

## ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ (ГОЛЛАНДСКОЙ) ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ В НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЕ РОССИИ

Ю.А. Мажайский<sup>1,3</sup>, А.В. Шуравилин<sup>2</sup>, доктора сельскохозяйственных наук,  
Е.А. Пивень<sup>2</sup>, Н.П. Пивень<sup>2</sup>, кандидаты медицинских наук,  
О.В. Черникова<sup>3</sup>, кандидат биологических наук

<sup>1</sup>Мецкерский филиал Всероссийского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова,  
390021, Рязань, ул. Мецкерская, 1А

<sup>2</sup>Российский университет дружбы народов,  
117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6

<sup>3</sup>Академия права и управления Федеральной службы исполнения наказаний,  
390036, Рязань, ул. Сенная, 1  
E-mail:chernikova\_olga@inbox.ru

*Исследования проведены на серых лесных почвах предприятия «Агрико-Евразия» Воскресенского района Московской области в 2015-2017 гг. с целью обоснования адаптивной промышленной (голландской) технологии возделывания картофеля в зависимости от вносимых удобрений и сортовых особенностей. Изучение ростовых процессов картофеля показало, что при применении промышленной технологии фазы развития у растений наступают раньше на 3-8 дней, чем в условиях традиционной технологии. Более раннее их наступление отмечено в вариантах 10 (сорт Аризона) и 14 (сорт Роко) с использованием промышленной технологии и дополнительным к фону внесением сульфата калия в период посадки. Самая высокая урожайность изучаемых сортов получена при их возделывании по промышленной технологии с дополнительным внесением к фону ( $N_{120}P_{90}K_{120}$  д.в.) сульфата калия в дозе 60 кг д.в./га в период посадки. Дана оценка качеству клубней картофеля по его биохимическому составу, содержанию тяжелых металлов и нитратов. Отмечено, что наиболее высокие показатели качества картофеля были при использовании промышленной технологии с дополнительным к фону внесением сульфата калия в дозе 60 кг д.в./га в период посадки.*

## JUSTIFICATION OF THE USE OF INDUSTRIAL (DUTCH) TECHNOLOGY OF POTATO CULTIVATION IN THE NON-CHERNOZEM ZONE OF RUSSIA

Mazhaisky Yu.A.<sup>1,3</sup>, Shuravilin A.V.<sup>2</sup>, Piven E.A.<sup>2</sup>, Piven N.P.<sup>2</sup>,  
Chernikova O.V.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Meschersky branch of the All-Russian Scientific Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation A.N. Kostyakova,  
390021, Ryazan, ul. Meshcherskaya, 1A

<sup>2</sup>Russian University of Friendship of Peoples,  
117198, Moskva, ul. Miklucho-Maclaya, 6

<sup>3</sup>Academy of law management of the federal penal service of Russia,  
390036, Ryazan, ul. Sennaya, 1  
E-mail:chernikova\_olga@inbox.ru

*The studies were conducted on gray forest soils of LLC "Agriko-Eurasia" of the Voskresensky district of the Moscow region in 2015-2017. in order to substantiate the adaptive industrial (Dutch) technology of potato cultivation, depending on the fertilizers and varietal characteristics. The study of the growth processes of potatoes showed that when applying industrial technology, the development phases came 3-8 days earlier compared to traditional technology. Their earlier offensive was noted on variants 10 (Arizona grade) and 14 (Roco grade) with the use of industrial technology and the addition of potassium sulfate to the background during the planting period. Studies have shown that the highest yields of the studied potato varieties were obtained when it was cultivated by industrial technology with additional addition to the background ( $N_{120}P_{90}K_{120}$ ) of potassium sulphate during planting at a dose of 60 kg/ha ae. An assessment of the quality of potato tubers according to its biochemical composition, content of heavy metals and nitrates is given. It has been established that the highest quality indicators of potatoes are obtained when applying industrial technology with the addition of potassium sulfate in addition to the background at a dose of 60kg / ha during the landing period.*

**Ключевые слова:** Московская область, серые лесные почвы, технология выращивания картофеля, дозы минеральных удобрений, сухая биомасса, урожайность, биохимический состав клубней, тяжелые металлы, нитраты

**Key words:** Moscow region, gray forest soils, potato growing technology, doses of mineral fertilizers, dry biomass, yield, biochemical composition of tubers, heavy metals, nitrates

В условиях Московской области урожайность картофеля значительно ниже реально возможного уровня, что связано с невысоким почвенным плодородием и особенностями экологической обстановки. При этом возникает необходимость внедрения прогрессивных технологий возделывания этой культуры [1-3] с учетом оптимизации внесения минеральных удобрений

и использования районированных высокоурожайных сортов. Для решения задачи проведены комплексные исследования промышленной (голландской) технологии, которая заметно отличается от традиционной прежде всего особенностями посадки картофеля, комплексностью машин и совмещением ряда технологических операций. Возделывание районированных сортов

картофеля по промышленной технологии включает оптимизацию обработки почвы, системы удобрений с учетом биологических потребностей растений, что существенно влияет на урожайность культуры и качество клубней.

В литературе есть много работ по этому вопросу [4-11], в которых показано преимущество промышленной технологии по сравнению с традиционной. В ряде исследований [12-17] отмечено положительное влияние калийных удобрений на повышение урожайности картофеля при использовании высокоурожайных районированных сортов. Однако такие важные вопросы, как влияние удобрений на урожайность и качественные показатели картофеля в зависимости от технологии его возделывания и использования районированных сортов до настоящего времени не изучены. В связи с этим целью настоящей работы была сравнительная оценка влияния технологии возделывания, удобрений и районированных высокоурожайных сортов на урожайность, биохимический состав картофеля, содержание тяжелых металлов и нитратов в продукции.

**Методика.** Исследования проводили на землях предприятия «Агрико-Евразия» Воскресенского района Московской области в 2015-2017 гг. Вегетационный период 2015 г. был умеренно теплым, а по осадкам близким к многолетним данным, в 2016 г. – относительно теплым и влажным, в 2017 г. – холодным и влажным. Почва опытного участка – светло-серая лесная среднесуглинистая, характеризуется благоприятными агрофизическими и агрохимическими свойствами. В слое почвы 0-30 см плотность сложения составляет 1,29 г/см<sup>3</sup>, пористость – 51,3%, наименьшая влагоемкость – 23,1%, содержание гумуса – 3,2%, содержание подвижного фосфора и калия – соответственно 22 и 19 мг/100 г, рН<sub>KCl</sub> 5,8. Концентрация высоко опасных тяжелых металлов цинка и свинца и умеренно опасных меди и никеля по шкале экологического нормирования по подвижным формам находится значительно ниже ориентировочно допустимой концентрации (ОДК).

Для сравнительной оценки эффективности традиционной и промышленной (голландской) технологии возделывания были выбраны два перспективных ранеспелых сорта картофеля зарубежной селекции Аризона и Роко. Сорт Аризона – столового назначения, с достаточно высокой товарной урожайностью – 220-400 ц/га, массой товарного клубня – 112-150 г; устойчив к болезням (средне – по ботве и относительно – по клубням), с хорошим вкусом, товарностью 88-97% и лежкостью (качество хранящихся клубней) 95%. Сорт Роко относится к высокоурожайным сортам, до 400 ц/га, масса товарного клубня – 100-120 г. Показатель товарности составляет более 95%, лежкости – 89%, отличная устойчивость к различным заболеваниям.

Посадку картофеля проводили с междурядьями 0,7 м, в ряду – с расстоянием 0,25 м. Трехфакторный мелкоделяночный полевой опыт заложен по методике Б.А. Доспехова с использованием традиционной и промышленной технологии возделывания картофеля и калийных удобрений при посадке и в качестве подкормок (табл. 1). Во всех вариантах удобрения N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>120</sub> д.в. вносили как основной фон. Повторность опыта – 4-кратная. Размер каждой делянки составлял 28 м<sup>2</sup>. Расположение повторностей рендомизированное. Агрофизические свойства почв исследовали по общепринятым методикам. Кислотный показатель определяли потенциометрическим методом, содержание P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O – по Кирсанову, гумус – по Тюрину, тяжелых ме-

Табл. 1. Схема трехфакторного мелкоделяночного полевого опыта

Вариант	Технология (фактор А)	Удобрения, срок и доза их внесения, кг/га (фактор В)	Сорт картофеля (фактор С)		
1 – контроль	Традиционная	При посадке N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> – фон	Аризона		
2		Фон + K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> при посадке – 131 кг/га или 60 кг д.в./га			
3		Фон + K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> при подкормке – 66 или 30 кг д.в./га			
4		Фон + KCl при подкормке – 50 или 30 кг д.в./га			
5 – контроль		Промышленная		При посадке N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> – фон	Роко
6				Фон + K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> при посадке – 131 кг д.в./га	
7				Фон + K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> при подкормке – 66 или 30 кг д.в./га	
8				Фон + KCl при подкормке – 50 или 30 кг д.в./га	
9 – контроль	Промышленная		При посадке N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> – фон	Аризона	
10			Фон + K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> при посадке – 131 кг д.в./га		
11			Фон + K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> при подкормке – 66 или 30 кг д.в./га		
12			Фон + KCl при подкормке – 50 или 30 кг д.в./га		
13 – контроль		Промышленная	При посадке N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> – фон		Роко
14			Фон + K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> при посадке – 131 кг д.в./га		
15			Фон + K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> при подкормке – 66 или 30 кг д.в./га		
16			Фон + KCl при подкормке – 50 кг д.в./га		

таллов в клубнях – методом рентгенофлуоресцентного анализа на спектрометре «РЕСПЕКТ» (Россия).

Площадь листьев определяли весовым методом с помощью высечек, урожайность клубней картофеля – весовым методом. Биохимический анализ клубней проводили следующими методами: содержание сухого вещества – методом высушивания, витамина С (аскорбиновая кислота) – по Мурри, крахмала – по удельной массе, белка – по Кьельдалю, содержание тяжелых металлов в клубнях – атомно-абсорбционным методом, нитратов – по ГОСТ 29270-95. Картофель возделывали по зональной традиционной и промышленной технологиям.

**Результаты и обсуждение.** Фазы развития растений картофеля заметно изменялись в зависимости от технологии возделывания и сортовых особенностей. Так, при выращивании картофеля по промышленной технологии фазы развития наступали раньше на 3-8 дней, чем при традиционной технологии. В вариантах с дополнительным внесением 60 кг д.в./га K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> при посадке наступление и прохождение фаз отмечали на 1-2 дня раньше, чем на общем фоне удобрений. В целом период вегетации картофеля от посадки до полного увядания ботвы у сорта Аризона составлял 90-96 дней при использовании традиционной технологии и 82-85 дней – при промышленной технологии. У сорта Роко

Табл. 2. Урожайность (т/га) клубней картофеля двух сортов за годы исследований (фактор А – технология возделывания картофеля, фактор В – минеральные удобрения)

Вариант	Год исследований			Среднее за три года, т/га	Отклонение от контроля	
	2015	2016	2017		т/га	%
<b>Сорт Аризона</b>						
1(К)	30,24	25,56	25,65	27,15	-	100
2	37,96	32,27	33,12	34,45	7,30	126,9
3	35,50	30,89	31,14	32,51	5,36	119,7
4	32,74	28,46	28,65	29,95	2,8	110,3
9	38,87	34,93	35,94	36,58	9,43	134,7
10	43,57	40,84	41,89	42,10	14,95	155,1
11	41,84	37,94	39,17	39,65	12,5	146,0
12	40,13	36,88	31,71	38,24	11,09	140,9
НСР <sub>05</sub> фактор А	7,64	6,72	6,31	7,19	-	-
НСР <sub>05</sub> Фактор В	3,27	2,94	3,72	3,71	-	-
<b>Сорт Роко</b>						
5(К)	28,96	25,02	26,24	26,74	-	100
6	35,59	31,67	32,43	33,23	6,49	124,3
7	32,65	28,45	30,43	30,51	3,77	114,1
8	29,94	26,24	27,10	27,76	1,02	103,8
13	37,88	34,24	35,08	35,73	5,99	122,4
14	43,19	39,66	40,30	41,05	14,3	153,5
15	40,65	37,24	38,63	38,84	12,1	145,3
16	39,58	35,88	36,92	37,46	10,72	140,1
НСР <sub>05</sub> фактор А	6,87	6,13	5,96	6,92	-	-
фактор В	3,14	2,73	3,41	3,58	-	-

продолжительность вегетации картофеля увеличивалась в среднем на 9-13 дней и составляла 100-105 дней и 92-98 дней соответственно при традиционной и промышленной технологии. Наименьшую продолжительность периода от посадки до фазы полного увядания ботвы наблюдали в вариантах 10 и 14, где картофель выращивали по промышленной технологии, а в период посадки дополнительно вносили сульфат калия. В этих вариантах продолжительность вегетации составляла 83 дня у сорта Аризона и 94 дня у сорта Роко.

Урожайность картофеля зависела от удобрений, технологии возделывания и сорта. За 3 года исследований выявлено, что дополнительное внесение к фону 60 кг д.в./га  $K_2SO_4$  при посадке обеспечивает большую прибавку урожая как при традиционной технологии выращивания картофеля (у сорта Аризона – 2,8-7,3 т/га,

сорта Роко – 1,02-6,49 т/га), так и при промышленной (соответственно 9,43-14,95 и 5,99-14,3 т/га). Однако следует отметить, что промышленная технология способствовала получению более высокой урожайности, чем традиционная, во все годы исследований (табл. 2). Так, прибавка урожая в сравнении с контрольным вариантом картофеля сорта Аризона составила 14,95 т/га (55,1%), у сорта Роко – 14,3 т/га (53,5%). В целом у возделываемых сортов урожайность была примерно одинаковой, но отмечена тенденция ее роста у сорта Аризона.

Качество продукции определяли по содержанию сухого вещества, белка, крахмала и витамина С (табл. 3). Из-за лучших условий произрастания содержание сухого вещества и качество клубней картофеля сорта Аризона, возделываемого по промышленной

**Табл. 3. Биохимический состав клубней картофеля двух сортов (в среднем за 3 года)**

Вариант	Сухое вещество, %	Белок (сырой протеин), %	Крахмал, %	Витамин С, мг%
1 (К)	26,0	1,7	15,0	19,4
2	26,0	1,9	15,6	21,0
3	26,0	1,8	15,3	20,6
4	25,8	1,8	14,0	19,6
5(К)	25,3	1,9	15,2	19,4
6	25,8	1,8	15,3	19,8
7	26,0	1,9	15,4	19,5
8	25,2	1,8	14,0	19,5
9(К)	26,8	1,9	16,2	21,0
10	28,3	2,2	16,6	23,3
11	27,8	2,0	15,9	22,0
12	27,1	2,0	15,0	22,0
13(К)	26,6	1,9	16,0	21,3
14	27,9	1,9	16,2	21,9
15	27,5	1,9	16,1	21,8
16	26,8	1,8	15,1	21,4

технологии +фон+K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> при посадке оказались значительно выше исследуемых показателей в аналогичном варианте при выращивании картофеля по традиционной технологии. Отмечено снижение содержания в клубнях крахмала при внесении калийного хлорсодержащего удобрения в обеих технологиях в среднем до 14,5%.

При оценке технологического достоинства клубней важно знать не только количество крахмала в них, но и размер крахмальных зерен. Наибольшее количество крупных и средних крахмальных зерен в клубнях выявлено при выращивании картофеля по промышленной технологии и дополнительном внесении к фону сульфата калия в период посадки, что обнаружено под микроскопом.

Для получения экологически чистой продукции необходимо изучить наличие в клубнях тяжелых металлов и нитратов (табл. 4). Сравнительный анализ показал, что при традиционной технологии содержание нитратов в клубнях в среднем было выше на 25% по отношению к промышленной технологии. При этом следует отметить, что при предельно допустимой концентрации (ПДК) нитратов в клубнях картофеля 250 мг/кг их содержание было значительно ниже (не более 47% от ПДК).

Наиболее низкое содержание нитратов отмечено в вариантах 9 и 13 при промышленной технологии, где при посадке в качестве фона использовали только минеральные удобрения, без внесения дополнительных веществ – 80,5 мг/кг. Концентрация нитратов в клубнях картофеля при его возделывании по промышленной технологии и дополнительном внесении к фону сульфата калия была несколько выше – в среднем

**Табл. 4. Содержание (мг/кг) тяжелых металлов и нитратов в клубнях картофеля двух сортов (в среднем за 3 года)**

Вариант	Cu	Zn	Ni	Pb	Нитраты
1(К)	2,2±0,09	5,8±0,03	0,22±0,01	0,38±0,02	96,9±4,9
2	2,6±0,013	5,2±0,03	0,22±0,01	0,40±0,02	110,0±5,5
3	1,5±0,08	5,8±0,04	0,23±0,02	0,30±0,01	111,0±5,5
4	2,4±0,012	6,8±0,02	0,21±0,01	0,32±0,02	110,85,5
5(К)	2,3±0,012	4,4±0,02	0,21±0,01	0,34±0,03	98,0±4,9
6	2,8±0,013	3,5±0,02	0,22±0,01	0,33±0,02	110,0±5,4
7	2,8±0,014	2,8±0,01	0,22±0,01	0,33±0,02	111,1±5,7
8	1,8±0,09	2,8±0,01	0,25±0,03	0,36±0,03	111,2±5,7
9(К)	2,2±0,011	2,7±0,01	0,22±0,01	0,32±0,02	80,5±4,0
10	2,0±0,01	4,6±0,02	0,25±0,04	0,33±0,02	82,7±4,1
11	1,8±0,09	4,8±0,02	0,21±0,01	0,32±0,01	83,4±4,2
12	1,5±0,07	4,7±0,03	0,18±0,01	0,38±0,04	85,0±4,3
13(К)	1,9±0,06	4,8±0,05	0,24±0,03	0,36±0,03	80,5±7,3
14	1,3±0,08	2,2±0,01	0,19±0,01	0,38±0,03	84,0±4,2
15	1,7±0,05	2,6±0,01	0,18±0,01	0,36±0,05	84,7±4,2
16	1,8±0,08	3,8±0,01	0,21±0,02	0,35±0,02	85,1±4,3
ПДК	5,0	10,0	0,3	0,5	ПДК – 250

82,7 мг/кг. Содержание тяжелых металлов не превышало предельно допустимых концентраций; так, Cu в среднем было меньше на 64,5%, Zn – на 62,3%, Ni – на 31%, Pb – на 30%. Ряд тяжелых металлов по убыванию имеет вид: Cu>Zn>Ni>Pb, что связано с наличием в почве подвижных, но неусвояемых для растений форм.

Таким образом, промышленная (голландская) технология выращивания картофеля служит высокоэффективным агрономическим приемом, который улучшает экологическую обстановку и обеспечивает благоприятные условия произрастания растений, а также получение более высокой урожайности, улучшение структуры урожая и качества картофеля по сравнению с традиционной технологией за счет гребневой посадки и более быстрого смыкания растений.

Дополнительное внесение сульфата калия при посадке в дозе 60 кг/га д.в. на фоне  $N_{120}P_{90}K_{120}$  д.в. при промышленной технологии повышает ростовые процессы, биомассу растений, урожайность картофеля, улучшает качественные показатели в сравнении с традиционной технологией. Возделываемые сорта Аризона и Роко по основным показателям продуктивности и качества клубней существенно не различались.

#### Литература

1. Амплеева Л.Е., Черникова О.В. Пищевая ценность картофеля при использовании различных форм селена // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: Материалы Национальной научно-практической конференции 22 ноября 2018 года. – Рязань: Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2019. – Ч. 2. – С. 357–362.
2. Chernikova O., Mazhayskiy Yu., Ampleeva L. Selenium in nanosized form as an alternative to microfertilizers // *Agronomy Research*. – 2019. – 17(S1). – P. 974–981.
3. Савина О.В., Питюрина И.С. Потребительская оценка сортов картофеля, районированных в Рязанской области // III Международный пенитенциарный форум «Преступление, наказание, исправление» (к 20-летию вступления в силу Уголовно-исполнительного кодекса Российской Федерации). Сб. тезисов выступлений и докладов участников Международной научно-практической конференции. Академия ФСИН России. – Рязань: Академия ФСИН России, 2017. – С. 235-240.
4. Васьюк В.Т., Оболоник Н.В. Технологии возделывания картофеля в условиях Нечерноземной зоны РФ. – С.-Пб.: ПрофИнформ., 2004. – 224 с.
5. Замотаев А.И. Индустриальная технология производства картофеля. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 239 с.
6. Ивенин В.В., Ивенин А.В., Строкин В.Л., Новосадов А.А. Картофель: адаптация голландской технологии в Волго-Вятском районе // *Картофель и овощи*. – 2016. – №12. – С. 26-28.
7. Козлов В.В. Сравнительная оценка технологий возделывания картофеля в условиях Верхневолжья: Дисс. на соиск. уч. ст. к. с.х. наук. Спец. 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство. – Тверь, 2017. – 164 с.
8. Симаков Е.А., Старовойтов В.И., Анисимов Б.В. и др. *Индустрия картофеля (справочник)*. – М.: ВНИИКХ, 2013. – 272 с.
9. Бубер А.А. Статистический анализ влияния факторов влажности и уровня минерального питания на урожайность раннего картофеля // *Экологические аспекты мелиорации, гидротехники и водного хозяйства АПК Матер. международной научно-практической конференции*, 2017. – С. 53-56.
10. Максименко В.П., Волчкова Т.Л., Меньшикова С.А. Повышение урожайности картофеля при использовании удобрения-мелиоранта на полимерной основе // *Плодородие*, – 2015. – № 4 (85). – С. 39-41.
11. Бубер А.А., Бородычев В.В. Разработка динамической модели формирования урожая «Potato» // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. – 2018. – № 2 (50). – С. 170-180.
12. Бутов А.В., Боева О.Ю. Тяжелые металлы и нитраты в клубнях картофеля в Черноземной лесостепи // *Достижения науки и техники в АПК*. – 2013. – №8. – С. 16-18.
13. Власенко Н.Е. Удобрение картофеля. – М.: Агропромиздат, 1987. – 219 с.
14. Ивенин В.В., Ивенин В.В. Агротехнические особенности выращивания картофеля. – С.-Пб.-М.-Краснодар: Лань, 2015. – 336 с.
15. Ильин А.Н., Васильев О.А., Ильина Т.А. Влияние ресурсосберегающей технологии на плодородие серой лесной почвы // *Аграрный научный журнал*. -- 2015. – № 7. – С. 18–22.
16. Мингалев С.К., Касимова Н.В., Лаптев В.Р. Урожайность и качество клубней картофеля разных групп скороспелости в зависимости от приемов технологии возделывания в условиях Среднего Урала // *Аграрный вестник Урала*. – 2010. – № 5. – С.41-44.
17. Титова В.И., Чудоквасов А.А. Влияние удобрений и комплекса защитных мероприятий на урожайность и качество клубней разных сортов картофеля // *Российская сельскохозяйственная наука*. – 2018. – №6. – С.9 – 12.

Поступила в редакцию 29.07.19

После доработки 10.09.19

Принята к публикации 15.10.19