

УДК 631.82 : 633.1.(470.4)

**ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ПОДСОЛНЕЧНИКА В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ**

© 2019 Т.М. Ярошенко, Д.Ю. Журавлев, Н.Ф. Климова

ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», г. Саратов

Статья поступила в редакцию 02.12.2019 г

В условиях полевого опыта, на чернозёме южном, проведена сравнительная оценка эффективности применения минеральных удобрений и новых удобрительных комплексов, содержащих природный обогащенный глауконит под подсолнечник, степени их влияния на урожайность и качество маслосемян культуры, а также на питательный и водный режим почвы. Установлено, что внесение минеральных удобрений в разброс (N40P40K40) и их смесей с обогащенным глауконитом (N74P39K39+G30) на сорте Скороспелый 87 обеспечило прибавку урожайности маслосемян к контролю на уровне 0,53-0,43 т/га. При этом было выявлено, что состав с более высокой дозой удобрений не превосходил по эффективности минеральные удобрения. Снижение дозы удобрений в смеси в два раза и внесении их в рядок при посеве обеспечило существенную прибавку урожайности подсолнечника 0,42 т/га, со значительным снижением производственных затрат

*Ключевые слова:* подсолнечник, минеральные удобрения, глауконит, урожайность.

В сложных рыночных условиях современной России основной задачей агропромышленного комплекса становится получение высококачественных урожаев сельскохозяйственных культур при сохранении оптимальных производственных затрат. В большей степени такой подход связан с ростом стоимости минеральных удобрений, что привело к недостаточному их использованию и, как следствие, снижению урожайности полевых культур. Кроме того, для резко выраженного континентального климата степного Поволжья в период формирования урожая сельскохозяйственных культур характерны колебания режимов увлажнения и среднесуточных температур [1,2]. Это, безусловно, отражается не только на величине урожая, но и определяет эффективность применяемых удобрений. В таких условиях она значительно снижается, а себестоимость будущей растениеводческой продукции увеличивается.

Среди множества актуальных способов повышения в сельскохозяйственном производстве продуктивности растений при минимальных затратах можно выделить применение новых удобрительных средств на основе недорогих природных материалов. Среди таковых особое место занимает природный минерал глауконит [3], относящийся к группе гидрослюдов и имеющий широкое распространение на

территории Саратовской области. Добывается глауконит из глауконитовых песков, в которых его содержание может достигать 50-60%. Благодаря высокому содержанию двуокиси калия (5,0-9,5%), способного быстро разрушаться в почве с высвобождением калия в виде легко усвояемых соединений, и пятиокиси фосфора (до 3%), глауконит может использоваться как естественное удобрение без переработки. Важным обстоятельством является и то, что в глауконитах нередко в значительных количествах присутствуют микроэлементы (Mn, Cu, Co, Ni, V и др.). Благодаря слоистой структуре кристалла глауконит обладает значительной сорбционной емкостью и способен удерживать в почве влагу (до 13,5%), тем самым улучшает водный режим почвы в ризосфере культурных растений в засушливые годы, способствуя увеличению подвижности и доступности элементов питания из почвы и удобрений. Все это дает основание рассматривать глауконит как природное минеральное удобрение, позволяющее не только обогащать почву калием, но и улучшать её структуру, сохранять влагу, стимулировать рост и развитие растений, тем самым положительно влиять на процесс формирования урожая сельскохозяйственных культур [4- 7].

Включение в состав удобрительного комплекса на основе обогащенного глауконита оптимальных доз минеральных удобрений способствует росту его эффективности. Вместе с тем, для установления экономической целесообразности уменьшения доз минеральных удобрений при внедрении в систему питания растений удобрительных комплексов на основе смесевых составов глауконита и удобрений необходимо проведение всесторонних научных исследований. Полученные практические

*Ярошенко Татьяна Михайловна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории плодородия почв. E-mail: tania64rys@mail.ru*

*Журавлев Дмитрий Юрьевич, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории плодородия почв. E-mail: ZhuravlevD14@yandex.ru*

*Климова Надежда Федоровна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории плодородия почв. E-mail: tania64rys@mail.ru*

результаты помогут скорректировать составы и нормы применения глауконитсодержащих удобрительных средств, позволяющих сократить затраты на возделывание сельскохозяйственных культур, что, в свою очередь, определяет актуальность и практическую значимость заявленных исследований.

**Цель исследований.** В засушливых условиях степного Поволжья определить эффективность нового, содержащего обогащенный глауконит удобрительного комплекса подсолнечнике.

### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Двухлетние (2017-18 гг) исследования проводились на опытном участке ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока» с плакорно-равнинным агроландшафтом. Почва опытного участка – чернозем южный малогумусный, среднемощный, тяжелосуглинистый, имеющий следующие агрохимические характеристики:

Содержание гумуса - 3,75%; N-NO<sub>3</sub> – 9,4 мг/кг; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (по Мачигину) – 12,9 мг/кг; K<sub>2</sub>O (обменный) – 390 мг/кг; сумма поглощенных оснований – 35,7 мг-экв/100 г; Ca – 25,5 мг-экв/100 г; Mg – 8,75 мг-экв/100 г; Na – 1,45 мг-экв/100 г; рН<sub>сол.</sub> – 6,5.

Повторность опыта трехкратная), размещение вариантов рендомизированное, площадь делянки– 126 м<sup>2</sup>, сорт подсолнечника Скороспелый 87.

Схема опыта:

1. Контроль (без удобрений)
2. Глауконитовая смесь N74P39K39+G30 (глауконит) под культивацию
3. N40P40K40 под культивацию
4. Глауконитовая смесь N28P15K15+G30 (в рядки)
5. N16P16K16+ G30 (в рядки (соотношение 10:3))

Проведение опытов и агрохимические анализы осуществляются по общепринятым методикам [8, 9]. Статистическая обработка полученных экспериментальных данных проводилась с помощью дисперсионного анализа.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Среди масличных культур подсолнечник имеет наиболее широкое распространение. Имея мощную стержневую корневую систему, он способен использовать влагу, питательные вещества, которые зачастую являются труднодоступными для других видов сельскохозяйственных культур (например, необменные формы калия) в период неблагоприятных погодных условий вегетационного периода, характерных для засушливой степи Поволжья. Вместе с тем, недостаток влаги на начальном этапе развития подсолнечника ставит под вопрос возможность получения высоких урожаев заданного качества.

Начало вегетации подсолнечника в степном Поволжье по многолетним данным сопровождается дефицитом осадков. В наших опытах запасы продуктивной влаги к фазе 3-5 пар листьев подсолнечника составили в слое почвы 0-40 см в среднем 30 мм. Однако достоверное ее увеличение по сравнению с контролем было отмечено только на варианте с применением азофоски N16P16K16 в физическом весе 0,1 т/га в смеси с обогащенным глауконитом (содержание минерала в руде более 50%) – 8,25 мм или 82,5 м<sup>3</sup>/га (табл. 1).

К периоду наступления фазы цветения подсолнечника, после выпадения первых осадков и активного потребления влаги интенсивно развивающимися растениями, содержание влаги в почве в зависимости от исследуемых вариантов изменилось. Было установлено, что применение

**Таблица 1.** Запасы продуктивной влаги в 0-40 см слое почвы на подсолнечнике в фазу 3-5 пар листьев (среднее за 2017-18 гг.)

Вариант	Запасы продуктивной влаги, мм
Контроль	31,23
N74P39K39+G30 под культивацию	29,26
N40P40K40 под культивацию	32,98
N28P15K15+G30 в рядки	34,97
N16P16K16+ G30 в рядки	39,48
НСР <sub>0,5</sub> (мм)	
	4,26 (p=4,09%)

удобрений обеспечивало более рациональный расход влаги на единицу урожая и улучшение водного режима почвы, по сравнению с контролем. При внесении в рядки глауконитовой смеси N28P15K15+G30 запасы влаги увеличились до 20,9 м<sup>3</sup>/га (табл. 2). На варианте с рядковым внесением азофоски в смеси с глауконитом продуктивной влаги содержалось почти в 2 раза больше. Это можно объяснить высокой адсорбционной способностью природного минерала, имеющего пористую структуру, за счет которой им удерживается столь необходимая растениям влага и представляющую собой полупроницаемую мембрану.

Подчиняясь осмотическим закономерностям, молекулы воды, обладающие меньшими размерами и большей подвижностью, чем молекулы большинства растворенных веществ, будут переходить в почвенный раствор. В результате чего увеличивается его объем, а значит и количество необходимой растениям в засушливых условиях региона почвенной влаги.

Внесение минеральных удобрений в комплексе с обогащенным глауконитом меняют и условия питания растений. Потребность подсолнечника в элементах питания наблюдается в течение всего периода прироста вегетативной массы. Наиболее интенсивное потребление азота и фосфора подсолнечником происходит от фазы образования корзинок до налива семян, калия – от начала налива семян до начала созревания. Эта особенность питания указывает на возможность регулирования роста и развития подсолнечника за счёт целенаправленного применения удобрений.

Потребность подсолнечника в отдельных элементах питания в определенные фазы развития различна, в зависимости от этого изменяется и интенсивность их потребления растениями. Поглощение подсолнечником минерального азота почвы начинается после появления всхо-

дов и продолжается до цветения. Наибольшее потребление его растениями происходит в период интенсивного роста стебля и листьев (от фазы 6-8 листьев до начала цветения). В период массового цветения потребление макроэлемента из почвы подсолнечником довольно быстро ослабевает и прекращается. В дальнейшем поступление азота на формирование и налив семян происходит в результате гидролиза белков стебля и листьев и перемещения аминокислот (реутилизации азота) в репродуктивные органы.

Достаточная обеспеченность растений после всходов имеет ключевое значение для получения планируемой урожайности, поскольку на ранних этапах органогенеза в конусе нарастания формируется зачаточная меристема вегетативных (листьев) и репродуктивных органов. При недостатке в этот период азота и других элементов питания закладывается значительно меньше листьев и цветков. При хорошей обеспеченности растений азотом, напротив, образуется большая поверхность и масса листьев, в которых создается резерв азотсодержащих органических веществ для дальнейшего перемещения их в семена во время налива, листья медленнее стареют после цветения, снижается количество неоплодотворенных цветков.

В период вегетации подсолнечника нами были проведены исследования по листовой диагностике растений на содержание основных элементов питания по этапам органогенеза.

На начальном этапе развития растений подсолнечника по характеру накопления азота варианты опыта имели незначительные. Однако на вариантах с внесением минеральных удобрений и удобрительных комплексов с глауконитом содержание азота в листьях было выше контроля на 3,8-6,6 % (табл. 3).

Применение рядкового удобрения в фазу всходов не способствовало повышению уровня

**Таблица 2.** Запасы продуктивной влаги в 0-40 см слое почвы в фазу цветения подсолнечника (среднее за 2017-18 гг.)

Вариант	Продуктивная влага в слое 0-40 см, мм
Контроль	4,69
N74P39K39+G30 под культивацию	6,43
N40P40K40 под культивацию	5,91
N28P15K15+G30 в рядки	6,78
N16P16K16+ G30 в рядки	9,42
HCP <sub>0,5</sub> (мм)	1,80 (p=8,70%)

**Таблица 3.** Содержание азота и фосфора в листьях подсолнечника (среднее за 2017-18 гг.)

Вариант	Азот (N), %			Фосфор (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ), %		
	всходы	цветения	налив семян	всходы	цветение	налив семян
Контроль	5,54	4,73	2,83	1,26	1,39	0,98
N74P39K39 +G30 под культивацию	6,38	4,98	3,39	1,80	1,34	0,82
N40P40K40 под культивацию	6,30	4,76	3,36	1,64	1,23	1,18
N28P15K15 + G30 в рядки	5,99	5,60	4,51	0,55	1,34	0,72
N16P16K16 + G30 в рядки	5,90	6,44	4,00	0,67	1,28	0,92

усвояемости азота на этом этапе развития растений подсолнечника. В то же время на этих вариантах от цветения до налива маслосемян этот способ внесения удобрений имел явное преимущество. На этих вариантах содержание азота в листьях к концу цветения подсолнечника превышало контроль на 18,4-36,1 %.

Потребность подсолнечника в фосфоре значительно меньше, чем в калии или азоте.

Характер потребления подсолнечником фосфора отличается от потребления азота. Период от всходов подсолнечника до образования корзинки является критическим в потреблении фосфора. Даже кратковременное исключение его из питательной среды снижает способность корней поглощать азот и другие элементы питания и приводит к существенному снижению урожая. При недостатке фосфорного питания в первый период роста и развития подсолнечника образуется меньше листьев, уменьшается их поверхность и длина стебля. Фосфорные удобрения способствуют развитию репродуктивных органов с большим количеством цветков в корзинке. Дефицит фосфора приводит к тому, что в корзинке закладывается меньшее число цветков и образуется меньше семян.

При достаточном фосфорном питании ускоряется развитие растений, более экономно расходуется ими влага, в результате чего они лучше переносят недостаток влаги в почве. При хорошей обеспеченности растений фосфором происходит максимальное накопление масла в семенах. Растения потребляют фосфор из почвы от всходов до конца цветения. После цветения подсолнечник менее требователен к уровню фосфорного питания. Первоначально высокое содержание фосфора в стеблях и днищах корзинок, а после цветения он постепенно перемещается в семена, где сосредотачивается к периоду полного созревания семян около 75% фосфора, потребляемого подсолнечником.

Подобные результаты мы получили и в нашем опыте. Потребление фосфора подсолнеч-

ником на ранних стадиях развития шло более интенсивно на вариантах с удобрениями и смесевыми составами, внесенными путем разбрасыванием под предпосевную культивацию (табл. 3). Но к началу фазы цветения содержание фосфора в листьях подсолнечника по вариантам опыта различались в меньшей степени. К концу образования корзинки нами было установлено, что на вариантах опыта, где вносился глауконит, реутилизация фосфора из вегетативных органов шла интенсивнее в среднем на 37,6%. На варианте с применением минеральных удобрений разница в содержании этого элемента питания составила 13%. Следует предположить, что создавая благоприятный водный режим, глауконит способствует лучшей усвояемости растениями питательных элементов из почвы и, предположительно, росту урожайности культуры.

Однако уборка урожая подсолнечника показала, что наибольшая прибавка 0,53 т/га урожайности подсолнечника в опыте была получена от действия полного минерального удобрения N40P40K40 (табл. 4).

В среднем за годы исследований на вариантах с применением глауконитовых добавок было дополнительно получено 0,37-0,43 т/га семян подсолнечника. Все прибавки урожайности были доказаны статистически. Увеличение дозы минеральных удобрений в сочетании с глауконитом, а также способ их внесения не обеспечило рентабельность производственного процесса. Более того, высокая рыночная стоимость минеральных удобрений не окупалась полученной прибавкой урожая. Поэтому максимальный условно чистый доход в опыте был получен при применении N16P16K16 + G30 и составил в ценах 2018 г. – ориентировочно 5,5-6,0 тыс. рублей/га.

Морфологический анализ структуры урожая подсолнечника показал, что по высоте растений, диаметру корзинки варианты все варианты превосходили контроль. На вари-

**Таблица 4.** Урожайность подсолнечника сорта Скороспелый 87 (среднее за 2017-18 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка т/га
Контроль	2,88	-
N74P39K39 + G30 в разброс	3,31	0,43
N40P40K40 в разброс	3,41	0,53
N28P15K15 + G30 в рядки	3,30	0,37
N16P16K16 + G30 в рядки	3,25	0,42
НСР <sub>05</sub> (т/га)	0,36 (p=3,81 %)	

антах с применением глауконита прирост растений был на 21,1 см или 17,2% выше контроля, диаметр корзинки – больше на 5,1 %. Все это показывает, что в засушливых условиях степи Поволжья изучаемые удобрительные смеси с глауконитом положительно влияли на рост вегетативной массы подсолнечника. Внесение глауконитовой смеси в зону корня подсолнечника способствовало и формированию более крупных семян. Масса 1000 семян на этих вариантах была выше почти на 8 г контрольного значения и составила в среднем 97,32 г. Улучшение водного и питательного режимов почвы на этих вариантах способствовало более значительной реализации биогенетического потенциала культуры, увеличению урожайности и качества полученной продукции. Содержание масла в семенах подсолнечника на вариантах с применением глауконитовой смеси с минеральными удобрениями увеличивалось на 2,6%.

### ВЫВОДЫ

Внесение глауконитовой смеси, содержащей азофоску в дозе N16P16K16 перед посевом подсолнечника в рядки, позволило увеличить запасы продуктивной влаги в период начального этапа развития растений подсолнечника по сравнению с контролем на 82,5 м<sup>3</sup>/га.

Применение удобрительных смесей с глауконитом обеспечило улучшение условий питания растений. Так, к наступлению фазы цветения подсолнечника содержание азота в листьях на этих вариантах достигло 5,60 и 6,44 % при внесении N28P15K15 + G30 и N16P16K16 + G30 соответственно. Это на 18,4 и 36,2% выше контроля. По содержанию фосфора в листьях подсолнечника удобренные варианты опыта превосходили контроль.

Улучшение водного и питательного режимов на вариантах с применением смеси глауконита и минеральных удобрений во всех изучаемых концентрациях способствовало усиленному росту и развитию растений.

Минеральные удобрения N40P40K40, внесенные в разброс под предпосевную культувацию, обеспечили увеличению урожайно-

сти подсолнечника на 0,53 т/га. На вариантах с применением глауконитовых смесей достоверная прибавка урожайности культуры составила в среднем за годы исследований 0,4т/га.

Максимальный условно чистый доход в опыте был установлен при применении N16P16K16 + G30 и составил в ценах 2018 г. – 5,5-6,0 тыс. рублей.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горянин О.И., Чичкин А.П. Формирование почвенного плодородия под влиянием систем удобрений и технологий возделывания нового поколения в севооборотах Степного Заволжья// Известия Самарского научного центра РАН. 2014. Т. 16. № 5(3). С. 1058-1064.
2. Основные пути повышения эффективности растениеводства Самарской области: науч.-практ. рек / С.Н. Шевченко, А.В. Милехин, В.А. Корчагин [и др.]; Самарский НИИСХ. – Самара, 2008. – 131 с.
3. Приемы применения местных агроруд в качестве удобрений в земледелии Среднего Поволжья / Ш. А. Алиев, Т. Х. Ишкаев, А. Х. Яппаров. – Казань, 2009. – 239 с.
4. Агрохимия [под ред. Б.А. Ягодина]. – М.: Колос, 1982. – 574 с.
5. Васильев А.А. Глауконит - эффективное природное минеральное удобрение картофеля // Агр. вестн. Урала. – 2009. - № 6. – С. 35-37.
6. Ишкаев Т.Х. Приемы повышения эффективности использования местных фосфоритов и глауконитовых песков в земледелии // Фундаментальные исследования в области агроэкологии и химизации земледелия. – Казань, 2008. – С. 69-72.
7. Корнев Г.В., Подгорный П.И., Щербак С.Н. Растениеводство с основами селекции и семеноводства / Г.В. Корнев. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1990. – 575 с.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
9. Практикум по агрохимии / под ред. В.Г. Минеева. – М., Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.

## INFLUENCE OF FERTILIZERS ON SUNFLOWER YIELD IN THE LOWER VOLGA REGION

© 2019 T. M. Yaroshenko, D. Y. Zhuravlev, N. F. Klimova

Federal State Budgetary Scientific Institution Agricultural Research Institute of South-East Region,  
Saratov

In the conditions of field experience, on the southern Chernozem, a comparative assessment of the effectiveness of mineral fertilizers and new fertilizer complexes containing natural enriched glauconite for sunflower, the degree of their influence on the yield and quality of oil seeds, as well as on the nutrient and water regime of the soil was carried out. It was found that the application of mineral fertilizers to the spread (N40P40K40) and their mixtures with enriched glauconite (N74P39K39+G30) on the Precocious 87 variety provided an increase in the yield of oilseeds to the control at the level of 0.53-0.43 t / ha. At the same time, it was found that the composition with a higher dose of fertilizers did not exceed the effectiveness of mineral fertilizers. Reducing the dose of fertilizers in the mix twice and adding them to the row during sowing provided a significant increase in the yield of sunflower 0.42 t / ha, with a significant reduction in production costs

*Keywords:* sunflower, mineral fertilizers, glauconite, yield

---

*Tatiana Yaroshenko, PhD, Leading Researcher, Laboratory for Soil Fertility. E-mail: tania64rys@mail.ru*

*Dmitry Zhuravlev, PhD, Researcher, Laboratory for Soil Fertility. E-mail: ZhuravlevD14@yandex.ru*

*Nadezhda Klimova, PhD, Senior Researcher, Laboratory for Soil Fertility. E-mail: tania64rys@mail.ru*