

## ПРИМЕНЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ ПОД ПОДСОЛНЕЧНИК НА ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ

**ВАЩЕНКО Алексей Викторович**, Донской государственный аграрный университет  
**КАМЕНЕВ Роман Александрович**, Донской государственный аграрный университет  
**СОЛОДОВНИКОВ Анатолий Петрович**, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова  
**ЖУК Екатерина Александровна**, ФГБНУ РосНИИСХ «Россорго»

Представлены результаты полевых опытов по изучению влияния минеральных удобрений и бактериальных препаратов на урожайность и качество семян подсолнечника. Исследования проводили в 2011–2014 гг. в Ростовской области на черноземе обыкновенном среднемошном. Объектом исследований являлся гибрид подсолнечника Патриот. Предшественник – озимая пшеница. В качестве минеральных удобрений использовали аммиачную селитру, аммофос и хлористый калий в различных дозах, согласно схеме опыта. Удобрения вносили до посева вразброс под основную обработку почвы и под предпосевную культивацию. Бактериальные препараты были представлены ассоциативными азотфиксаторами штаммов Мизорин, Флавобактерин, ПГ-5 и 17-1 производства ВНИИСХМ г. Пушкин. В полевом опыте также изучали варианты совместного применения минеральных удобрений и предпосевной обработки семян бактериальными препаратами. Контролем служил вариант без применения минеральных удобрений и бактериальных препаратов. Урожайность семян гибрида подсолнечника Патриот на контрольном варианте в среднем за 3 года составила 1,61 т/га. Установлено существенное увеличение урожайности семян подсолнечника и сбора масла на варианте с допосевным применением минеральных удобрений в дозе  $N_{40}P_{50}$ . Прибавка по сравнению с контрольным вариантом составила 0,53 т/га, или 34,2 %, а в сборе масла в урожае – 226 кг/га, или 36,4 %. Применение биопрепаратов ассоциативных азотфиксаторов способствовало увеличению урожайности семян подсолнечника. Более эффективным была инокуляция семян подсолнечника штаммом биологического препарата ПГ-5. Увеличение урожайности семян подсолнечника по сравнению с вариантом без применения удобрений составило 0,44 т/га, или 28,6 %, сбора масла в урожае – 29,3 %. Применение бактериальных препаратов под подсолнечник на фоне азотно-фосфорных удобрений было малоэффективным.

**Введение.** Масличные культуры имеют большое значение в обеспечении продовольственной безопасности страны, их возделывание является важной частью сельскохозяйственного производства России [4, 10, 13]. Основная масличная культура в Российской Федерации – подсолнечник, из него производится три четверти растительных масел: около 6 млн т, в том числе более половины в ЮФО [9, 11].

Ростовская область имеет наибольшую долю в производстве семян подсолнечника в России (около 20 %), [14]. Урожайность подсолнечника в области остается на низком уровне: в 2009–2013 гг. в пределах 0,94–1,17 т/га [12]. Площади его посевов к 2020 г. предполагается стабилизировать на уровне 550 т/га, объем производства семян довести до 1 млн т, для чего необходимо поднять урожайность до 1,8 т/га [8].

Важнейшим фактором повышения урожайности сельскохозяйственных культур и плодородия почв являются удобрения. С 1991 по 1999 г. в Ростовской области произошло резкое умень-

шение уровня применения удобрений – минеральных до 5 кг д.в./га пашни, а органических до 0,4 т/га. С 2000 г. наметилась тенденция роста применения минеральных удобрений. Так, в 2007 г. было внесено около 27 кг/га, при этом использование органических удобрений продолжало снижаться – до 0,13 т/га [2].

В 2011–2014 гг. применение минеральных удобрений достигло 55,5 кг/га посевов, что на 1 га пашни составило 41 кг. Однако использование органики осталось на том же низком уровне – 120 кг/га. Поэтому дефицит баланса элементов питания по-прежнему высок – около 40 %. Для сравнения следует отметить, что отрицательный баланс питательных веществ имеет место и в России в целом [3, 15].

Целью исследований являлось изучение применения бактериальных препаратов, содержащих штаммы активных ассоциативных азотфиксаторов, и минеральных удобрений под подсолнечник для увеличения урожайности и масличности на черноземе обыкновенном Нижнего Дона.





**Методика исследований.** Опыты с подсолнечником закладывали в 2011–2014 гг. в полевом севообороте Ростовского ГСУ Аксайского р-на Ростовской области. Предшественник – озимая пшеница. Объектом исследований был гибрид подсолнечника Патриот (среднеспелый). Повторность опыта четырехкратная. Площадь делянки 39,2 м<sup>2</sup> (7м×5,6м). Почва – чернозем обыкновенный среднеспелый. Схема опыта представлена в табл. 1.

Закладку опытов, наблюдения и учеты проводили в соответствии с методикой опытного дела [7] и методикой проведения полевых опытов с удобрениями [16].

В опыте использовались минеральные удобрения: аммиачная селитра (N 34,4 % д.в.), аммофос (N 12 %; P 50 % д.в.), хлористый калий (K 60,0 % д.в.), а также бактериальные препараты со штаммами ассоциативных азотфиксаторов (ПГ-5, Флавобактерин, 17-1, Мизорин 7), изготовленные во ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии (г. Пушкин). Внесение аммофоса и хлористого калия проводилось осенью под вспашку, аммиачной селитры – под предпосевную культивацию. Обработку семян бактериальными препаратами проводили непосредственно перед посевом из расчета 200 г на гектарную норму посевного материала. Уборку и учет урожайности осуществляли комбайном САМПО-2010 Ростов.

Исследования проводили полевым и лабораторными методами с использованием следующих методик: общие требования к проведению анализов [5], отбор проб почвы [6]; расчет продуктивной влаги с учетом влажности устойчивого завядания подсолнечника – Е.В. Агафонов [1]; математическая обработка полученных результатов – с помощью дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [7] с использованием ПК.

**Результаты исследований.** Погодные условия в годы исследований существенно отличались. В 2011–2012 сельскохозяйственном году выпадение атмосферных осадков превысило среднемноголетние нормы на 25 мм. В 2012–2013 сельскохозяйственном году отмечали недостаток осадков на 47 мм меньше нормы. При этом в 2013 г. наблюдали превышение нормы температуры воздуха на 1,6–3,8 °С. Преобладание высоких температур в фазы цветение и начала налива семян привели к уменьшению количества полноценных семян в корзинке и в последующем к снижению урожайности.

Главным отличительным признаком 2014 сельскохозяйственного года явилась очень жаркая и сухая погода в середине и второй половине вегетации подсолнечника. В июле и августе количество осадков было минимальным – 9 и 2 мм.

Температура была в пределах 25,2–25,5 °С, что на 2,7–3,3 °С больше нормы. Налив и созревание семян проходило в условиях острого дефицита влаги.

Наименьшая урожайность семян подсолнечника была сформирована в острозасушливом 2014 г. – 0,95 т/га, в 2013 г. – 1,71 т/га и наибольшая в 2012 г. – 2,18 т/га (табл. 1).

В 2012 г. максимальную прибавку урожайности получили на варианте с применением минеральных удобрений в дозе N<sub>40</sub>P<sub>50</sub>, которая по сравнению с контрольным вариантом составила 0,74 т/га, или 33,9 %. Увеличение дозы азотно-фосфорных удобрений, как и применение полного минерального удобрения, в этот год исследований не способствовало повышению урожайности.

Применение бактериальных препаратов было эффективно на всех вариантах опыта. Максимальные прибавки достигнуты под влиянием штаммов Флавобактерин и Мизорин 7, которые составили по сравнению с контрольным вариантом 0,60–0,62 т/га, или 27,5–28,4 %. Это лишь на 5,5–6,4 % меньше, чем на оптимальном варианте с азотно-фосфорными удобрениями в дозе N<sub>40</sub>P<sub>50</sub>. Применение штаммов биопрепаратов на фоне азотно-фосфорных удобрений в дозе N<sub>40</sub>P<sub>50</sub> было неэффективно. Урожайность была сформирована меньше, чем на вариантах с применением биопрепаратов на фоне естественного плодородия почвы.

В 2013 г., как и в предыдущий год, применение азотно-фосфорных удобрений в дозе N<sub>40</sub>P<sub>50</sub> обеспечило существенное и математически достоверное увеличение урожайности по сравнению с контрольным вариантом на 0,23 т/га, или на 13,5 %. Повышение дозы азотно-фосфорных удобрений не способствовало увеличению урожайности. Высокоэффективным в этот год было применение полного минерального удобрения в дозе N<sub>40</sub>P<sub>50</sub>K<sub>50</sub>. Прибавка по сравнению с контрольным вариантом составила 0,61 т/га, или 35,7 %.

Математически достоверное увеличение урожайности в 2013 г. получили на вариантах со штаммами бактериальных препаратов Мизорин 7 и ПГ-5. Увеличение урожайности к варианту без применения удобрений достигало 15,2 и 11,1 % соответственно. Эффективность применения штаммов биопрепаратов возрастала на фоне азотно-фосфорных удобрений. Наибольшая прибавка урожайности была достигнута на варианте со штаммом ПГ-5, которая по сравнению с контрольным вариантом составила 0,57 т/га, или 33,3 %.

В 2014 г. применение минеральных удобрений в дозе N<sub>80</sub>P<sub>50</sub> обеспечило максимальную прибавку урожайности, которая по сравнению

**Влияние минеральных удобрений и бактериальных препаратов на урожайность подсолнечника (гибрид Патриот) в среднем за 2012–2014 гг., т/га**

Вариант	Год			Среднее за три года	Прибавка к контролю	
	2012	2013	2014		т/га	%
Контроль	2,18	1,71	0,95	1,61	-	-
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub>	2,92	1,94	1,34	2,07	0,53	34,2
N <sub>80</sub> P <sub>50</sub>	2,61	1,83	1,57	2,00	0,46	30,1
N <sub>40</sub> P <sub>100</sub>	2,87	1,90	1,40	2,06	0,52	33,5
N <sub>80</sub> P <sub>100</sub>	2,48	1,97	1,55	2,00	0,46	29,9
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> K <sub>50</sub>	2,43	2,32	1,13	1,96	0,42	27,3
N <sub>80</sub> P <sub>100</sub> K <sub>50</sub>	2,09	1,83	1,37	1,76	0,22	14,5
ПГ-5	2,73	1,97	1,24	1,98	0,44	28,6
Флавобактерин	2,78	1,70	0,88	1,79	0,25	16,0
Мизорин 7	2,80	1,90	1,14	1,95	0,41	26,4
17-1	2,66	1,64	0,80	1,70	0,16	10,4
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> +ПГ-5	2,52	2,28	1,42	2,07	0,53	34,6
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> +Флавобактерин	2,48	1,98	1,25	1,90	0,36	23,6
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> + Мизорин 7	2,52	2,14	1,15	1,94	0,40	25,8
N <sub>40</sub> P <sub>50</sub> +17-1	2,35	2,14	1,30	1,93	0,39	25,3
НСР <sub>05</sub>	0,18	0,09	0,04	-	-	-

с контрольным вариантом составила 0,62 т/га, или 65,3 %. В этот год исследований, как и в предыдущий, сохранилось преимущество штамма биопрепарата ПГ-5 как на фоне естественного плодородия почвы, так и на азотно-фосфорном фоне.

В среднем за 2012–2014 гг. урожайность на контрольном варианте (без применения удобрений) составила 1,61 т/га. Применение минеральных удобрений до посева наиболее эффективно в дозе N<sub>40</sub>P<sub>50</sub>. Увеличение урожайности по сравнению с контрольным вариантом составило 34,2 %. Высокоэффективно было применение штамма бактериального препарата ПГ-5. Прибавка к контролю достигала 28,6 %. На азотно-фосфорном фоне эффект от действия этого штамма возрастал. Повышение урожайности составило 6,0 %, однако прибавка урожайности на

этом варианте была одинаковой по сравнению с вариантом азотно-фосфорными удобрениями в дозе N<sub>40</sub>P<sub>50</sub>.

Масличность семян подсолнечника была наименьшей в 2014 г., она составила 36,7 %, наибольшей в 2012 г. – 43,6 %. В среднем за 2012–2014 гг. она составила 40,9 %. Применение минеральных удобрений увеличивало содержание масла по сравнению с контрольным вариантом на 2,3–4,4 % и достигало максимума на вариантах с дозами N<sub>40</sub>P<sub>50</sub> и N<sub>80</sub>P<sub>50</sub>. На вариантах с биопрепаратами также отмечено положительное увеличение масличности семян подсолнечника, которое по сравнению с контролем составило 1,1–3,4 %. Наиболее эффективными были штаммы Мизорин 7 и ПГ-5 во влиянии на этот показатель.

Сбор масла в урожае семян подсолнечника был наименьшим в остросушливом 2014 г. – 321 кг/га



и наибольшим в 2012 г. – 874 кг/га и в среднем за 2012–2014 гг. составил 620 кг/га (табл. 2).

Максимальные прибавки в сборе масла в урожае семян подсолнечника были получены на вариантах с минеральными удобрениями в дозах  $N_{40}P_{50}$  и  $N_{80}P_{50}$ , которые составили по сравнению с контрольным вариантом 226–227 кг/га, или 36,4–36,6 %, на вариантах со штаммами Мизорин 7 и ПГ-5 – 177–182 кг/га, или 28,6–29,3 %. Применение штаммов биопрепаратов на азотно-фосфорном фоне не способствовало увеличению эффекта.

**Заключение.** Таким образом, при выращивании среднеспелых гибридов подсолнечника на черноземе обыкновенном в условиях Ростовской области для увеличения урожайности и сбора масла рекомендуется применять до посева минеральные удобрения в дозе  $N_{40}P_{50}$ .

Бактериальный препарат ПГ-5 (200 г/га) для инокуляции семян целесообразно использовать

при возделывании подсолнечника без минеральных удобрений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агафонов Е.В. Оптимизация питания и удобрения культур полевого севооборота на карбонатном черноземе. – М.: Изд-во МСХА, 1992. – 160 с.
2. Агафонов Е.В., Громаков А.А. Влияние рельефа и удобрений на плодородие чернозема обыкновенного и продуктивность ярового ячменя. – Пос. Персиановский, 2008. – 142 с.
3. Гуматизированные удобрения и их эффективность / Г.А. Гармаш [и др.] // Агрехимический вестник. – 2013. – № 2. – С. 11–13.
4. Горянин О.И., Горянина Т.А. Эффективность возделывания сельскохозяйственных культур в степном Заволжье // Аграрный научный журнал. – 2013. – № 11. – С. 19–22.
5. ГОСТ 28268-89 Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений. – Режим доступа: Internet-Law.ru.

Таблица 2

#### Сбор масла в урожае семян подсолнечника под влиянием минеральных удобрений и биопрепаратов, кг/га

Вариант	2012 г.	2013 г.	2014 г.	Среднее за 2012–2014 гг.	Прибавка к контролю	
					кг/га	%
контроль	874	665	321	620	-	
$N_{40}P_{50}$	1225	778	534	846	226	36,4
$N_{80}P_{50}$	1100	790	623	837	217	35,0
$N_{40}P_{100}$	1196	834	511	847	227	36,6
$N_{80}P_{100}$	1040	770	590	800	180	29,1
$N_{40}P_{50}K_{50}$	966	960	448	791	171	27,7
$N_{80}P_{100}K_{50}$	861	748	563	724	104	16,8
ПГ-5	1105	810	491	802	182	29,3
Флавобактерин	1118	662	324	701	81	13,1
Мизорин 7	1139	804	449	797	177	28,6
17-1	1065	634	307	668	48	7,8
$N_{40}P_{50}$ + ПГ-5	1025	910	538	824	204	33,0
$N_{40}P_{50}$ + Флавбакте-рин	1027	802	490	773	153	24,6
$N_{40}P_{50}$ + Мизорин 7	1039	856	428	775	155	24,9
$N_{40}P_{50}$ + 17-1	953	866	484	768	148	23,9
НСР <sub>05</sub>	73	38	19	-	-	-



6. ГОСТ 29269-91 Почвы. Общие требования к проведению анализов. – Режим доступа: Internet-Law.ru.

7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 416 с.

8. Зональные системы земледелия Ростовской области на 2013–2020 годы / под ред. В.Н. Василенко. – Ч. 2. – Ростов н/Д, 2013. – 272 с.

9. Качество маслосемян подсолнечника в Среднем Заволжье / О.И. Горянин и [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 11. – С. 4–7.

10. Лукомец В.М. О состоянии и перспективах производства масличных культур в Южном Федеральном округе // Инновационные пути развития агропромышленного комплекса: задачи и перспективы: междунар. сб. науч. тр. Донская аграрная научно-практическая конференция / ФГБОУ ВПО АЧГАА. – зерноград, 2012. – С. 289–304.

11. Малюга Н.Г., Квашин А.А., Загоруйко А.В. Подсолнечник. Биология и агротехника выращивания на юге России. – Краснодар, 2011. – 302 с.

12. Производственно-экономические показатели агропромышленного комплекса Ростовской области и соседних регионов России за 2013 год: Официальный портал правительства Ростовской области. – Режим доступа: <http://www.donland.ru/Default.aspx?pageid=124097>.

13. Способы повышения плодородия почвы и урожайности подсолнечника в Нижнем Поволжье / Ю.Н. Плещачев [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 2. – С. 28–31.

14. Устенко А.А., Усатов А.В. Болезни и вредители подсолнечника: учебное пособие. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2010. – 110 с.

15. Чекмарев П.А. Состояние плодородия почв и мероприятия по его повышению в 2012 г. // Агрохимический вестник. – 2012. – № 1. – С. 2–4.

16. Юдин Ф.А. Методика агрохимических исследований. – М.: Колос, 1980. – 366 с.

**Ващенко Алексей Викторович**, аспирант кафедры «Агрохимия и экология им. профессора Е.В. Агафонова», Донской государственной аграрной университет. Россия.

**Каменев Роман Александрович**, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Агрохимия и экология им. профессора Е.В. Агафонова», Донской государственной аграрной университет. Россия.

346493, Ростовская обл., пос. Персиановский, ул. Кривошлыкова, 24.

Тел.: 89188560703.

**Солодовников Анатолий Петрович**, д-р с.-х. наук, проф. 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](mailto:solodovnikov-sgau@yandex.ru).

**Жук Екатерина Александровна**, канд. с.-х. наук, главный научный сотрудник – первый заместитель директора по научной работе, ФГБНУ РосНИИСК «Рос-сорго». Россия.

410050, г. Саратов, 1-й Индустриальный проезд, 4.

Тел.: 89093417494.

**Ключевые слова:** подсолнечник; ассоциативные азотфиксаторы; минеральные удобрения; чернозем обыкновенный.

#### APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS AND BACTERIAL PREPARATIONS UNDER SUNFLOWER ON ORDINARY CHERNOZEM

**Vaschenko Aleksey Viktorovich**, Post-graduate Student of the chair “Agrochemistry and Ecology named after Professor E.V. Agaphonov”, Don State Agrarian University. Russia.

**Kamenev Roman Aleksandrovich**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair “Agrochemistry and Ecology named after Professor E.V. Agaphonov”, Don State Agrarian University. Russia.

**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.

**Zhuk Ekaterina Aleksandrovna**, Candidate of Agricultural Sciences, Chief Researcher, All-Russian Research Institute for Sorghum and Maize “Rossorgo”. Russia.

**Keywords:** sunflower; associative nitrogen fixers; mineral fertilizers; ordinary chernozem.

The results of field experiments to study the effect of mineral fertilizers and bacterial preparations on the yield and quality of sunflower seeds are presented. The studies were carried out in 2011–2014 in the Rostov region on medium-power ordinary chernozem. The object of research was a hybrid of sunflower Patriot. The predecessor is winter wheat. Ammonium nitrate, ammophos and potassium chloride in various doses were used as mineral fertilizers, according to the experimental scheme. Fertilizers were intro-

duced before sowing, before the main tillage and pre-sowing cultivation. Bacterial preparations were represented by associative nitrogen fixers of the strains Mizorin, Flavobacterin, PG-5 and 17-1 produced by the All-Russian Scientific Research Institute of Agricultural Medicine, Pushkin. In the field experiment, variants of the joint application of mineral fertilizers and presowing treatment of seeds with bacterial preparations were also studied. The control was the variant without the application of mineral fertilizers and bacterial preparations. The Patriot sunflower hybrid seed yield in the control variant on average for 3 years amounted to 1.61 t/ha. A significant increase in the yield of sunflower seeds and oil gathering was established in the variant with pre-sowing application of mineral fertilizers in a dose of N40P50. The increase compared to the control variant was 0.53 t/ha, or 34.2%, and in the oil gathering in the crop - 226 kg/ha, or 36.4%. The application of biologics of associative nitrogen fixers contributed to an increase in the yield of sunflower seeds. Inoculation of sunflower seeds with a strain of the biological preparation PG-5 was more effective. The increase in the yield of sunflower seeds amounted to 0.44 t/ha, or 28.6% compared to the variant without the application of fertilizers. The increase in the oil gathering in the crop was by 29.3%. The application of bacterial preparations under sunflower against a background of nitrogen-phosphorus fertilizers was ineffective.

