

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ЮЖНОГО УРАЛА

Полученные авторами в ходе исследования результаты свидетельствуют о целесообразности применения в лесостепной зоне Южного Урала сбалансированных доз минеральных удобрений в расчете на урожай 40 т/га на фоне запашки ярового рапса на зеленое удобрение и использования протравленного семенного материала, что позволяет получать программируемый урожай продовольственного картофеля при схеме посадки 75x24 см, а при схеме 75x19 см – наибольший сбор клубней семенной фракции с 1 га.

Ключевые слова: картофель, сидераты, уровень сбалансированного минерального питания, густота посадки, программируемая урожайность, сбор клубней семенной фракции.

A.A. Vasiliev, V.S. Zybalov

THE PECULIARITIES OF POTATO CULTIVATION TECHNOLOGY IN THE FOREST STEPPE ZONE OF THE SOUTHERN URAL

The obtained by the authors research results demonstrate the feasibility of the application of the mineral fertilizer balanced doses in the forest-steppe zone of the Southern Urals in the view of the 40 t / ha per yield on the background of spring rape plowing for the green fertilizer and the use of treated seed material, that allows to obtain the programmable potato yield in the planting scheme 75 x 24 cm, and in the 75 x 19 cm scheme - the largest yield of seed fraction tubers from 1 ha.

Key words: potato, siderites, level of balanced mineral nutrition, planting density, programmable yield, seed fraction tuber harvesting.

Введение. Сохранение и повышение почвенного плодородия – основа получения стабильных урожаев сельскохозяйственных культур, в том числе и картофеля. Чем выше эффективность плодородия почв, тем быстрее формируется ассимиляционный аппарат растений, тем выше фотосинтетический потенциал и продуктивность фотосинтеза [1]. При дефиците элементов питания в почве растения увеличивают затраты энергии на их усвоение из менее концентрированного раствора, и, соответственно, меньшее количество асимилятов поступает из листьев в клубни [2].

Для бездефицитного баланса гумуса в пахотных почвах Южного Урала, по данным В.С. Зыбалова и О.А. Ларионовой [3], требуется ежегодно вносить 7,5–8 т/га органических удобрений в пересчете на подстилочный навоз. Однако в Челябинской области в настоящее время вносится не более 0,01 т/га навоза, то есть в 75–80 раз меньше потребности [4]. Одно из основных средств решения этой проблемы – сидерация. Дешевые, доступные и достаточно эффективные зеленые удобрения могут быть неисчерпаемым, постоянно возобновляемым источником органического вещества [5].

Научными учреждениями Уральского региона в качестве сидеральных культур изучались бобовые растения: горох [6–13], вика [13], люпин [8], донник [8, 10, 14–16], зернобобовые смеси: горох-овес [9–11, 17] и вико-овес [11], а также небобовые растения: горчица [6, 7], сурепица [11], рапс [6, 7, 9–11], суданская трава [11], озимая рожь [10] и овес [6]. Установлено, что запашка зеленой массы растений на сидерат улучшает структуру, уменьшает объемную массу пахотного слоя, увеличивает содержание влаги в почве, снижает кислотность, повышает буферность и емкость поглощения, обогащает почву органическим веществом и элементами питания, повышает биологическую активность почвенной микрофлоры, а за счет этого улучшает ее фитосанитарное состояние.

Исследования Челябинской государственной агронженерной академии (2004–2009 гг.) показали, что запашка на зеленое удобрение промежуточных сидеральных культур (ярового рапса, горохо-овсяной смеси, озимой ржи, донника желтого и эспарцета) увеличивает содержание агрономически ценных агрегатов на 8–16 %, подавляет развитие сегетальной растительности, снижает накопление семян сорняков в почве на 9–15 % [10].

Исследования ГНУ ЮУНИИПОК Россельхозакадемии (2008–2011 гг.) показали, что замена чистых паров на сидеральные с запашкой на сидерат во второй-третьей декаде сентября ярового рапса, высеваемого в первой декаде июля, обеспечивает поступление в почву 28,72 т/га зеленой массы и 5,18 т/га сухого органического вещества (с учетом пожнивных и корневых остатков). Еще лучше результат при заделке на зеленое удобрение вико-овсяной смеси (посев – во второй декаде мая, заделка в почву – в третьей декаде июля)

– 30,81 т/га зеленой массы и 6,81 т/га сухого вещества [18]. Сидерация обеспечивала возврат в почву 103,2–120,2 кг азота, 30,2–49,0 кг фосфора и 135,6–211,4 кг калия, снижала объемную массу пахотного слоя на 0,05–0,09 г/см³, кислотность почвы – на 0,02–0,04 единицы pH. Запас с всхожих семян сорняков в слое 0–30 см при этом снижался на 3,3–12,5 %, личинок проволочника – в 1,16–2,73 раза, озимой совки – в 1,69–1,93 раза по сравнению с чистым паром. Общая засоренность следующего за сидеральным паром картофеля уменьшалась на 9,7–17,3 % [19]. Обогащение почвы свежим органическим веществом и питательными элементами, улучшение фитосанитарного состояния почвы способствовали повышению урожайности клубней картофеля по сравнению с чистым паром на 13,0–22,7 % после запашки ярового рапса и на 12,1–14,1 % – вико-овсянной смеси.

Густота посадки и уровень минерального питания являются важнейшими факторами регулирования величины и качества урожая картофеля путем создания посевов с оптимальной листовой поверхностью, обеспечивающей наиболее полное использование солнечной энергии на фотосинтез и формирование урожая [20]. В этом аспекте большое значение при возделывании картофеля имеет проправливание семенного материала, снижающее изреженность растений, увеличивающее число продуктивных стеблей и площадь ассимиляционной поверхности и, как следствие, обеспечивающее рост урожайности картофеля до 6,5–7 т/га [21].

Цель исследований. Определить условия получения программируемых урожаев картофеля в лесостепной зоне Южного Урала в зависимости от расчетных доз минеральных удобрений, проправливания семенного материала и густоты посадки.

Материалы и методы. Исследования проведены в период 2008–2011 гг.

Схема опыта № 1 (2008–2010 гг.). **Фактор А – сорт:** 1) Губернатор (ранний); 2) Невский (среднеранний); 3) Тарасов; 4) Балабай (среднеспелые). **Фактор В – густота посадки:** 1) 40,4 тыс. клубней на 1 га (75×33 см); 2) 55,5 тыс. на 1 га (75×24 см); 3) 70,1 тыс. клубней на 1 га (75×19 см). **Фактор С – дозы минеральных удобрений:** 1) Без удобрений (контроль); 2) Удобрения в расчете на урожай 25 т/га; 3) 40 т/га; 4) 50 т/га.

Схема опыта № 2 (2009–2011 гг.). **Фактор А – проправливание семенных клубней фунгицидами:**

1) Без проправливания (контроль); 2) Максим, КС (25 г/л), 0,4 л/т; 3) Престиж, КС (140 + 150 г/л), 1 л/т; 4) ТМТД, ТПС (400 г/л), 2,5 л/т. **Фактор В – густота посадки:** 1) 49,3 тыс. клубней на 1 га (75×27 см); 2) 70,1 тыс. клубней на 1 га (75×19 см). **Фактор С – сорт:** 1) Невский (среднеранний); 2) Спиридон; 3) Тарасов; 4) Балабай (среднеспелые). **Фактор Д – дозы минеральных удобрений:** 1) Без удобрений (контроль); 2) Удобрения в расчете на урожай 25 т/га; 3) 40 т/га.

Нормы удобрений устанавливали расчетно-балансовым методом с учетом содержания и коэффициентов использования элементов питания из почвы, сидерата и удобрений. Минеральные удобрения (нитраммофоска 16:16:16, аммиачная селитра, двойной суперфосфат и сульфат калия) вносили дробно: основную часть – под весеннюю обработку почвы, стартовую дозу N₃₂P₃₂K₃₂ – во время посадки картофеля. В среднем за 2008–2010 гг. доза удобрений под урожай 25 т/га составила N₇₄P₆₈K₇₁, 40 т/га – N₁₈₄P₂₁₈K₂₇₁, 50 т/га – N₂₆₄P₃₁₈K₄₀₇, а в 2009–2011 гг. – под урожай 25 т/га – N₈₂P₇₁K₈₂, 40 т/га – N₁₉₃P₁₉₈K₂₅₆.

Закладка опыта, анализы, учеты и наблюдения проводились в соответствии с общепринятыми методиками. Математическую обработку данных осуществляли методом дисперсионного анализа с расчетом вклада фактора в общую вариацию признака [22].

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый с содержанием гумуса 5,90–7,26 %, P₂O₅ – 8,4–16,0 мг и K₂O – 11,3–32,1 мг/100 г почвы, pH_{сол} = 4,8–5,2. Предшественник – пар сидеральный (яровой рапс). Семенной материал – 50–80 г. Глубина посадки – 6–8 см. Проправливание семенных клубней, согласно схеме опыта, проводилось во время посадки картофеля.

Период активной вегетации растений (июнь–август) 2008 и 2011 гг. был признан влажным (ГТК = 1,68 и 1,62 соответственно), 2009 г. – достаточно влажным (ГТК = 1,21) и 2010 г. – засушливым (ГТК = 0,65).

Результаты и их обсуждение. Исследования 2008–2010 гг. показали, что площадь листьев и фотосинтетический потенциал посевов картофеля (ФП) в сильной степени зависят от уровня минерального питания и густоты посадки. Наибольшая ассимиляционная поверхность формировалась в фазе цветения: у сорта Губернатор – 45,95; Невский – 40,38; Балабай – 41,26 и Тарасов – 43,85 тыс. м²/га в варианте внесения удобрений под урожай 50 т/га при загущенной посадке. В этих же вариантах отмечались максимальные значения суммарного ФП за вегетацию: у сорта Губернатор – 2,644; Невский – 2,303; Тарасов – 2,534 и Балабай – 2,365 млн м² х дн./га.

Коэффициент усвоения фотосинтетической активной радиации возрастал по мере увеличения уровня сбалансированного питания и густоты посадки картофеля: у сорта Губернатор в пределах 2,55–4,30 %; Невский – 2,34–3,92 %; Тарасов – 2,89–4,46 %; Балабай – 2,68–4,11 %. Наибольшие значения зафик-

сированы в варианте загущенных посадок: у сортов Невский и Тарасов – на фоне NPK под урожай 50 т/га, а у сортов Балабай и Губернатор – 40 т/га.

Наши исследования показали, что сбалансированное минеральное питание обеспечивает получение программируемой урожайности картофеля 25 и 40 т/га в условиях лесостепной зоны Южного Урала, а при достаточном увлажнении вегетационного периода – 50 т/га (табл. 1).

Таблица 1

**Урожайность картофеля в зависимости от густоты посадки и уровня минерального питания
(2008–2010 гг.), т/га**

Густота посадки (B)	Уровень питания (C)	Расчетный урожай	Сорт (A)			
			Губернатор	Невский	Тарасов	Балабай
40,4 тыс. клуб/га	$N_0P_0K_0$		26,04	25,26	29,33	27,46
	$N_{74}P_{68}K_{71}$	25 т/га	30,25	31,92	33,24	30,79
	$N_{184}P_{218}K_{27}$	40 т/га	33,02	33,60	36,91	32,94
	$N_{264}P_{318}K_{407}$	50 т/га	33,47	32,43	38,98	36,02
55,5 тыс. клуб/га	$N_0P_0K_0$		28,73	30,30	33,11	31,54
	$N_{74}P_{68}K_{71}$	25 т/га	33,85	37,24	41,17	35,76
	$N_{184}P_{218}K_{27}$	40 т/га	39,48	38,21	41,30	39,76
	$N_{264}P_{318}K_{407}$	50 т/га	42,71	40,43	46,50	42,52
70,1 тыс. клуб/га	$N_0P_0K_0$		32,83	31,76	36,11	28,92
	$N_{74}P_{68}K_{71}$	25 т/га	35,42	35,07	38,53	35,95
	$N_{184}P_{218}K_{27}$	40 т/га	44,25	38,94	41,75	41,70
	$N_{264}P_{318}K_{407}$	50 т/га	43,19	39,46	44,43	41,58
$HCP_{05} = 3,17; HCP_{05} (A) = 0,92; HCP_{05} (B) = 0,71; HCP_{05} (C) = 0,82$						

Высокое плодородие выщелоченных черноземов Южного Урала и запашка ярового рапса на сидерат позволяют при густоте посадки 40,4 тыс. клуб/га (75x33 см) в варианте без применения удобрений получать урожай картофеля в пределах 25,26–29,33 т/га в зависимости от сорта. Расчетные дозы минеральных удобрений на урожай 40 т/га (в среднем за 2008–2010 гг. – $N_{184}P_{218}K_{27}$) обеспечивают получение программируемой урожайности сортами Губернатор, Тарасов и Балабай при схеме посадки 75x24 и 75x19 см, тогда как сорт Невский формировал лишь 95,5–97,3 % запланированного урожая.

Применение удобрений под урожай 50 т/га обеспечивало формирование программируемой урожайности у сортов Губернатор, Тарасов и Балабай при схеме посадки 75x24 и 75x19 см в условиях влажного 2008 года ($\GammaTK = 1,68$), а у сорта Тарасов, кроме того, при достаточном увлажнении 2009 года ($\GammaTK = 1,21$). Тогда как в среднем за 3 года изучаемые сорта формировали лишь 66,9–93,0 % запланированной урожайности 50 т/га.

Анализ структуры урожая картофеля показал, что загущение посадок с 40,4 до 70,1 тыс. клуб/га увеличивает сбор клубней семенной фракции (от 30 до 100 г) с 1 га в 1,47–1,61 раза. Наибольшим этот показатель был при схеме посадки 75x19 см на фоне удобрений под урожай 40 т/га: у сорта Губернатор – 241,8; Невский – 326,7; Тарасов – 290,4 и Балабай – 243,7 тыс. шт/га.

Исследования 2009–2011 гг. показали, что проправливание семенных клубней во время посадки сдерживало развитие *Rhizoctonia solani* в течение всего периода вегетации [23], повышая полевую всхожесть картофеля сорта Невский в среднем на 2,9–3,8 %; Спирidon – на 2,7–3,9 %; Тарасов – на 3,0–3,8 %; Балабай – на 3,9–6,3 % в зависимости от препарата, а сохранность растений к уборке – на 1,3–1,5 %; 0,9–1,3; 0,9–1,3 и 0,2–0,7 % соответственно. Густота стояния растений в период уборки при этом увеличивалась в варианте с ТМТД на 0,59–4,51; Максим – на 0,50–7,29; Престиж – на 1,18–4,57 тыс. кустов на 1 га в зависимости от сорта и агротехники.

Обработка семенных клубней защитно-стимулирующими препаратами существенно повышала урожайность картофеля. Использование фунгицида Максим способствовало увеличению урожая сорта Балабай на 4,94–8,92 т/га; Спирidon – на 1,95–9,13 т/га; Тарасов – на 4,32–9,08 т/га; Невский – на 1,56–5,73 т/га в зависимости от густоты посадки и уровня питания. Престиж повышал продуктивность сорта Спирidon на 5,08–9,26 т/га; Тарасов – на 3,20–10,16; Балабай – на 5,71–8,15; Невский – на 2,76–8,56; ТМТД – на 4,13–9,00; 4,11–8,35; 4,99–13,10 и 5,44–9,20 т/га соответственно (табл. 2).

Сбор клубней семенной фракции с 1 га в варианте с фунгицидом Максим возрастал в среднем на 26,6 тыс. шт/га, ТМТД – на 28,3 и Престиж – 42,6 тыс. шт/га, или соответственно на 11,6 %, 12,3 и 18,5 % по сравнению с вариантом без применения протравителей. Увеличение сбора семенных клубней (30–100 г) по сравнению с разреженной схемой посадки (75x27 см) при этом составляло 36,4 %; 22,8; 32,4 и 38,3 % соответственно.

Таблица 2

Урожайность картофеля в зависимости от протравливания семенного материала и других приемов агротехники (среднее за 2009–2011 гг.) , т/га

Фунгицид (A)	Схема посадки (B)	Уровень питания (D)	Расчетный урожай	Сорт (C)			
				Невский	Спиридон	Тарасов	Балабай
Без обработки клубней	75x27 см	$N_0P_0K_0$		28,53	29,36	30,37	25,15
		$N_{82}P_{71}K_{82}$	25 т/га	35,29	33,52	36,67	30,54
		$N_{193}P_{198}K_{256}$	40 т/га	39,02	39,43	42,28	32,35
	75x19 см	$N_0P_0K_0$		32,40	31,92	33,37	29,93
		$N_{82}P_{71}K_{82}$	25 т/га	38,51	41,07	37,68	34,53
		$N_{193}P_{198}K_{256}$	40 т/га	41,48	41,03	41,09	37,54
Максим	75x27 см	$N_0P_0K_0$		34,26	35,05	38,24	34,07
		$N_{82}P_{71}K_{82}$	25 т/га	38,65	40,32	40,99	38,58
		$N_{193}P_{198}K_{256}$	40 т/га	43,63	41,38	51,36	40,87
	75x19 см	$N_0P_0K_0$		36,66	38,94	39,11	34,87
		$N_{82}P_{71}K_{82}$	25 т/га	40,07	46,39	42,62	40,98
		$N_{193}P_{198}K_{256}$	40 т/га	46,04	50,16	48,76	42,49
Престиж	75x27 см	$N_0P_0K_0$		35,61	35,15	37,05	31,84
		$N_{82}P_{71}K_{82}$	25 т/га	38,05	42,78	40,26	36,25
		$N_{193}P_{198}K_{256}$	40 т/га	42,37	46,23	45,57	38,80
	75x19 см	$N_0P_0K_0$		40,96	37,00	39,79	36,38
		$N_{82}P_{71}K_{82}$	25 т/га	43,80	47,80	40,88	40,70
		$N_{193}P_{198}K_{256}$	40 т/га	48,48	46,55	51,25	45,69
ТМТД	75x27 см	$N_0P_0K_0$		37,73	37,70	38,47	33,34
		$N_{82}P_{71}K_{82}$	25 т/га	40,76	40,94	43,44	37,02
		$N_{193}P_{198}K_{256}$	40 т/га	45,51	46,24	50,63	45,45
	75x19 см	$N_0P_0K_0$		37,84	40,92	39,01	34,92
		$N_{82}P_{71}K_{82}$	25 т/га	47,17	45,20	41,79	40,46
		$N_{193}P_{198}K_{256}$	40 т/га	47,76	47,35	46,51	48,20

$$HCP_{05} = 3,20; HCP_{05} (A, C) = 0,65; HCP_{05} (B) = 0,46; HCP_{05} (D) = 0,57$$

Выводы. Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о целесообразности применения в лесостепной зоне Южного Урала сбалансированных доз минеральных удобрений в расчете на урожай 40 т/га на фоне запашки ярового рапса или вико-овсяной смеси на зеленое удобрение. Продовольственный картофель при этом следует возделывать по схеме 75x24 см, а семенной картофель – 70x19 см с использованием протравленного семенного материала (ТМТД, Максим и Престиж).

Литература

1. Ничипорович А.А. Фотосинтез и вопросы повышения продуктивности растений // Проблемы фотосинтеза. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – С. 421–433.
2. Формирование числа и массы клубней при различном уровне ассимилятов в растении / В.И. Чиков, Г.А. Салихова, Г.Ф. Сафиуллина [и др.] // Учебные записки Казан. гос. ун-та. Сер. Естественные науки. – 2009. – Т. 151. – Кн. 1. – С. 164–172.

3. Зыбалов В.С., Ларионова О.А. Агроэкологическая оценка сельскохозяйственных территорий Челябинской области как основа оптимизации агроэкосистемы // Вестник ЧГАУ. – 2004. – Т. 43. – С. 70–74.
4. Зыбалов В.С., Свечников П.Г., Ляшко В.Ф. Агроэкологические аспекты повышения плодородия почв Южного Урала // Вестник ЧГАУ. – 2011. – Т. 58. – С. 184–187.
5. Довбан К.И. Зеленое удобрение. – М.: Агропромиздат, 1990. – 208 с.
6. Агеев А.А. Эффективность использования сидеральных паров на выщелоченном чернозёме в условиях лесостепных агроландшафтов Южного Урала: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Курган, 2007. – 20 с.
7. Вражнов А.В. Оптимизация систем севооборотов и обработки почвы при производстве зерна в условиях Южного Урала // Достижения аграрной науки Урала и пути их реализации: мат-лы науч.-практ. конф. – Челябинск: Изд-во ЧНИИСХ, 2005. – С. 37–48.
8. Гаитов Т.А. Влияние удобрений и травосеяния на плодородие почв степных зон Республики Башкортостан // Достижения аграрной науки Урала и пути их реализации: мат-лы науч.-практ. конф. – Челябинск: Изд-во ЧНИИСХ, 2005. – С. 228–230.
9. Доронина О.М. Влияние паров на засоренность и урожайность зерновых в звеньях севооборота // Достижения аграрной науки Урала и пути их реализации: мат-лы науч.-практ. конф. – Челябинск, 2005. – С. 111–117.
10. Зыбалов В.С., Ляшко В.Ф. Экологически ориентированное управление плодородием почв в Челябинской области // Земледелие. – 2010. – № 8. – С. 16–17.
11. Постников П.А., Колобов Е.В. Фитосанитарное состояние посевов зерновых культур при применении зеленых удобрений // Достижения сельскохозяйственной науки Урала – агропромышленному комплексу: науч. тр. – Екатеринбург: Изд-во УралНИИСХ, 2006. – Т. 61. – С. 223–229.
12. Постников П.А., Шестаков П.А. Роль севооборотов в сохранении плодородия почв // Достижения аграрной науки Урала и пути их реализации: мат-лы науч.-практ. конф. – Челябинск: Изд-во ЧНИИСХ, 2005. – С. 129–132.
13. Решетников И.П. Окультуривание дерново-подзолистых почв с применением сидерального удобрения в пару под озимую рожь // Тр. УралНИИСХ. – Свердловск, 1972. – Т. XI. – С. 33–38.
14. Андрианов А.Д., Андрианов Д.А., Алимбаев Ю.М. Предшественники и удобрение раннего картофеля // Картофель и овощи. – 2005. – № 1. – С. 12.
15. Казакбаев Ф.Г. Влияние систем обработки почвы и удобрений на агрофизические свойства черноземных почв на склонах Южного Предуралья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Уфа, 2009. – 22 с.
16. Халиуллин К.З. Сравнительная эффективность севооборотов с различной ротацией и агротехнологиями в предуральской степи Башкортостана // Резервы повышения эффективности агропромышленного производства: мат-лы науч.-практ. конф. – Уфа: БашНИИСХ, 2004. – С. 161–163.
17. Богряков А.Н. Приемы повышения плодородия черноземов южных в полевых севооборотах степного Предуралья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Оренбург, 2004. – 27 с.
18. Васильев А.А. Эффективность сидеральных предшественников картофеля в лесостепной зоне Южного Урала // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 8. – С. 19–22.
19. Васильев А.А. Сидеральный пар – эффективный предшественник для картофеля в лесостепной зоне Южного Урала // Вестник Бурятской ГСХА. – 2013. – № 4. – С. 35–41.
20. Ганзин Г.А., Абазов А.Х., Киселев А.И. Сортовая агротехника // Картофель России: в 3 т.: под ред. А.В. Коршунова. – М., 2003. – Т. 2. – С. 201–208.
21. Протравливание семенного картофеля / А.Е. Сердюков, А.С. Воловик, В.И. Седова [и др.] // Картофель и овощи. – 1988. – № 4. – С. 45–47.
22. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
23. Васильев А.А. Результаты многофакторных исследований по картофелю в условиях лесостепной зоны Южного Урала // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 12. – С. 32–35.