



## ПРОГРАММИРОВАНИЕ УРОЖАЯ КАРТОФЕЛЯ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ЮЖНОГО УРАЛА

**А. А. ВАСИЛЬЕВ,**

кандидат сельскохозяйственных наук, ученый секретарь,

Южно-Уральский научно-исследовательский институт плодовоовощеводства и картофелеводства

(454902, г. Челябинск, п. Гидрострой, д. 16; e-mail: kartofel\_chel@mail.ru),

**В. С. ЗЫБАЛОВ,**

доктор сельскохозяйственных наук, профессор,

Челябинская государственная агроинженерная академия

(454000, г. Челябинск, пр. Ленина, д. 75; e-mail: Zybalov74@mail.ru)

**Ключевые слова:** картофель, сидераты, сбалансированное минеральное питание, густота посадки, протравливание семенного материала, программируемая урожайность, сбор клубней семенной фракции.

Анализ опытных данных научных учреждений Урала, а также результатов собственных исследований показал, что использование ярового рапса и других сидеральных культур на зеленое удобрение оказывает комплексное влияние на плодородие и фитосанитарное состояние почвы. В настоящее время урожайность картофеля в лесостепи Южного Урала не превышает 15 т/га. Главная причина заключается в отсутствии научно обоснованного подхода к его возделыванию, особенно сортов интенсивного типа. В условиях дефицита навоза основным средством решения проблемы сохранения и повышение почвенного является сидерация. Целью исследований 2008–2011 гг. являлось изучение возможности получения программируемых урожаев картофеля 40 т/га в условиях лесостепной зоны Южного Урала. Установлено, что основными элементами получения программируемой урожайности картофеля являются: возделывание высокопродуктивных адаптированных к местным условиям сортов; применение сбалансированных доз минеральных удобрений, установленных расчетно-балансовым методом, на фоне запашки ярового рапса на сидерат; оптимальная густота посадки в зависимости от цели производства; применение защитно-стимулирующих препаратов для предпосадочной обработки семенных клубней. Оптимальные сочетания элементов обеспечивают получение программируемой урожайности продовольственного картофеля 40 т/га сортами Губернатор, Спиридон, Тарасов и Балабай при схеме посадки 75 × 24 см и наибольший выход клубней семенной фракции с 1 га при схеме посадки 75 × 19 см. Вариация урожайности картофеля в лесостепной зоне Южного Урала в значительной степени определялась уровнем сбалансированного минерального питания (вклад фактора — 42,7–54,4 %), густотой посадки (15,5–46,6 %), протравливанием семенного материала (19,9 %) и генотипом (7,2–8,0 %). Значение сорта возросло в экстремальных условиях 2010 г., когда от выбора сорта зависело 17,0–23,4 % вариации урожайности в зависимости от опыта.

## POTATOES YIELD PROGRAMMING IN THE FOREST-STEPPE ZONE OF THE SOUTH URALS

**A. A. VASILYEV,**

candidate of agricultural sciences, scientific secretary, South Ural scientific-research institute of horticulture and potato

(16, Gidrostroy, Chelyabinsk, 454902; e-mail: kartofel\_chel@mail.ru),

**V. S. ZYBALOV,**

doctor of agricultural sciences, professor, Chelyabinsk state academy of agroengineering

(75 Lenina prosp., Chelyabinsk, 454000; e-mail: Zybalov74@mail.ru)

**Keywords:** potatoes, siderites, balanced mineral nutrition, planting density, seed treatment, programmable productivity, collecting tubers of seed fraction.

The analysis of experimental data of scientific institutions of the Urals as well as the results of the carried researches showed that the use of a spring rape and other green manure crops on a green fertilizer had a complex impact on a fertility and phytosanitary condition of the soil. Currently the potatoes productivity in the forest-steppe of the South Urals doesn't exceed 15 t/hectare. The main reason consists in a lack of a scientifically reasonable approach to its cultivation, especially to varieties of an intensive type. In the conditions of a manure deficiency, sideration is a main solution of the problem of soil preservation and fertility increase. The purpose of researches in 2008–2011 was studying a possibility of potato yield programming at the range of 40 t/hectare in the conditions of a forest-steppe zone of the South Urals. It is established that basic elements of obtaining programmable potato productivity are a cultivation of highly productive varieties adapted for local conditions, an application of balanced doses of the mineral fertilizers established by a balance method together with a plowing of a spring rape on a green manure, an optimal planting density depending on the production purpose and an application of protective-stimulating preparations for a pre-planting treatment of seed tubers. The optimal combinations of elements provide programmable productivity of 40 t/hectare with food potatoes of Gubernator, Spiridon, Tarasov and Balabai varieties at the planting scheme of 75 × 24 cm and the highest exit of seed fraction tubers from 1 hectare at the planting scheme of 75 × 19 cm. The variation of the potato productivity in a forest-steppe zone of the South Urals was defined by a level of the balanced mineral nutrition (a factor contribution — 42.7–54.4 %), planting density (15.5–46.6 %), seed treatment (19.9 %) and a genotype (7.2–8.0 %). The value of a variety increased in extreme conditions of 2010 when 17.0–23.4 % of a productivity variation depended on a variety choice.

Положительная рецензия представлена А. В. Вразновым, членом-корреспондентом Россельхозакадемии, заместителем директора по внедрению и научно-инновационной деятельности Челябинского научно-исследовательского института сельского хозяйства.



Несмотря на высокий потенциал возделываемых сортов, фактическая урожайность картофеля на Южном Урале не превышает 15 т/га. Основной причиной низкой реализации потенциальных возможностей этой культуры является отсутствие научно обоснованного подхода к ее возделыванию, особенно для сортов интенсивного типа. Поэтому исследование элементов программирования урожайности картофеля в пределах 25–40 т/га является актуальной проблемой.

При программировании урожая картофеля большое значение имеют возделывание адаптированных к местным условиям сортов, применение сбалансированных (расчетных) доз минеральных удобрений, использование зеленых удобрений, оказывающих комплексное влияние на плодородие и фитосанитарное состояние почвы, а также оптимальная густота посадки, обеспечивающая эффективное усвоение солнечной энергии листовой поверхностью [1, 2, 3]. Кроме того, важным фактором стабильности производства картофеля является протравливание семенных клубней, обеспечивающее защиту растений от болезней в период вегетации, а как следствие повышающее урожайность до 6,5–7 т/га [4, 5].

#### Цель и методика исследований.

Цель исследований — изучить возможности получения программируемых урожаев картофеля в лесостепной зоне Южного Урала в зависимости от расчетных доз минеральных удобрений, протравливания семенного материала и густоты посадки.

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

Схема опыта № 2 (2009–2011 гг.). Фактор А — протравливание семенных клубней фунгицидами: 1. Без протравливания (контроль); 2. Максим, КС (0,4 л/т); 3. Престиж, КС (1 л/т); 4. ТМТД, ТПС (2,5 л/т); Фактор В — густота посадки: 1. 49,3 тыс. клуб./га (75 × 27 см); 2. 70,1 тыс. клуб./га (75 × 19 см). Фактор С — сорт: 1. Невский (среднеранний); 2. Спиридон; 3. Тарасов; 4. Балабай (средне-спелые). Фактор D — дозы минеральных удобрений: 1. Контроль (без удобрений); 2. Удобрения в расчете на урожай 25 т/га; 3. Удобрения в расчете на урожай 40 т/га.

Закладку опытов, анализы, учеты и наблюдения проводили в соответствии с общепринятыми методиками. Обработку данных осуществляли методом дисперсионного анализа с расчетом вклада фактора в общую вариацию [6].

Почва опытного участка — чернозем выщелоченный среднесуглинистый с содержанием гумуса 5,90–7,26%,  $P_2O_5$  — 8,4–16,0 мг и  $K_2O$  — 11,3–32,1 мг/100 г почвы,  $pH_{\text{соед}} = 4,8–5,2$ . Предшественник — пар сидеральный (яровой рапс). Семенной материал — 50–80 г. Глубина посадки — 6–8 см. Протравливание семенных клубней проводили за 2–3 дня до посадки.

Нормы удобрений устанавливали расчетно-балансовым методом с учетом содержания и коэффициентов использования элементов питания из почвы, сидерата и удобрений. Минеральные удобрения (нитроаммофоску 16 : 16 : 16, аммиачную селитру, двойной суперфосфат и сульфат калия) вносили дробно: основную часть — под осеннюю обработку почвы, стартовую дозу  $N_{32}P_{32}K_{32}$  — во время посадки. В среднем за 2008–2010 гг. доза удобрений под урожай 25 т/га составила  $N_{74}P_{68}K_{71}$ , 40 т/га —  $N_{184}P_{218}K_{27}$ , 50 т/га —  $N_{264}P_{318}K_{407}$ , а в 2009–2011 гг. — под урожай 25 т/га —  $N_{82}P_{71}K_{82}$ , 40 т/га —  $N_{193}P_{198}K_{256}$ .

Погодные условия различались по годам исследований. По гидротермическому коэффициенту условия периода активной вегетации (июнь–август) в 2008 и 2011 гг. признаны влажными (ГТК = 1,68 и 1,62

Таблица 1

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

Густота посадки (В)	Уровень питания (С)	Расчетный урожай	Сорт (А)				
			Губернатор	Невский	Спиридон	Тарасов	Балабай
40,4 тыс. клуб./га	$N_0P_0K_0$		26,04	25,26	27,15	29,33	27,46
	$N_{74}P_{68}K_{71}$	25 т/га	30,25	31,92	32,39	33,24	30,79
	$N_{184}P_{218}K_{27}$	40 т/га	33,02	33,60	34,14	36,91	32,94
	$N_{264}P_{318}K_{407}$	50 т/га	33,47	32,43	35,88	38,98	36,02
55,5 тыс. клуб./га	$N_0P_0K_0$		28,73	30,30	33,64	33,11	31,54
	$N_{74}P_{68}K_{71}$	25 т/га	33,85	37,24	41,70	41,17	35,76
	$N_{184}P_{218}K_{27}$	40 т/га	39,48	38,21	44,15	41,30	39,76
	$N_{264}P_{318}K_{407}$	50 т/га	42,71	40,43	46,43	46,50	42,52
70,1 тыс. клуб./га	$N_0P_0K_0$		32,83	31,76	40,27	36,11	28,92
	$N_{74}P_{68}K_{71}$	25 т/га	35,42	35,07	42,52	38,53	35,95
	$N_{184}P_{218}K_{27}$	40 т/га	44,25	38,94	46,83	41,75	41,70
	$N_{264}P_{318}K_{407}$	50 т/га	43,19	39,46	47,41	44,43	41,58

Примечание: НСР05 = 3,17; НСР05 (А) = 0,92; НСР05 (В) = 0,71; НСР05 (С) = 0,82.



соответственно), 2009 г. — достаточно-влажными (ГТК = 1,21), а в 2010 г. — засушливыми (ГТК = 0,65).

**Результаты исследований.**

Высокое плодородие выщелоченных черноземов лесостепной зоны Южного Урала и запашка ярового рапса на сидерат позволяют при густоте посадки 40,4 тыс. клуб./га (75 × 33 см) в варианте без применения минеральных удобрений получать урожайность клубней в пределах 25,26–29,33 т/га. Сбалансированное минеральное питание обеспечивает получение программируемой урожайности картофеля 40 т/га сортами местной селекции (Губернатор, Спиридон, Тарасов и Балабай) при схеме посадки 75 × 24 и 75 × 19 см, а при достаточном увлажнении вегетационного периода урожай клубней может достигать 50 т/га и более. Среднеранний сорт Невский формировал в условиях Южного Урала только 95,5–97,3 % запланированного урожая 40 т/га (табл. 1).

Дозы удобрений, установленные на урожай 50 т/га, обеспечивали получение программируемой урожайности сортами Губернатор, Спиридон, Тарасов и Балабай при схемах посадки 75 × 24 и 75 × 19 см в условиях влажных лет (2008–2009 гг.). Однако в среднем за 3 года фактическая урожайность составила лишь 66,9–94,8 % запланированной.

Дисперсионный анализ трехфакторного опыта показал, что в лесостепной зоне Южного Урала урожайность картофеля в сильной степени зависит от густоты посадки (вклад фактора — 46,6 %) и уровня минерального питания (42,7 %), в меньшей мере — от сорта (8,0 %). Значение генотипа возрастало в условиях засухи 2010 г., когда выбор сорта определял 17,0 % вариации урожайности картофеля.

Анализ структуры урожая картофеля показывает, что загущение посадок с 40,4 до 70,1 тыс. клуб./га увеличивает сбор клубней семенной фракции (от

Таблица 2

**Урожайность картофеля в зависимости от протравливания семенных клубней, т/га, среднее за 2009–2011 гг.**

Фунгицид (А)	Схема посадки (В)	Уровень питания (D)	Расчетный урожай	Сорт (С)			
				Невский	Спиридон	Тарасов	Балабай
Без обработки	75 × 27 см	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>		28,53	29,36	30,37	25,15
		N <sub>82</sub> P <sub>71</sub> K <sub>82</sub>	25 т/га	35,29	33,52	36,67	30,54
		N <sub>193</sub> P <sub>198</sub> K <sub>256</sub>	40 т/га	39,02	39,43	42,28	32,35
	75 × 19 см	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>		32,40	31,92	33,37	29,93
		N <sub>82</sub> P <sub>71</sub> K <sub>82</sub>	25 т/га	38,51	41,07	37,68	34,53
		N <sub>193</sub> P <sub>198</sub> K <sub>256</sub>	40 т/га	41,48	41,03	41,09	37,54
Максим	75 × 27 см	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>		34,26	35,05	38,24	34,07
		N <sub>82</sub> P <sub>71</sub> K <sub>82</sub>	25 т/га	38,65	40,32	40,99	38,58
		N <sub>193</sub> P <sub>198</sub> K <sub>256</sub>	40 т/га	43,63	41,38	51,36	40,87
	75 × 19 см	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>		36,66	38,94	39,11	34,87
		N <sub>82</sub> P <sub>71</sub> K <sub>82</sub>	25 т/га	40,07	46,39	42,62	40,98
		N <sub>193</sub> P <sub>198</sub> K <sub>256</sub>	40 т/га	46,04	50,16	48,76	42,49
Престиж	75 × 27 см	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>		35,61	35,15	37,05	31,84
		N <sub>82</sub> P <sub>71</sub> K <sub>82</sub>	25 т/га	38,05	42,78	40,26	36,25
		N <sub>193</sub> P <sub>198</sub> K <sub>256</sub>	40 т/га	42,37	46,23	45,57	38,80
	75 × 19 см	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>		40,96	37,00	39,79	36,38
		N <sub>82</sub> P <sub>71</sub> K <sub>82</sub>	25 т/га	43,80	47,80	40,88	40,70
		N <sub>193</sub> P <sub>198</sub> K <sub>256</sub>	40 т/га	48,48	46,55	51,25	45,69
ТМТД	75 × 27 см	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>		37,73	37,70	38,47	33,34
		N <sub>82</sub> P <sub>71</sub> K <sub>82</sub>	25 т/га	40,76	40,94	43,44	37,02
		N <sub>193</sub> P <sub>198</sub> K <sub>256</sub>	40 т/га	45,51	46,24	50,63	45,45
	75 × 19 см	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>		37,84	40,92	39,01	34,92
		N <sub>82</sub> P <sub>71</sub> K <sub>82</sub>	25 т/га	47,17	45,20	41,79	40,46
		N <sub>193</sub> P <sub>198</sub> K <sub>256</sub>	40 т/га	47,76	47,35	46,51	48,20

Примечание: НСП05 = 3,20; НСП05 (А, С) = 0,65; НСП05 (В) = 0,46; НСП05 (D) = 0,57.



30 до 100 г) в среднем на 35,2–87,7 тыс. шт. с 1 га или, другими словами, продуктивность возрасла в 1,47–1,61 раза. Наибольшим этот показатель был при схеме посадки 75 × 19 см на фоне удобрений под урожай 40 т/га: у сорта Губернатор — 241,8, Невский — 326,7, Спиридон — 286,2, Тарасов — 290,4 и Балабай — 243,7 тыс. шт./га.

Математическая обработка данных показала, что сбор клубней семенной фракции с единицы площади в основном зависит от густоты посадки (вклад фактора — 65,9 %), в меньшей мере от сорта (21,4 %) и уровня минерального питания (10,5 %).

Исследования 2009–2011 гг. показали, что протравливание семенных клубней во время посадки сдерживало развитие *Rhizoctonia solani* в течение всего периода вегетации. Наблюдалось повышение полевой всхожести картофеля в сравнении с контролем у сорта Невский в среднем на 2,9–3,8 %, Спиридон — на 2,7–3,9 %, Тарасов — на 3,0–3,8 %, Балабай — на 3,9–6,3 %, увеличилась и 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 возрастала в варианте с препаратом ТМТД на 0,59–4,51, Максим — на 0,50–7,29, Престиж — на 1,18–4,57 тыс. кустов на 1 га.

Обработка семенных клубней защитно-стимулирующими препаратами существенно влияла на продуктивность картофеля. Использование фунгицида Максим увеличивало урожайность сорта Балабай на 4,94–8,92 т/га, Спиридон — 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. Препарат Престиж повышал урожай сорта Спиридон на 5,08–9,26 т/га, Тарасов — на 3,20–10,16 т/га, Балабай — на 5,71–8,15 т/га, Невский — на 2,76–8,56 т/га; ТМТД — на 4,13–9,00 т/га, 4,11–8,35 т/га, 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 (75 × 27 см) при этом составляло 36,4 %, 22,8 %, 32,4 и 38,3 % соответственно.

Многофакторный дисперсионный анализ показал, что урожайность картофеля в 2009–2011 гг. в значительной степени зависела от уровня питания (вклад фактора — 54,4 %), затем от протравливания семенного материала (19,9 %), густоты посадки (15,5 %) и генотипа (7,2 %). Значение сорта возрастало в условиях засухи 2010 года, когда генотип определял 23,4 % вариации урожайности. Выход клубней семенной фракции с 1 га главным образом зависел от густоты посадки (78,6 %) и сорта (13,4 %), в меньшей степени — от протравливания семенных клубней (4,1 %) и уровня минерального питания (0,4 %).

#### Выводы. Рекомендации.

Основными элементами получения программируемой урожайности картофеля 40 т клубней с 1 га в условиях лесостепной зоны Южного Урала являются: 1) возделывание адаптированных к местным условиям сортов; 2) применение сбалансированных доз минеральных удобрений, установленных расчетно-балансовым методом, на фоне запашки ярового рапса на сидерат; 3) оптимальная густота посадки в зависимости от цели производства; 4) протравливание семенных клубней. Оптимальные сочетания этих элементов обеспечивают получение программируемой урожайности продовольственного картофеля 40 т/га сортами Губернатор, Тарасов, Спиридон и Балабай при схеме посадки 75 × 24 см и наибольший выход клубней семенной фракции с 1 га — при схеме посадки 75 × 19 см.

Вариация урожайности картофеля в лесостепной зоне Южного Урала в значительной степени определялась уровнем сбалансированного минерального питания (вклад фактора — 42,7–54,4 %), густотой посадки (15,5–46,6 %), протравливанием семенного материала (19,9 %) и генотипом (7,2–8,0 %). Значение сорта возрастало в экстремальных условиях 2010 г., когда от выбора сорта зависело 17,0–23,4 % вариации урожайности в зависимости от опыта.

#### Литература

1. Андрианов А. Д., Андрианов Д. А., Алимбаев Ю. М. Предшественники и удобрение раннего картофеля // Картофель и овощи. 2005. № 1. С. 12.
2. Ганзин Г. А., Абазов А. Х., Киселев А. И. Сортовая агротехника. Картофель России : в 3 т. / под ред. А. В. Коршунова. Т. 2. М., 2003. С. 201–208.
3. Зыбалов В. С., Ляшко В. Ф. Экологически ориентированное управление плодородием почв в Челябинской области // Земледелие. 2010. № 8. С. 16–17.
4. Сердюков А. Е., Воловик А. С., Седова В. И., Пшеченков К. А. Протравливание семенного картофеля // Картофель и овощи. 1988. № 4. С. 45–47.
5. Васильев А. А. Результаты многофакторных исследований по картофелю в условиях лесостепной зоны Южного Урала // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 12. С. 32–35.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.

#### References

1. Andrianov A. D., Andrianov D. A., Alimbaev Yu. M. Predecessors and fertilizer of early potatoes // Potatoes and vegetables. 2005. № 1. P. 12.
2. Ganzin G. A., Abazov A. H., Kiselyov A. I. Varietal agrotechnology. Russian potatoes : in 3 vol. / ed. A. V. Korshunov. Vol. 2. M., 2003. P. 201–208.
3. Zybalov V. S., Ljashko V. F. Ecologically oriented management of soil fertility in the Chelyabinsk region // Agriculture. 2010. № 8. P. 16–17.
4. Serdyukov A. E., Volovik A. S., Sedova V. I., Pshechenkov K. A. Seed potatoes treatment // Potatoes and vegetables. 1988. № 4. P. 45–47.
5. Vasilyev A. A. Results of multi-factor researches on potatoes in the forest-steppe zone of the South Urals // Achievements in science and technology of AIC. 2012. № 12. P. 32–35.
6. Dospikhov B. A. Methods of field experience. M. : Agropromizdat, 1985. 351 p.