

## ГЛАУКОНИТ – ЭФФЕКТИВНОЕ ПРИРОДНОЕ МИНЕРАЛЬНОЕ УДОБРЕНИЕ КАРТОФЕЛЯ

**А.А. ВАСИЛЬЕВ,**

кандидат сельскохозяйственных наук,  
ГНУ ЮУНИИПОК Россельхозакадемии, г. Челябинск

**Ключевые слова:** глауконит, минеральное удобрение, урожайность, картофель.

Картофель предъявляет повышенные требования к обеспечению почвы элементами минерального питания. Значительное сокращение объемов использования в сельском хозяйстве органических удобрений на фоне растущего антропогенного загрязнения сельскохозяйственных тяжелыми металлами требует поиска новых путей сохранения почвенного плодородия и повышения устойчивости картофелеводства к действию неблагоприятных факторов среды (засуха, болезни, вредители и т.д.). Выход из сложившегося положения, по нашему мнению, следует искать в более активном использовании природных ресурсов в качестве дешевых органических и минеральных удобрений. Одним из резервов местных удобрений являются глауконитовые пески, разведанные запасы которых в Челябинской области оцениваются почти в 300 млн т.

Глауконит – минерал группы гидрослюд подкласса слоистых силикатов; широко распространен в осадочных породах; представляет собой водный алюмосиликат калия, магния и железа [1]. Глаукониты отличаются широкой вариацией химического состава, поэтому при использовании их для удобрения картофеля и других культурных растений необходим контроль химического состава используемого сырья. Так, по данным Уральского института минералогии, глауконит Каринского месторождения Кунашакского района Челябинской области содержит в среднем  $\text{SiO}_2$  52,89%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 11,83%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 16,74%,  $\text{MnO}$  – 0,03%,  $\text{MgO}$  – 4,31%,  $\text{CaO}$  – 0,82%,  $\text{K}_2\text{O}$  – 8,57% и  $\text{Na}_2\text{O}$  – 0,14% [2]. Залежи глауконитовых пород содержат примесь фосфора и серы (до 1%), а также большое количество микроэлементов: Cu, Zn, Co, Ni и другие [3].

Содержание основных питательных элементов, по данным Центра химизации и сельскохозяйственной радиологии «Челябинский», за годы исследований варьировало в пределах: азота – от 0 до 0,07%, фосфора – от 0,12 до 0,18% и калия – от 0,9 до 1,7%; содержание подвижных форм:  $\text{NH}_4$  – от 0 до 9,27 мг/100 г,  $\text{NO}_3$  – от 0 до 1,83 мг/100 г,  $\text{P}_2\text{O}_5$  – от 88,3 до 107,1 мг/100 г,  $\text{K}_2\text{O}$  – от 45,8 до 48,0 мг/100 г глауконитового песка.

### Цель и методика исследований

В 2001-2003 годах в ГНУ ЮУНИИПОК Россельхозакадемии проведены исследования по изучению возможности использования глауконитовых песков Каринского месторождения для повышения урожайности и качества клуб-

ней картофеля. Целью исследований являлось изучение влияния глауконитов Каринского месторождения на урожайность и качество клубней картофеля. В задачи опыта входило:

- 1) определение влияния глауконита на физические и агрохимические свойства выщелоченных черноземов;
- 2) изучение влияния глауконитовых песков на рост и развитие растений, урожайность и качество клубней картофеля;
- 3) установление оптимальных доз применения глауконита и сопутствующих минеральных удобрений.

В 2004-2006 годах изучалось влияние глауконита на усвоение растениями картофеля элементов минерального питания. Цель эксперимента – выявить условия почвенного питания картофеля, обеспечивающие максимальную реализацию потенциальных возможностей возделываемых сортов. В задачи опыта входило:

- 1) изучение влияния глауконита на динамику накопления основных элементов минерального питания (N,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ , Ca, Fe, Cu, Zn, Mg) в отдельных органах картофельного растения в процессе вегетации;
- 2) установить природу влияния глауконита на почву и растения картофеля.

### Схема опыта

В 2001-2003 годах изучалось пять доз глауконита (от 2 т/га до 40 т/га) на четырех уровнях минерального питания: 1. Без удобрений (контроль); 2.  $\text{N}_{60}$ ; 3.  $\text{N}_{60}\text{P}_{60}$ ; 4.  $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ .

В 2004-2006 годах схема опыта имела следующий вид: 1.  $\text{N}_{60}\text{P}_{60}$  (контроль); 2.  $\text{N}_{60}\text{P}_{60}$  + глауконит, 40 т/га.

Закладка опыта, проведение анализов, учетов и наблюдений осуществлялись в соответствии с общепринятыми методиками. Исследования проведены на среднесуглинистом выщелоченном черноземе (содержание гумуса – 5,3-7,3%, реакция почвенного раствора – от слабокислой до близкой к нейтральной). Обеспеченность почвы подвижным фосфором – 10,8-51,9; обменным калием – 9,6-59,4 мг/100 г почвы.

Учетная площадь делянки в первом опыте – 50,4 кв. м, во втором – 9,8 кв. м. Повторность опыта – четырехкратная. Расположение делянок в повторениях – рендомизированное. Удобрения вносили вручную весной под предпосадочную обработку почвы.

Исследования проводились на среднеспелом сорте картофеля Спиридон.



Для посадки использовались клубни: в эксперименте 2001-2003 годов – фракции 50-80 г, в опыте 2004-2006 годов – фракции 80-100 г. Посадку проводили во второй декаде мая. Агротехника – общепринятая для зоны. Урожай учитывался весовым способом. Математическую обработку данных проводили методами дисперсионного и корреляционного анализа.

В эксперименте 2004-2006 годов растительный материал для анализов отбирали по основным фазам вегетации: всходы, бутонизация, цветение и уборка. Для средней пробы брали по 3 куста с каждой повторности. Растения расчленили на маточные клубни, листья, стебли и корни, а начиная с фазы бутонизации – дополнительно на цветки и молодые клубни. Отдельные органы взвешивали и подвергали анализу на содержание элементов минерального питания. Перед началом и в конце эксперимента отбирались пробы почвы.

Метеорологические условия по годам исследований были различными. Средняя температура воздуха за период активной вегетации (июнь-август) варьировала от 16,1 до 19,4°C, сумма осадков – от 121 до 291 мм. По гидротермическому коэффициенту вегетационный период 2001, 2002, 2003 и 2005 годов был признан достаточно влажным (ГТК=1,59; 1,41; 1,22 и 1,36 соответственно), 2004 год – засушливым (0,67), а 2006 год – влажным (ГТК=1,81).

### Результаты исследований

**Влияние глауконита на свойства почвы.** Результаты исследований показали, что применение возрастающих доз глауконитового песка оказывает положительное влияние на физические свойства выщелоченного чернозема. В дозах 20-40 т/га глауконит обеспечивал достоверное снижение объемной массы почвы в пахотном слое (на 0,03-0,04 г/см<sup>3</sup>). Во-вторых, внесение глауконита улучшало агрохимические свойства почвы, в частности, при использовании максимальных доз отмечалось снижение почвенной кислотности на 0,1-0,3 ед. рН, содержание в почве доступного фосфора возрастало на 16-28 мг/кг и обменного калия – на 2-25 мг/кг по отношению к соответствующему фону.

Нельзя переоценить экологическое значение глауконита. Известно, что этот минерал поглощает из почвы и переводит в недоступное для растений состояние соли тяжелых металлов [1]. Это косвенно подтверждается и в нашем

**Glaukonit, mineral fertilizer, productivity, potato.**

эксперименте: у растений картофеля, выращенных на глауконите, содержание тяжелых металлов в клубнях снижалось: железа – в 4,0 раза, меди – в 1,8 раза, кадмия – в 1,5 раза, хрома и никеля – в 1,3 раза, цинка – в 1,2 раза.

**Влияние глауконита на минеральное питание.** В опыте 2002-2006 годов установлено, что применение глауконитовых песков усиливает минеральное питание картофеля прежде всего азотом, фосфором и калием. В засушливом 2004 году и во влажных условиях 2006 года влияние глауконита на поглощение питательных элементов проявлялось с самого начала вегетации: прибавка по количеству азота, усвоенного за период от посадки до всходов, составляла 48 и 65%, фосфора – 60 и 61%, калия – 116 и 89% соответственно.

В достаточно влажных условиях 2005 года влияние глауконита наиболее отчетливо проявлялось с 45-го по 60-й день вегетации, когда в ботве картофеля было накоплено на 16% азота, 10% фосфора и 25% калия больше, чем на контроле. В конце вегетации при использовании глауконита, наоборот, наблюдалось усиление оттока питательных элементов из надземных органов в клубни: азота – в 1,4-2,0 раза, фосфора – в 1,2-4,3 и калия – в 1,5-2,1 раза.

Положительное влияние на корневое питание картофеля обусловлено прежде всего ионообменной поглощательной способностью глауконита (за 24 часа из 1-процентного раствора  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  он извлек 99,8%  $\text{NH}_4^+$ ) [4]. Активное поглощение глауконитом аммония, образующегося в результате минерализации органического вещества почвы, и аммония удобрений подавляет процессы нитрификации и тем самым заметно снижает потери азота из пахотного слоя в первой половине вегетации, когда усваивающая способность корневой системы сравнительно невелика. Предотвращая потери аммония и равномерно снабжая им растения во второй половине вегетации, глауконит оказывает существенное влияние на режим азотного питания картофеля. Полученные нами результаты согласуются с выводами других исследователей [1].

Наши исследования показали, что глауконит оказывает значительное влияние на фосфатный режим почвы благодаря способности поглощать фосфаты. Так, содержание  $\text{P}_2\text{O}_5$  в глауконитовом песке при его взаимодействии с 1-процентным раствором двойного суперфосфата возросло с 88,3 до 145,4 мг/100 г. Удерживая фосфаты в обменном и доступном для растений состоянии, глауконит тем самым препятствует их химическому поглощению в результате взаимодействия с кальцием, железом и другими катионами почвы.

Встречается мнение, что глауконит не является непосредственным источником элементов питания для растений [2, 5]. Однако эксперимент 2004-2006 годов косвенно опровергает это мнение.

В результате взаимодействия глауконита с 1-процентным раствором  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  концентрация в растворе калия увеличилась в 6,3 раза (с 2,65 до 16,75 мг/л), кальция – в 4,4 раза (с 37,4 до 165,2), сульфатов – в 3,0 раза (с 34,6 до 102,5) и магния – в 2,8 раза (с 23,6 до 66,4 мг/л).

**Влияние глауконита на урожайность и качество картофеля.** Улучшая режим минерального питания, глауконит оказывал заметное положительное влияние на рост и развитие растений картофеля, стимулировал формирование надземных органов, оказывал влияние на процесс фотосинтеза и, в частности, на развитие ассимиляционной поверхности и образование хлорофилла в листьях. Усиление фотосинтетической деятельности стимулировало процессы клубнеобразования, что оказало позитивное влияние на урожайность клубней картофеля (табл. 1).

Урожайность клубней на контроле (без удобрений и без глауконита) составила 27,5 т/га. Внесение азотных удобрений повышало урожай картофеля в среднем на 4,0 т/га, азотно-фосфорных – на 5,1 и полного минерального удобрения – на 5,3 т/га. Применение глауконитовых песков на фоне естественного плодородия увеличивало урожай клубней на 2,1-6,3 т/га. Эффективность глауконита заметно повышалась на фоне внесения азотных и азотно-фосфорных удобрений. При этом небольшие дозы глауконита (2-5 т/га) обеспечивали наибольший эффект на фоне  $\text{N}_{60}$ , где прибав-

ки урожая составляли 15,2-25,0%, тогда как высокие дозы (10-40 т/га) были наиболее эффективными на фоне  $\text{N}_{60}\text{P}_{60}$ , обеспечивая прибавки урожая на уровне 28,6-40,4% по отношению к фону.

Эффект от внесения глауконитовых песков на фоне  $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$  снижался в 1,5-2,4 раза: прибавки урожая составляли 2,5-6,2 т/га, тогда как в лучших вариантах на фоне азотных удобрений они достигали 8,0 т/га, а на фоне азотно-фосфорных удобрений – 9,4 т/га. Снижение эффективности глауконитовых песков на фоне полного минерального удобрения можно объяснить несбалансированностью корневого питания.

Применение глауконита улучшало качество выращенного урожая, увеличивая товарность картофеля и способствуя повышению содержания сухого вещества и крахмала в клубнях. Наибольшее качество клубней отмечалось при совместном внесении глауконитовых песков и азотно-фосфорных удобрений (табл. 2).

Следует отметить, что влияние глауконита на товарность урожая было наибольшим на фоне естественного плодородия (прибавка – 2,7-3,0% к фону), на крахмалистость клубней – на фоне  $\text{N}_{60}\text{P}_{60}$  (прибавка – 1,3-2,0% к фону), а на содержание сухого вещества в клубнях – на фоне  $\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$  (прибавка – 1,4-2,1% к фону). Кроме того, применение глауконита достоверно снижало содержание нитратов в клубнях на фоне внесения азотных удобрений.

Таблица 1

Урожайность клубней картофеля в зависимости от доз глауконита и уровня сопутствующего минерального питания, среднее за 2001-2003 гг.

Доза внесения глауконита	Урожайность картофеля при соответствующем уровне минерального питания, т/га				Среднее по дозе глауконита
	без удобрений	$\text{N}_{60}$	$\text{N}_{60}\text{P}_{60}$	$\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$	
Контроль	27,5	31,5	32,6	32,8	31,1
2 т/га	29,6	36,3	36,5	35,3	34,4
5 т/га	31,5	39,4	40,4	36,2	36,9
10 т/га	32,1	38,9	41,9	38,3	37,8
20 т/га	33,8	39,6	41,6	39,0	38,5
40 т/га	33,6	38,2	42,0	38,3	38,0
Среднее по фону	31,4	37,3	39,2	36,6	36,1
НСР <sub>05</sub>	4,6				

Таблица 2

Урожайность и качество картофеля сорта Спиридон при использовании глауконитовых песков, среднее за 2001-2003 гг.

Варианты опыта	Товарность урожая, %	Содержание в клубнях		
		сухого вещества, %	крахмала, %	нитратов, мг/кг
Без удобрений (контроль)	92,3	23,3	13,9	28,6
Глауконит, 5 т/га	95,0	23,5	14,2	29,0
Глауконит, 10 т/га	95,3	23,6	14,6	29,4
$\text{N}_{60}$	93,3	22,7	12,8	54,1
$\text{N}_{60}$ +глауконит, 5 т/га	95,6	23,5	14,4	30,6
$\text{N}_{60}$ +глауконит, 10 т/га	95,7	24,3	14,2	30,1
$\text{N}_{60}\text{P}_{60}$	94,5	24,2	14,3	32,3
$\text{N}_{60}\text{P}_{60}$ +глауконит, 5 т/га	96,0	25,1	15,6	26,8
$\text{N}_{60}\text{P}_{60}$ +глауконит, 10 т/га	96,8	25,9	16,3	31,8
$\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$	95,1	22,2	15,1	35,0
$\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ +глауконит, 5 т/га	95,4	23,6	15,5	29,5
$\text{N}_{60}\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ +глауконит, 10 т/га	96,3	24,3	15,6	35,0
НСР <sub>05</sub>	1,6	2,5	2,4	10,2

Сбор крахмала с единицы площади на контрольном варианте составил в среднем за три года 3,80 т/га. Применение азотно-фосфорных удобрений, а также полного минерального удобрения повышало выход крахмала на 0,86 и 1,15 т/га соответственно, тогда как при использовании азотных удобрений прибавка была незначительной (0,35 т/га). Внешение глауконита повышало сбор крахмала на всех фонах минерального питания. Максимальная прибавка получена при использовании глауконитовых

песков в дозе 10 т/га на фоне азотно-фосфорного минерального удобрения: 2,22 т/га по отношению к фону ( $N_{60}P_{60}$ ) и 3,08 т/га по отношению к контролю (без удобрений).

#### Выводы

Таким образом, глауконитовые пески Каринского месторождения, оказывающие позитивное влияние на физические и агрохимические свойства почвы, улучшающие режим корневого питания картофельного растения азотом, фосфором и калием, могут стать эффектив-

ным средством повышения урожайности и качества клубней возделываемых на Южном Урале сортов картофеля.

Оптимальным вариантом применения глауконитовых песков под картофель является использование их в дозе 10 т/га в сочетании с азотно-фосфорными минеральными удобрениями в дозе  $N_{60}P_{60}$  как обеспечивающих высокий уровень урожайности (41,9 т/га) и качества клубней (прибавка крахмалистости клубней – на 2,4%, а сбор крахмала с 1 га – на 3,08 т/га по сравнению с контролем).

#### Литература

1. Кривопуст Я. Л., Чумаченко Э. С., Ватин Г. С., Чумаченко И. Н., Панасин В. И. Агрохимическая оценка глауконитовых песков // Химизация сельского хозяйства. 1991. № 8. С. 21-25.
2. Сиявяский В. А., Сиявяский В. И. Физико-химическая и агрохимическая оценка глауконита как удобрения и мелиоранта загрязненных земель : сб. докл. науч.-практ. конф. «Глауконит – калийное удобрение и минерал, пригодный для реабилитации загрязненных радионуклидами земель». Челябинск, 2003. С. 32-34.
3. Уточкин В. Г., Чумаченко И. Н., Сушеница Б. А. Основные аспекты и методологические особенности агрохимической оценки сырьевых источников питательных веществ // Химия в сельском хозяйстве. 1995. № 6. С. 3-9.
4. Васильев А. А. Влияние глауконитовых песков на минеральное питание картофеля : м-лы Всероссийской науч.-практ. конф. «Пути повышения продуктивности пашни, энергоресурсосбережения и производства конкурентоспособной сельскохозяйственной продукции», посвященной 85-летию ТатНИИСХ и 1000-летию Казани. Казань : Изд-во «Фолиантъ», 2005. С. 357-362.
5. Добровольский И. П., Ивин И. С., Шеремет Н. Т. Применение глауконита и отходов производства для повышения плодородия земель : сб. докл. науч.-практ. конф. «Глауконит – калийное удобрение и минерал, пригодный для реабилитации загрязненных радионуклидами земель». Челябинск, 2003. С. 35-40.