

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГЛАУКОНИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КАРТОФЕЛЯ НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

А.А. ВАСИЛЬЕВ, кандидат сельскохозяйственных наук, ученый секретарь

Южно-Уральский НИИ плодовоовощеводства и картофелеводства

E-mail: kartofel_chel@mail.ru

Резюме. Урожайность картофеля в лесостепной зоне Южно-Урала не превышает 15 т/га. Аграрная наука ведет поиск альтернативных источников минерального сырья местного происхождения для повышения продуктивности и качества клубней картофеля и снижения дефицита удобрений. Цель проведенных в 2007-2009 гг. исследований – изучение влияния применения глауконитового концентрата на урожай и товарные показатели картофеля в условиях указанного региона. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый с содержанием гумуса 5,9...6,3%, P_2O_5 – 8,39...13,80 мг/100 г почвы, K_2O – 21,90...32,08 мг/100 г почвы, $pH_{сол}$ – 4,80...5,12. Схема опыта включала следующие варианты: фактор А (сорт) – Губернатор (ранний), Невский (среднеранний), Спиридон (среднепоздлый); фактор В (глауконитовый концентрат) – без использования (контроль), внесение в дозе 2 т/га; фактор С (уровень питания) – без удобрений (контроль), минеральные удобрения в дозе $N_{45}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{120}K_{120}$ и $N_{135}P_{180}K_{180}$. По результатам полевых опытов установлено положительное воздействие локального предпосадочного внесения глауконита в дозе 2 т/га на развитие ассимиляционной поверхности листьев и увеличение урожайности и качества клубней. Сбор картофеля сорта Губернатор на фоне применения минерала увеличивался в среднем на 4,04 т/га, Невский – на 3,48 т/га, Спиридон – на 3,34 т/га, крахмалистость клубней возрастала на 0,41, 0,49 и 0,26%, сбор крахмала с 1 га – на 0,78, 0,52 и 0,55 т/га соответственно. Эффективность глауконита увеличивалась для сорта Губернатор на фоне $N_{135}P_{180}K_{180}$, для сортов Невский и Спиридон – на фоне $N_{90}P_{120}K_{120}$. Внесение глауконитового концентрата на этих фонах питания обеспечивало получение наибольших урожаев перечисленных сортов (45,46, 44,78 и 48,03 т/га соответственно), в том числе дополнительно 5,41, 5,46 и 4,73 т/га благодаря применению глауконита. В лесостепной зоне Южного Урала урожайность картофеля главным образом зависела от уровня минерального питания (влияние фактора – 44,4%) и сорта (28,4%). Доля вариации урожайности, обусловленная использованием глауконита, составила 23,9%.

Ключевые слова: картофель, глауконит, глауконитовый концентрат, урожайность, структура урожая, качественные показатели клубней.

Глауконит – натуральный слоистый преимущественно неразбухающий природный минерал глинистого типа, который содержится в осадочных породах [1]. Он обладает рядом универсальных полезных характеристик – высокими ионообменными, буферными и сорбционными свойствами, а также способностью поглощать и нейтрализовать токсины, одновременно выделяя необходимые для обмена веществ в растениях калий и микроэлементы [2...4]. Такие качества позволяют активно использовать его в сельском хозяйстве в качестве калийного удобрения пролонгированного действия. В 2001-2003 гг. в условиях лесостепной зоны Южного Урала установлена высокая эффективность применения глауконитовых песков Каринского месторождения Челябинской области при выращивании картофеля [5]. Показано положительное влияние внесения минералов этого месторождения на улучшение свойств почвы и повышение урожайности культур [6...8].

Способность глауконита самостоятельно концентрироваться методом магнитной сепарации позволила в 2006 г. на базе Каринского месторождения начать производство 97%-ного концентрата.

Сопоставление химического состава глауконита [9] с распространенностью элементов в литосфере [10] по логарифмической шкале выявило наличие тесной корреляции между величинами этих показателей ($r = 0,928 \pm 0,113$). По сравнению с литосферой, глауконит представляет собой источник железа, кальция, калия, марганца, фосфора и цинка, необходимых для растений, а относительное содержание свинца в минерале значительно ниже, чем в литосфере (см. рисунок).

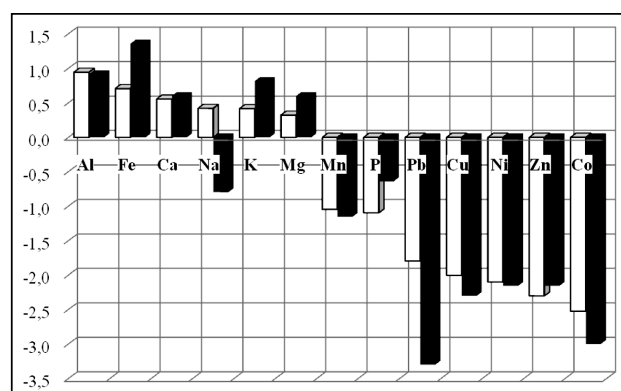


Рисунок. Содержание элементов в литосфере и глауконите Каринского месторождения в логарифмической шкале: □ – литосфера; ■ – глауконит.

Цель наших исследований – изучить влияние применения глауконитового концентрата на урожайность и качество клубней картофеля в условиях лесостепной зоны Южного Урала.

Условия, материалы и методы. Исследования проводили в 2007-2009 гг. на опытном поле Южно-Уральского НИИ плодовоовощеводства и картофелеводства.

Эксперимент закладывали в четырехкратной повторности. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый с содержанием гумуса 5,9...6,3%, P_2O_5 – 8,39...13,80 мг/100 г почвы, K_2O – 21,90...32,08 мг/100 г почвы, $pH_{сол}$ – 4,80...5,12. Фракция семенного материала картофеля – 50...80 г. Глубина посадки – 6...8 см. Схема посадки – 75×24 см.

Схема опыта включала следующие варианты: фактор А (сорт) – Губернатор (ранний), Невский (среднеранний), Спиридон (среднепоздлый); фактор В (глауконитовый концентрат) – без использования (контроль), внесение в дозе 2 т/га; фактор С (уровень питания) – без удобрений (контроль), минеральные удобрения в дозе $N_{45}P_{60}K_{60}$, $N_{90}P_{120}K_{120}$ и $N_{135}P_{180}K_{180}$.

Метеорологические условия различались по годам исследований. На основании величины гидротермического коэффициента период активной вегетации (июнь-август) 2007 г. был признан недостаточной-влажным (ГТК = 0,92), 2008 г. – влажным (ГТК = 1,68), 2009 г. – достаточной-влажным (ГТК = 1,21).

Результаты и обсуждение. Изменение уровня продуктивности картофеля определялось погодными

Таблица 1. Урожайность картофеля в зависимости от сорта, уровня минерального питания и дозы глауконитового концентрата, т/га

Сорт	Фон питания	Уровень питания	Урожайность				Среднее по фону
			2007 г.	2008 г.	2009 г.	среднее	
Губернатор	без глауконита	без удобрений	20,82	33,84	28,73	27,80	28,93
		$N_{45}P_{60}K_{60}$	21,38	34,89	33,32	29,86	31,72
		$N_{90}P_{120}K_{120}$	24,83	44,73	39,16	36,24	38,61
		$N_{135}P_{180}K_{180}$	24,33	56,45	39,35	40,04	42,75
		без удобрений	23,86	35,87	30,48	30,07	
		$N_{45}P_{60}K_{60}$	27,27	38,53	34,93	33,58	
	глауконит, 2 т/га	$N_{90}P_{120}K_{120}$	30,59	47,11	45,24	40,98	
		$N_{135}P_{180}K_{180}$	31,95	63,28	41,15	45,46	
		без глауконита	22,84	42,48	35,14	33,48	
		глауконит, 2 т/га	28,42	46,20	37,95	37,52	
		по сорту	25,63	44,34	36,55	35,50	
		среднее	28,42	46,20	37,95	37,52	
Невский	без глауконита	без удобрений	23,95	39,49	35,40	32,95	33,66
		$N_{45}P_{60}K_{60}$	24,56	51,53	40,72	38,94	40,10
		$N_{90}P_{120}K_{120}$	22,98	54,89	40,08	39,32	42,05
		$N_{135}P_{180}K_{180}$	24,77	51,70	44,30	40,26	42,61
		без удобрений	25,08	42,07	35,99	34,38	
		$N_{45}P_{60}K_{60}$	26,97	55,45	41,37	41,26	
	глауконит, 2 т/га	$N_{90}P_{120}K_{120}$	27,51	59,15	47,67	44,78	
		$N_{135}P_{180}K_{180}$	27,60	59,44	47,86	44,97	
		без глауконита	24,06	49,41	40,12	37,86	
		глауконит 2 т/га	26,79	54,03	43,22	41,35	
		по сорту	25,43	51,72	41,67	39,62	
		среднее	26,79	54,03	43,22	41,35	
Спиридон	без глауконита	без удобрений	22,69	43,49	39,05	34,57	35,71
		$N_{45}P_{60}K_{60}$	26,91	49,07	43,11	39,70	41,15
		$N_{90}P_{120}K_{120}$	32,79	53,00	44,11	43,30	45,66
		$N_{135}P_{180}K_{180}$	33,91	52,93	46,27	44,37	46,60
		без удобрений	24,16	44,29	40,59	37,16	
		$N_{45}P_{60}K_{60}$	28,92	53,99	44,92	42,61	
	глауконит, 2 т/га	$N_{90}P_{120}K_{120}$	34,87	57,98	51,24	48,03	
		$N_{135}P_{180}K_{180}$	36,83	61,00	48,66	48,83	
		без глауконита	29,08	49,62	43,14	40,61	
		глауконит 2 т/га	31,19	54,31	46,35	43,95	
		по сорту	30,14	51,97	44,75	42,28	
		среднее	30,14	51,97	44,75	42,28	
НСР ₀₅ общая			1,88	3,92	2,40	1,88	
НСР ₀₅ (А)			0,66	1,39	0,85	0,66	
НСР ₀₅ (В)			0,54	1,13	0,69	0,54	
НСР ₀₅ (С)			0,77	1,60	0,98	0,77	

условиями вегетационного периода и применением глауконита. Наибольшая урожайность отмечена в 2008 г.: у сорта Губернатор в среднем по вариантам опыта – 44,34 т/га, Невский – 51,72 т/га, Спиридон – 51,97 т/га. В условиях дефицита осадков и повышенных температур воздуха и почвы в 2007 г. уровень продуктивности изучаемых сортов картофеля был ниже, чем в 2008 г., в 1,7-2,0 раза (табл. 1).

У сорта Губернатор наибольшая прибавка урожайности при внесении глауконита отмечена в сочетании с повышенными дозами минеральных удобрений ($N_{135}P_{180}K_{180}$) – в среднем 5,42 т/га, а у сортов Невский и Спиридон – на фоне средних доз ($N_{90}P_{120}K_{120}$) – 5,46 и 4,73 т/га соответственно.

В среднем за период исследований самая высокая прибавка урожая при использовании глауконита зафиксирована у сорта Губернатор – 4,04 т/га (12,1 %), у сорта Невский она составила 3,48 т/га (9,2 %), у сорта Спиридон – 3,34 т/га (8,2 %). В условиях влажного 2008 г. сорта Невский (4,62 т/га) и Спиридон (4,69 т/га) характеризовались большей отзывчивостью на внесение глауконитового концентрата, чем сорт Губернатор (3,72 т/га). В то же время в засушливом 2007 г. дополнительный урожай сорта Губернатор (5,58 т/га) на его фоне был в 2,0-2,6 раза выше, чем у сортов Невский (2,73 т/га) и Спиридон (2,12 т/га).

Трехфакторный дисперсионный анализ показал, что урожайность картофеля в лесостепной зоне Южного Урала в большей мере зависит от уровня минерального

питания (влияние фактора – 44,4 %), чем от выбора сорта (28,4 %) и использования глауконитового концентрата (23,9 %). Роль глауконита возрастала в условиях недостаточного увлажнения в 2007 г., когда его применение обуславливало 35,8 % вариации урожайности.

Корреляционный анализ выявил существенную положительную зависимость между урожайностью картофеля и площадью листьев как в контроле ($r = 0,774 \pm 0,311$, $Y = 0,709X + 12,86$), так и на фоне внесения глауконита ($r = 0,894 \pm 0,213$, $Y = 0,874X + 7,9$).

Площадь ассимиляционной поверхности листьев сорта Губернатор на фоне внесения глауконитового концентрата возрастала, по сравнению с контролем, в среднем на 2,43 тыс. м²/га (7,3 %), Невский – на 4,12 тыс. м²/га (13,1 %), Спиридон – на 3,46 тыс. м²/га (9,1 %). Положительное воздействие глауконита на урожай картофеля связано с его способностью влиять на питательный режим почвы и обеспеченность растений

азотом, фосфором и калием [7]. Улучшая условия питания, минерал способствует росту фотосинтетического потенциала и, как следствие, урожайности культуры. При этом хозяйственная продуктивность фотосинтеза изменяется незначительно, что свидетельствует об одинаковой интенсивности работы 1 см² листьев разных сортов [11...12].

Известно, что применение глауконита способствует снижению содержания тяжелых металлов и радионуклидов в растениях и конечной продукции [2, 13]. При этом вопрос изменения качественных показателей клубней картофеля при внесении этого минерала изучен недостаточно. Установлено, что по воздействию на содержание крахмала в клубнях использование глауконита уступает минеральным удобрениям в дозе $N_{60}P_{90}K_{60}$. Внесение глауконита в дозах 5...20 т/га увеличивает сбор крахмала с 1 га на 2,8...17,8 %, а минеральные удобрения – на 9,9...35,2 % [14].

В наших исследованиях локальное внесение глауконитового концентрата в дозе 2 т/га увеличивало содержание крахмала в клубнях сорта Губернатор в среднем на 0,41 %, Невский – 0,49 %, Спиридон – 0,26 % (табл. 2). По мере повышения уровня минерального питания прибавка крахмалистости, связанная с применением глауконита, снижалась. Сбор крахмала при использовании глауконита повышался у сорта Губернатор в среднем на 0,78 т/га, Невский – 0,52, Спиридон – 0,55 т/га. Наибольшая прибавка у всех сортов отмечена на фоне внесения средних доз удобрений ($N_{90}P_{120}K_{120}$).

Таблица 2. Качественные показатели клубней картофеля при использовании глауконита (среднее за 2007 и 2009 гг.)

Глау-конит	Уровень пи-тания	Сорт									
		Губернатор			Невский			Спиридон			
		крахмал %	т/га	NO ₃ ⁻ мг/кг	крахмал %	т/га	NO ₃ ⁻ мг/кг	крахмал %	т/га	NO ₃ ⁻ мг/кг	
Без глау-конита	N ₀ P ₀ K ₀	14,85	3,68	105,1	11,65	3,46	114,8	16,55	5,11	74,8	
	N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀	15,30	4,18	120,4	12,10	3,95	115,1	16,75	5,86	75,6	
	N ₉₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	15,50	4,96	131,6	12,00	3,78	121,6	16,50	6,34	97,5	
	N ₁₃₅ P ₁₈₀ K ₁₈₀	15,80	5,03	146,0	12,45	4,30	144,3	16,55	6,64	114,0	
Среднее		15,36	4,46	125,8	12,05	3,87	123,9	16,59	5,99	83,4	
	Глау-конит, 2/га	N ₀ P ₀ K ₀	15,35	4,17	95,1	12,35	3,77	101,9	16,60	5,37	88,6
		N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀	15,80	4,91	71,7	12,55	4,29	66,1	16,85	6,22	61,6
		N ₉₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	15,90	6,03	108,9	12,55	4,72	114,8	17,05	7,34	53,9
N ₁₃₅ P ₁₈₀ K ₁₈₀		16,05	5,87	129,3	12,70	4,79	119,7	16,90	7,22	109,6	
Среднее		15,78	5,24	101,2	12,53	4,39	100,6	16,85	6,54	88,1	
	Среднее по сорту	15,57	4,85	113,5	12,29	4,13	112,3	16,72	6,27	85,8	

рального питания (16,8 %) и применения глауконита (15,8 %). Накопление нитратов в клубнях примерно в равной степени обусловлено выбором сорта (30,6 %), использованием глауконита (33,8 %) и уровнем минерального питания (26,7 %).

Выводы. Локальное внесение глауконитового концентрата в дозе 2 т/га повышает урожайность картофеля сорта Губернатор, по сравнению с контролем, в среднем на 4,04 т/га, Невский – на 3,48 т/га, Спиридон – на 3,34 т/га (8,2...12,1 %).

Оптимальный уровень сопутствующего минерального удобрения для сорта Губернатор – N₁₃₅P₁₈₀K₁₈₀, Невский и Спиридон – N₉₀P₁₂₀K₁₂₀. В этих вариантах отмечена наибольшая урожайность продукции хорошего качества (45,46, 44,78 и 48,03 т/га), в том числе дополнительно благодаря применению глауконита формируется 5,41, 5,46 и 4,73 т/га соответственно.

Накопление нитратов в клубнях на фоне внесения концентрата уменьшалось в среднем на 24,6, 23,3 и 12,0 мг/кг соответственно.

По результатам математической обработки установлено преимущественное влияние генотипа на показатель крахмалистости клубней (93,7 %). Сбор крахмала с единицы площади в большей степени зависит от сорта (65,3 %), в меньшей – от уровня мине-

Литература.

1. Дистанов У.Г., Конохова Т.П. Природные сорбенты и охрана окружающей среды // Химизация сельского хозяйства. 1990. № 9. С. 34–39.
2. Агрохимическая оценка глауконитовых песков / Я.Л. Кривоуст, Э.С. Чумаченко, Г.С. Ватин, И.Н. Чумаченко, В.И. Панасин // Химизация сельского хозяйства. 1991. № 8. С. 21–25.
3. Григорьева Е.А. Сорбционные свойства глауконита Каринского месторождения: автореф. дис. ... канд. хим. наук. Челябинск, 2004. 18 с.
4. Силков С.И. Влияние приемов мелиорирования и способов обработки почвы на повышение плодородия и снижение негативного влияния тяжелых металлов на растения: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Курган, 2004. 17 с.
5. Васильев А.А. Глауконит – эффективное природное минеральное удобрение картофеля // Аграрный вестник Урала. 2009. № 6. С. 35–37.
6. Беднягин Г.В. Глауконит – многоцелевое сырье для сельскохозяйственного, промышленного и экологического использования // Глауконит – калийное удобрение и минерал, пригодный для реабилитации загрязненных радионуклидами земель: сб. науч.-пр. конф. Челябинск, 2003. С. 11–15.
7. Синявский В.А., Синявский И.В. Физико-химическая и агрохимическая оценка глауконита как удобрения и мелиоранта загрязнённых земель // Глауконит – калийное удобрение и минерал, пригодный для реабилитации загрязненных радионуклидами земель: сб. науч.-пр. конф. Челябинск, 2003. С. 32–34.
8. Применение глауконита и отходов производства для повышения плодородия земель / И.П. Добровольский, И.С. Ивин, Н.Т. Шеремет, В.В. Шурупов // Глауконит – калийное удобрение и минерал, пригодный для реабилитации загрязненных радионуклидами земель: сб. науч.-пр. конф. Челябинск, 2003. С. 35–40.
9. Отчет о результатах оценочных и разведочных работ на участке первой очереди Каринского месторождения глауконитовых песков в Кунашакском районе Челябинской области: в двух томах. Челябинск, 2004. Т. 1. 232 с.; Т. 2. 290 с.
10. Бусев А.И., Типцова В.Г., Иванов В.М. Руководство по аналитической химии редких металлов. М.: Химия, 1978. 423 с.
11. Васильев А.А. Влияние глауконита на фотосинтетическую деятельность и урожайность картофеля // Вестник Красноярского ГАУ. 2013. № 11. С. 100–106.
12. Мокронос А.Т. Фотосинтез и его роль в формировании урожая // Физиология картофеля. М.: Колос, 1979. С. 138–190.
13. Экологическая оценка местных агроруд / Ш.А. Алиев, В.З. Шакиров, С.Ш. Нуриев, А.И. Ахтямов // Агрохимический вестник. 2000. № 2. С. 32–33.
14. Колягин Ю.С., Мешков В.Н. Глауконит – ценное дополнение к минеральным удобрениям // Картофель и овощи. 2008. № 8. С. 8.

EFFECTIVENESS OF GLAUCONITE CONCENTRATE APPLYING ON POTATO CROPS IN THE SOUTHERN URALS REGION

A.A. Vasiliev

South Ural Research Institute of Horticulture and Potato Planting

Summary. Productivity of potatoes in the forest-steppe of the South Ural region doesn't exceed 15 t^{ha}. Agricultural science is the search for alternative sources of minerals to increase yield and quality of potato tubers and thereby significantly reducing the deficit in the local mineral fertilizers. The purpose of research conducted in 2007-2009 years was studying the influence of glauconite concentrate on productivity and quality of potato tubers in the forest-steppe zone of the Southern Urals region. Results of field experiment have shown the positive influence on the development of the assimilation of the leaf surface, and as a consequence on the yield and quality of potato tubers under local preplant application of glauconite concentrate at a dose of 2 t^{ha}. Potato yield of variety Gubernator increased in average at 4,04 t^{ha}, Nevsky – 3,48 t^{ha}, Spiridon – 3,34 t^{ha}, starchy tubers increased at 0,41 %, 0,49 and 0,26 %, free starch per 1 hectare – 0,78, 0,52 and 0,55 t^{ha}. Efficiency of glauconite concentrate implementation increased on the basis of mineral nutrition N₁₃₅P₁₈₀K₁₈₀ – for Gubernator variety and N₉₀P₁₂₀K₁₂₀ – Nevsky and Spiridon varieties. Application of glauconite concentrate on this basis of mineral nutrition provides the highest yield (45,46, 44,78 and 48,03 t^{ha}), including an additionally 5,41, 5,46 and 4,73 t^{ha} due to application of glauconite. In the forest-steppe zone of the Southern Ural region potato yield is mainly depended on the level of mineral nutrition (contribution factor – 44,4%) and variety (28,4 %). The proportion of productivity variation due to the use of glauconite is 23,9 %.

Keywords: potato, glauconite, glauconite concentrate, yield, yield structure, quality indicators tubers.