фазу ветвления микроудобрениями увеличивает урожайность на 5,1–11,9 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бородычев В.В., Пимонов К.И., Михайличенко Е.Н. Агрохимическая оценка применения минеральных удобрений и биопрепаратов при возделывании нута в Ростовской области // Плодородие. – 2018. – № 1. – С. 34–37.

2. Влияние минеральных удобрений и биопрепаратов на урожайность нута на черноземе южном / Е.Н. Михайличенко [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 4. – С. 16–21.

3. Влияние способов основной обработки почвы на оптимизацию водного режима и урожайность нута / А.Ю. Лёвкина [и др.] // Кормопроизводство. – 2018. – № 12 – С. 14–17.

4. Долевое влияние водно-физических свойств почвы и погодных условий на урожайность нута в Саратовском Заволжье / А.П. Солодовников [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2021. – №1. – С. 43–47.

5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

6. Засоренность посевов чечевицы на фоне минимализации обработки почвы и применения гербицида в Поволжье / А.П. Солодовников [и др.] // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2014. – № 6. – С. 32–34.

7. Кидин В.В., Торшин С.П. Агрехимия: учебник. – М.: ООО «Проспект», 2015. – 457 с.

8. Солодовников А.П., Пимонов К.И., Гудова Л.А. Влияние основной обработки на водно-физические

свойства темно-каштановой почвы и урожайность нута // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2020. – № 1(37). – С. 140–153.

9. Солодовников А.П., Денисов Е.П., Гудова Л.А. Водопотребление посевов чечевицы при энергосберегающих обработках почвы и применении «Гумата калия» в условиях Поволжья // Кормопроизводство. – 2017. – № 5. – С. 16–19.

10. Шейн Е.П., Гончаров В.М. Агрофизика. – Ростов н/Д: Феникс, 2006. – 397 с.

11. Шейден А.Х., Куркаев В.Т., Котляров Н.С. Агрехимия. – Майкоп: Изд-во «Афиша», 2006. – 1075 с.

12. Экологические основы агрохимии: учебное пособие / Е.В. Агофонов [и др.]. – Пос. Персиановский, 2015. – 196 с.

Солодовников Анатолий Петрович, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Линьков Александр Сергеевич, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Молчанова Надежда Петровна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Преймак Сергей Анатольевич, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

Сураев Дмитрий Васильевич, канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410012, г. Саратов, Театральная пл., 1.

Тел.: 89053866457; e-mail: solodovnikov-sgau@yandex.ru.

Ключевые слова: урожайность нута; коэффициент водопотребления; обработка почвы; микроудобрения; суммарное водопотребление.

INFLUENCE OF MICROFERTILIZERS ON WATER CONSUMPTION RATIO AND YIELD OF CHICKPEA IN THE SARATOV TRANS VOLGA REGION

Solodovnikov Anatoly Petrovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Agriculture, Melioration and Agrochemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia

Linkov Aleksandr Sergeevich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the chair "Agriculture, Melioration and Agrochemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Molchanova Nadezhda Petrovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the chair "Agriculture, Melioration and Agrochemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Preymak Sergey Anatolyevich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the chair "Agriculture, Melioration and Agrochemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Suraev Dmitry Vasilievich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the chair "Agriculture, Melioration and Agrochemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

Keywords: chickpea productivity; water consumption coefficient; tillage; microfertilizers; total water consumption.

The article shows the influence of the main tillage and mineral fertilizers with microelements on the water consumption coefficient and the yield of chickpea grain in the Saratov Trans-Volga region. On average, over three years in chickpea crops, the highest total water consumption was after subsoil tillage - 1240 m³/ha, which exceeded the control by 64 m³/ha. Minimal tillage led to an increase in the water consumption coefficient by 533 m³/t, or 31%. After subsoil tillage it increased by 372 m³/t, or 22 % relative to conventional tillage. Foliar top dressing with micro-fertilizers in the chickpea branching phase reduced the water consumption ratio by 88–236 m³/t, which amounted to 4.3–11.4 %. A decrease in the depth of the main processing to 10–12 cm led to a 23.5 % decrease in the yield of chickpea. Subsoil tillage reduced the yield by 10.3 %. Com-bined soil cultivation did not provide a significant increase in yield relative to control. Foliar feeding of chickpeas in the branching phase with micronutrient fertilizers increases the yield by 5.1–11.9 %.

