

Л.П. Евстратова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Л.А. Кузнецова, кандидат сельскохозяйственных наук
Е.В. Николаева, кандидат сельскохозяйственных наук

Лаборатория агротехнологий «Вилга» отдела комплексных научных исследований
Карельского научного центра Российской академии наук
РФ, 185506, Республика Карелия, Прионежский р-н, п. Новая Вилга, ул. Центральная, 12
E-mail: levstratova@yandex.ru

УДК 633.491

DOI: 10.30850/vrsn/2020/5/36-39

РОЛЬ СОРТА В РЕГИОНАЛЬНО АДАПТИВНОЙ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ*

В статье приведены результаты четырехлетнего изучения трех сортов картофеля разных групп спелости на 70, 80, 90-й день уборки урожая в условиях Карелии. Наибольшие урожайные показатели выявлены у раннеспелого сорта Пушкинец на первую дату уборки, среднераннего сорта Невский – вторую и третью даты. Максимальная урожайность среднеспелого сорта Петербургский получена в более поздние сроки. Определено достоверное влияние условий выращивания картофеля на количество, массу клубней с одного растения, урожайность, товарность и содержание крахмала. В отличие от факторов «сорт» и «сроки уборки» доля участия фактора «год» была максимальной и варьировала от 0,37 до 0,74. Установлена прямая зависимость содержания крахмала в клубнях от суммы среднесуточных температур воздуха за полевой сезон. Товарность, урожайность картофеля и количество крахмала в клубнях снижались с увеличением как суммы осадков за сезон, так и гидро-термического коэффициента (ГТК). Изученные сорта отличались неодинаковой адаптивностью к местным условиям: сорт Пушкинец характеризовался высокой экологической пластичностью, Петербургский – низкой, а сорт Невский отнесен к сортам интенсивного типа. При разработке ресурсосберегающей технологии возделывания картофеля в экстремальных условиях северного земледелия целесообразно использовать раннеспелые и среднеранние сорта с высокой адаптивной способностью.
Ключевые слова: картофель, сорт, адаптивность, урожайность, пластичность, стабильность.

L.P. Evstratova, *Grand PhD in Agricultural sciences, Professor*
L.A. Kuznetsova, *PhD in Agricultural sciences*
E.V. Nikolaeva, *PhD in Agricultural sciences*

Laboratory of agricultural technologies «Vilga», Department of Multidisciplinary Scientific Research
of the Karelian Research Centre Russian Academy of Sciences
RF, 185506, Respublika Kareliya, Prionezhskij r-n, p. Novaya Vilga, ul. Central'naya, 12
E-mail: levstratova@yandex.ru

THE ROLE OF THE VARIETY IN THE REGIONALLY ADAPTIVE RESOURCE-SAVING TECHNOLOGY OF POTATO CULTIVATION

The article presents the results of a 4-year study of three potato varieties of different maturity groups on the 70th, 80th and 90th days of harvesting in Karelia. At the same time, the highest yield indicators were found in the early-maturing variety Pushkinets on the first date of harvesting, the middle-early variety Nevsky – on the second and third dates. The maximum yield of the medium-ripened Peterburgsky variety was at a later date. The reliable influence of potato growing conditions on the number, mass of tubers per plant, yield, marketability and starch content was determined. In contrast to the “variety” and “harvest time” factors, the participation rate of the “year” factor was maximum and varied from 0.37 to 0.74. The direct dependence of the starch content in tubers on the sum of the average daily air temperatures for the field season is established. The marketability, yield of potatoes and the amount of starch in tubers decreased with an increase in both the amount of precipitation for the season and the complex indicator of hydrothermal characteristics (HTC). The studied varieties had different adaptability to local conditions: the Pushkinets variety was characterized by high ecological plasticity, the Peterburgsky variety – low, and the Nevsky variety was classified as an intensive type of variety. When developing a resource-saving technology for potato cultivation in extreme conditions of Northern agriculture, it is advisable to use early-maturing and medium-early varieties with high adaptive capacity.

Key words: potato, variety, adaptability, yield, plasticity, stability.

Получение высоких и стабильных урожаев картофеля возможно при совершенствовании технологии возделывания сортов с учетом их биологических особенностей. Кроме того, необходимо добиваться минимальных затрат природных, трудовых, материальных, энергетических и других ресурсов.

В фермерских и индивидуальных хозяйствах Республики Карелия широко используют инорайонные сорта картофеля с высокими вкусовыми ха-

рактеристиками, но чаще неадаптированные к местным условиям, что приводит к нестабильности урожая и снижению качества продукции. Известно, что эффективность выращивания культуры в значительной степени определяется температурно-влажностным режимом полевого сезона. В результате изучения влияния метеорологических условий на рост, развитие и урожайность картофеля выявлено, что в Карелии [6] продолжительность довсходового

* Работа выполнена согласно Государственному заданию № 075-01266-20-01/ The study was performed in accordance with State assignment № 075-01266-20-01.

периода в большей степени зависела от температуры воздуха (коэффициент корреляции $r = -0,6... -0,8$) и суммы осадков ($r = 0,5...0,8$), а прохождение межфазных периодов растений, особенно бутонизация – цветение и цветение – уборка – от суммы осадков ($r = 0,6...0,7$ и $0,5...0,7$ соответственно). В условиях избыточного увлажнения относительно засушливого периода вегетации растений отмечено большее снижение урожайности картофеля. Между температурой воздуха за весь полевой сезон и урожайностью культуры установлена от слабой до средней положительная связь. Различные сорта картофеля неодинаково реагировали на колебания комплекса метеорологических факторов: урожайность раннеспелого сорта *Изора* меньше всего зависела от суммы активных температур, а среднераннего *Невский* – количества осадков. [6]

Неустойчивая погода в течение полевого сезона влияет и на качественные показатели картофеля. При сочетании повышенной среднемесячной температуры воздуха и дефицита влаги содержание сухого вещества в клубнях было максимальным (до 26,9 %), а в условиях недостаточной теплообеспеченности и избыточного увлажнения – минимальным (15,5...19,3 %). Интенсивность накопления сухого вещества зависела также от сорта и сроков уборки урожая. Наибольшее содержание сухого вещества установлено у среднеранних сортов *Невский* (21,2 % на 90-й день), *Елизавета* (21,3 % на 100-й день) и среднеспелого *Нуда* (21,3 % на 80 – 90-й дни). [7] Полученные данные согласуются с выводами Н.И. Вавилова о том, что факторы внешней среды, несоответствующие адаптивному потенциалу сорта, вызывают расход большей части энергии не на формирование урожая и его качество, а на преодоление стрессов абиотической и биотической природы [1]. Поэтому, в картофелеводческих хозяйствах Республики Карелия целесообразно выращивать сорта картофеля, отличающиеся высокой адаптивностью к местным условиям.

Цель работы – изучить биологическую реакцию отдельных сортов в условиях флуктуации внешних факторов среды для разработки ресурсосберегающей технологии возделывания картофеля.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Накопление урожайности картофеля оценивали (*Пушкинец* – раннеспелый, *Невский* – среднеранний, *Петербургский* – среднеспелый) оценивали на базе лаборатории агротехнологий «Вилга» в южной части Республики согласно методике НИУ Северо-Западного научного центра. [5] Урожай учитывали на 70-, 80- и 90-й дни после посадки.

Почвы опытных полей по гранулометрическому составу – легкие суглинки с колебаниями реакции почвенной среды от сильнокислой до близкой к нейтральной (рН 4,4 – 5,9), содержание подвижного фосфора от высокого до очень высокого (P_2O_5 20,4 – 85,9 мг/100 г), обменного калия – от очень низкого до очень высокого (K_2O 3,2 – 41,2 мг/100 г).

На протяжении четырех лет полевые сезоны характеризовались сильной вариабельностью метеорологических показателей. Так, наиболее оптимальные погодные условия для роста, развития растений и урожайности картофеля складывались

в первый год. Дефицит влаги во второй полевой сезон негативно повлиял на продуктивность сортов. В условиях избыточной тепло- и влагообеспеченности третьего периода вегетации раннее распространение фитофтороза (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) на растениях вызвало снижение урожайности картофеля. Недостаточное количество тепла на фоне умеренного увлажнения четвертого года обусловили наименьший урожай культуры.

Влияние абиотических, биотических, антропогенных условий выращивания (фактор «год»), генотипа сорта («сорт») и сроков уборки урожая («срок уборки») на показатели продуктивности, товарности клубней, содержание в них крахмала определяли, используя многофакторный дисперсионный анализ. [2] Зависимость урожайности, качества клубней и их поражаемости в осенний период паршой обыкновенной (*Actinomyces scabies* Gussow.) и ризоктониозом (*Rhizoctonia solani* Kühn.) от некоторых метеорологических характеристик (сумма среднесуточных температур воздуха и количество осадков, гидротермический коэффициент – ГТК по Г.Т. Селянинову) устанавливали с применением корреляционного и регрессионного анализов. [2] Адаптивность изученных сортов оценивали по известной методике в модификации В.З. Пакудина, Л.М. Лопатиной. [8] Пластичность изучали по показателям урожайности картофеля – коэффициенту регрессии (b_1), стабильности – среднему квадратичному отклонению (S_i^2). Полученный экспериментальный материал обрабатывали статистически с использованием программного пакета Excel и компьютерной программы StatGraphics Centurion XV.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В северном регионе Российской Федерации раннее и равномерное поступление на локальный рынок продукции сортов картофеля с высокой адаптивной способностью к внешним условиям среды – один из значимых факторов конкурентоспособности продукции местного производства. По результатам оценки урожайности трех сортов в динамике установлено, что увеличение числа и массы клубней с одного растения зависело, в первую очередь, от скороспелости картофеля (табл. 1).

Таблица 1.
Динамика формирования урожая и накопления крахмала в клубнях картофеля (2014–2017)

Период от посадки до уборки, дн.	Продуктивность одного растения		Урожайность, т/га	Товарность, %	Содержание крахмала, %
	шт.	г			
<i>Пушкинец</i> (раннеспелый)					
70	10,3	337,1	13,8	70,7	8,4
80	10,4	395,7	16,2	71,3	9,3
90	11,2	453,9	18,5	79,1	11,3
<i>Невский</i> (среднеранний)					
70	8,1	293,8	12,0	71,8	8,2
80	10,6	491,7	20,1	73,8	9,3
90	11,3	562,7	23,0	83,0	9,8
<i>Петербургский</i> (среднеспелый)					
70	7,8	310,9	12,7	72,3	7,5
80	7,8	377,4	15,3	72,8	10,2
90	8,3	411,1	16,8	83,1	10,8

Таблица 2.
Влияние условий выращивания, сорта и сроков уборки картофеля на формирование урожая и качество клубней

Показатель	Фактор		
	«год»	«сорт»	«срок уборки»
Число клубней с одного растения			
F-ratio	10,88	10,86	2,72
p-value	0,0001*	0,0003*	0,0835
Доля влияния фактора	0,37	0,25	0,06
Масса клубней с одного растения			
F-ratio	54,53	4,14	15,90
p-value	0,0000*	0,0266*	0,0000*
Доля влияния фактора	0,71	0,04	0,14
Урожайность			
F-ratio	54,42	4,19	15,89
p-value	0,0000*	0,0256*	0,0000*
Доля влияния фактора	0,71	0,04	0,14
Товарность			
F-ratio	56,13	0,91	0,4148
p-value	0,0000*	0,4148	0,0001*
Доля влияния фактора	0,74	0,01	0,12
Содержание крахмала			
F-ratio	29,19	0,60	10,51
p-value	0,0000*	0,5552	0,0004*
Доля влияния фактора	0,64	0,01	0,15

* — существенное влияние фактора на показатели урожая и качества клубней; F-ratio — критерий достоверности; p-value — уровень значимости.

На первую дату уборки (70-й день) максимальные показатели урожая получены у раннеспелого сорта *Пушкинец*. Среднеранний *Невский* отличался наибольшими значениями продуктивности спустя 80 и 90 дн. после посадки. При этом урожайность его увеличилась по сравнению с 70-м днем в 1,7 и 1,9 раза соответственно. Несмотря на более позднее накопление урожая у среднеспелого сорта *Петербургский* показатели темпов формирования массы клубней аналогичны таковым сорта *Пушкинец* (соответственно в 1,2 и 1,4 раза относительно 70-го дня). В целом, с увеличением продолжительности периода вегетации растений повышалась

товарность клубней (в 1,1...1,2 раза) и крахмалистость — в 1,2...1,4 раза).

Результаты многофакторного дисперсионного анализа (табл. 2) выявили существенное воздействие условий выращивания на урожайные и качественные показатели картофеля. Влияние фактора «год» было максимальным — 0,37...0,74, а «сорт» — минимальным. Исключение составил показатель «число клубней с одного растения», что связано с генетическими особенностями сортового набора картофеля (в нашем случае сорт *Петербургский* достоверно отличался меньшим числом клубней по сравнению с другими изученными сортами). Сроки уборки урожая существенно повлияли на все анализируемые показатели (продуктивность, урожайность, товарность и содержание крахмала). Доля участия фактора «срок уборки» варьировала от 0,06 до 0,15.

По данным корреляционного и регрессионного анализов установлена прямая зависимость содержания крахмала в клубнях от суммы среднесуточных температур воздуха за полевой сезон (табл. 3). Для сортов *Пушкинец* и *Петербургский* эта связь — средняя, а для *Невского* — слабая. Такая реакция последнего на теплообеспеченность, вероятно, генетически детерминирована: согласно характеристике, представленной в Государственном реестре селекционных достижений РФ [9], содержание крахмала в клубнях этого сорта — 10...12 % против 15...18 и 13...16 % у сортов *Пушкинец* и *Петербургский* соответственно. Значения урожайности, товарности картофеля и содержания крахмала в клубнях снижались с увеличением как суммы осадков за сезон, так и комплексного показателя ГТК.

В результате фитопатологической оценки картофеля после уборки, установлено, что с увеличением количества осадков за полевой сезон на поверхности клубней снижалась распространенность симптомов парши обыкновенной (коэффициент корреляции $r = 0,90$ при $p\text{-value} = 0,001$). Поражаемость клубней ризоктониозом уменьшалась на фоне повышения суммы среднесуточных температур воздуха ($r = -0,65$ при $p\text{-value} = 0,05$).

Анализ экологической пластичности и стабильности по продуктивности и урожайности картофеля показал, что к окончательному сроку уборки выделился сорт *Пушкинец* (табл. 4). С учетом зна-

Таблица 3.
Влияние метеорологических показателей на некоторые характеристики урожая различных сортов картофеля

Фактор (y)	Зависимая переменная (x)	Сорт	Коэффициент корреляции	Уравнение регрессии
Сумма среднесуточных температур воздуха, °С	Содержание крахмала, %	<i>Пушкинец</i>	0,51	$y = 954,74 + 39,19 \cdot x$
		<i>Невский</i>	0,17	$y = 1213,92 + 13,21 \cdot x$
		<i>Петербургский</i>	0,49	$y = 1014,66 + 33,62 \cdot x$
Сумма осадков, мм	Товарность, %	<i>Пушкинец</i>	-0,65	$y = 754,55 - 7,00 \cdot x$
		<i>Невский</i>	-0,64	$y = 612,62 - 4,90 \cdot x$
		<i>Петербургский</i>	-0,58	$y = 631,82 - 5,16 \cdot x$
ГТК	Урожайность, т/га	<i>Пушкинец</i>	-0,39	$y = 2,44 - 0,042 \cdot x$
		<i>Невский</i>	-0,43	$y = 2,35 - 0,03 \cdot x$
		<i>Петербургский</i>	-0,31	$y = 2,18 - 0,03 \cdot x$
	Содержание крахмала, %	<i>Пушкинец</i>	-0,26	$y = 2,37 - 0,06 \cdot x$
		<i>Невский</i>	-0,56	$y = 3,01 - 0,14 \cdot x$
		<i>Петербургский</i>	-0,44	$y = 2,67 - 0,10 \cdot x$

Таблица 4.
Экологическая пластичность и стабильность сортов картофеля

Сорт	Продуктивность одного растения				Урожайность		Содержание крахмала	
	число клубней		масса клубня					
	b_1	S_1^2	b_1	S_1^2	b_1	S_1^2	b_1	S_1^2
<i>Пушкинец</i>	1,16	0,87	1,06	6,31	0,95	0,42	0,93	4,30
<i>Невский</i>	1,39	1,35	1,39	105,4	1,27	8,53	0,90	0,34
<i>Петербургский</i>	0,44	2,31	0,55	98,33	0,79	5,22	1,18	2,49

b_1 – коэффициент регрессии; S_1^2 – среднее квадратичное отклонение.

чения b_1 , равном или близком к единице [4], и S_1^2 , стремящемся к нулю [3], сорт высокопластичен: на плодородной почве его урожай увеличивается, а на низком агрофоне – незначительно снижается.

Сорт *Невский*, у которого коэффициент регрессии b_1 наибольший, относится к сортам интенсивного типа, хорошо отзываются на улучшение факторов среды, *Петербургский* характеризуется низкой экологической пластичностью, так как слабо реагирует на изменения погодных условий. Эти два сорта отличаются нестабильностью по вычисленным среднеквадратическим отклонениям S_1^2 .

Колебания условий выращивания наиболее сильно отразились на содержании крахмала в клубнях сорта *Петербургский*, *Невский* отличался наибольшей адаптивностью, *Пушкинец* – высокой пластичностью и нестабильностью.

Таким образом, на территории Республики Карелия с коротким вегетационным периодом растений при разработке ресурсосберегающей технологии выращивания картофеля целесообразно использовать сорта раннеспелой и среднеранней групп спелости, адаптированные к условиям северного земледелия, наиболее полно реализующие сортовой потенциал продуктивности. Сорт *Невский* как и другие сорта – интенсивного типа, хорошо реагирует на улучшение условий возделывания.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Вавилов, Н.И. Теоретические основы селекции растений / Н.И. Вавилов. – М.: Наука. – 1987. – С. 69–141.
2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Книга по требованию, 2012. – 352 с.
3. Кравченко, Р.В. Агробиологическое обоснование получения стабильных урожаев зерна кукурузы в условиях степной зоны Центрального Предкавказья: монография / Р.В. Кравченко. – Ставрополь, 2010. – 208 с.
4. Кундик, Т.М. Пластичность и стабильность урожайности сортов люпина желтого / Т.М. Кундик // Селекция и семеноводство полевых культур: сб. науч. тр. – Ч. 2. – Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2007. – С. 93–96.
5. Методические указания по выполнению научных исследований НИУ СЗНЦ по теме 17.01.03 РНТП «Агро Северо-Запад-2005» / Сост. С.М. Синицына, З.З. Евдокимова, Т.А. Данилова, Н.А. Стефанова. – СПб-Пушкин, 2002. – 16 с.

6. Николаева, Е.В. Влияние метеоусловий на урожай скороспелых сортов картофеля в Карелии / Е.В. Николаева. – Бюл. ВИР. – 2001. – Вып. 240. – С. 47–49.
7. Николаева, Е.В. Влияние сроков уборки на качество семенного материала картофеля в условиях Карелии / Е.В. Николаева, Л.П. Евстратова. – Вопросы картофелеводства: сб. науч. тр. по материалам науч.-практ. конф. / ВНИИКС, Россельхозакадемия, 2005. – С. 54–57.
8. Пакудин, В.З. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур / В.З. Пакудин, Л.М. Лопатина // Сельскохозяйственная биология. – 1984. – № 4. – С. 103–113.
9. Сорта растений, включенные в Государственный реестр селекционных достижений РФ, допущенных к использованию – Текст: электронный // Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений» (ФГБУ «Госсорткомиссия»): офиц. сайт. – [Москва]. – URL: <http://reestr.gossortrf.ru/reestr.html> (дата обращения: 21.02.2020).

LIST OF SOURCES

1. Vavilov, N.I. Teoreticheskie osnovy selekcii rastenij / N.I. Vavilov. – Moskva: Nauka. – 1987. – S. 69–141.
2. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) / B.A. Dospekhov. – M.: Kniga po trebovaniyu, 2012. – 352 s.
3. Kravchenko, R.V. Agrobiologicheskoe obosnovanie polucheniya stabil'nyh urozhayev zerna kukuruzy v usloviyah stepnoj zony Central'nogo Predkavkaz'ya: monografiya / R.V. Kravchenko. – Stavropol', 2010. – 208 s.
4. Kundik, T.M. Plastichnost' i stabil'nost' urozhajnosti sortov lyupina zheltogo / T.M. Kundik // Selekcija i semenovodstvo polevyh kul'tur: sb. nauch. tr. – Ch. 2. – Voronezh: FGOU VPO VGAI, 2007. – S. 93–96.
5. Metodicheskie ukazaniya po vypolneniyu nauchnyh issledovaniy NIU SZNC po teme 17.01.03 RNTP «Agro Severo-Zapad-2005» / Sost. S.M. Sinicyna, Z.Z. Evdokimova, T.A. Danilova, N.A. Stefanova. – SPb-Pushkin, 2002. – 16 s.
6. Nikolaeva, E.V. Vliyanie meteouсловий na urozhaj skorospelyh sortov kartofelya v Karelii / E.V. Nikolaeva. – Byul. VIR. – 2001. – Vyp. 240. – S. 47–49.
7. Nikolaeva, E.V. Vliyanie srokov uborki na kachestvo semennogo materiala kartofelya v usloviyah Karelii / E.V. Nikolaeva, L.P. Evstratova. – Voprosy kartofelevodstva: sb. nauch. tr. po materialam nauch.-prakt. konf. / VNIKKH, Rossel'hozakademiya, 2005. – S. 54–57.
8. Pakudin, V.Z. Ocenka ekologicheskoy plastichnosti i stabil'nosti sortov sel'skohozyajstvennyh kul'tur / V.Z. Pakudin, L.M. Lopatina // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. – 1984. – № 4. – S. 103–113.
9. Sorta rastenij, vkluchennye v Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij RF, dopushchennyh k ispol'zovaniyu – Tekst: elektronnyj // Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe uchrezhdenie «Gosudarstvennaya komissiya Rossijskoj Federacii po ispytaniyu i ohrane selekcionnyh dostizhenij» (FGBU «Gossortkomissiya»): ofic. sajт. – [Moskva]. – URL: <http://reestr.gossortrf.ru/reestr.html> (data obrashcheniya: 21.02.2020).