

УДК 635.21:631.5

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО КАРТОФЕЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ

Н. М. ЛИЧКО, В. В. ЛАТУШКНН, О. В. КРЫЛОВА

(Кафедра технологии хранения и переработки с.-х. продуктов)

Приводятся данные о влиянии условий выращивания картофеля (окультуренности почвы, системы защиты и удобрения, известкования, севооборота) на урожайность, потребительские свойства клубней (содержание сухого вещества, крахмала, аскорбиновой кислоты, редуцирующих сахаров).

Потребление средней нормы вареного картофеля (300 г в день) обеспечивает суточную потребность человека в углеводах, фосфоре и витамине В₂ на 10—12%, в аминокислотах — на 30—40%, в витамине С — на 40—50%, в витамине В, — на 20—25%, в калии — на 55—60%, в кальции и железе — на 25—30%, в каротине — на 1—2% [9].

Потребительские свойства картофеля в значительной степени зависят от содержания в нем сухого вещества, крахмала, аскорбиновой кислоTM. Биохимический состав клубней определяется метеорологическими и почвенными условиями, технологией возделывания, качеством посадочного материала, системой удобрений, мерами защиты растений и другими факторами. Накопление сухого вещества и крахмала ряд авторов связывают с наследственными особенностями сорта. В зависимости от сорта в клубнях

содержатся от 15 до 35% сухого вещества, в том числе крахмала — 17—29%. Позднеспелые сорта накапливают сухого вещества и крахмала больше, чем раннеспелые [7].

Содержание сухого вещества, крахмала тесным образом связано со степенью зрелости клубней, поэтому очень важно выявить условия, в которых картофель быстрее созревает.

Многие авторы считают, что более лежкоспособная, хорошо вызревшая продукция с высокими потребительскими свойствами формируется в теплые, солнечные, умеренно засушливые годы на легких окультуренных почвах, достаточно обеспеченных элементами питания.

Наиболее существенное влияние на биохимический состав и степень зрелости клубней оказывают удобрения. По мнению многих исследователей, азотные удобрения снижают потребительские

свойства картофеля, особенно в дозах, превышающих 100—120 кг на 1 га. При высоких дозах удобрений вегетационный период растений картофеля удлиняется на 15—20 дней и клубни хуже вызревают [6].

Фосфорные удобрения, по данным ряда исследователей, благоприятно влияют на биохимический состав клубней. Калийные бесхлорные удобрения улучшают качественные показатели картофеля, хлорсодержащие ухудшают.

Отрицательное влияние на содержание сухого вещества и крахмала усиливается при внесении высоких доз минеральных удобрений, если не соблюдать оптимальные соотношения между отдельными элементами питания. Для дерново-подзолистых почв Нечерноземной зоны РФ при низких дозах азота (до 90 кг/га) оптимальным соотношением N:P:K является 1:1,2-1,5:1,2-1,6 и при высоких — 1:1,2-1,5:1,4-1,8 [3]. При совместном применении органических и минеральных удобрений снижается содержание сухого вещества, но в меньшей степени [4]. Умеренные дозы органических удобрений повышают крахмалистость, высокие дозы, особенно жидкого навоза, — снижают.

Неблагоприятное воздействие удобрений снижает применение извести [8]. Севооборот не оказывает существенного влияния на содержание сухого вещества [2].

Таким образом, анализ литературных данных показывает, что потребительские свойства клубней картофеля, его сохраняемость зависят от взаимодействия множества факторов в агроэко-

ме. Однако данных, о комплексном воздействии факторов на качественные показатели картофеля в литературе очень мало. Имеющиеся сведения часто противоречивы. В связи с этим требуются дальнейшие исследования влияния различных систем защиты и удобрений на качество и лежкоспособность продукции. Особый интерес представляет изучение влияния органической системы удобрений и систем с минимальным использованием минеральных удобрений, поскольку современное экологическое состояние не позволяет в дальнейшем наращивать применение средств химизации сельского хозяйства.

На кафедре технологии хранения и переработки сельскохозяйственных продуктов ТСХА эти вопросы изучаются с 1991 г. Наши исследования проводились в 1991—1994 гг. в учхозе «Михайловское» Подольского района Московской области и в 1997—1998 гг. — на опыте Прянишникова в г. Москве. Оба опыта многолетние и многофакторные.

Методика

В первом опыте изучали влияние уровня окультуренности почвы, систем защиты и удобрений на урожайность, выход стандартных клубней, потери при хранении, содержание в клубнях крахмала, аскорбиновой кислоты и нитратов. На почвах низкого, среднего и высокого уровня окультуренности применялись 3 системы удобрений:

I — органическая система удобрений. Восстановление плодородия почвы только за счет внесения органических удобрений

и небольших стартовых доз минеральных удобрений (на почвах низкого уровня окультуренности вносили 78 т навоза на 1 га, высокого — 38 т/га, среднего — удобрения не вносили);

И — простое воспроизводство оптимальной технологической модели. Плодородие почвы восстанавливается за счет внесения органических и минеральных удобрений, дозы которых рассчитывали исходя из выноса питательных веществ (на почвах низкого уровня окультуренности в расчете на 1 га вносили 18 т навоза и 28N20P, среднего — 85N30P199K, высокого — 38 т навоза и 78N27P100K);

III — расширенное воспроизводство. Плодородие почвы увеличивается по сравнению с исходным уровнем. На почвах низкого уровня окультуренности вносили 100 т/га навоза и 50N78P91K, среднего — 80 т навоза и 25N120P51K, высокого — 150 т навоза и 50P.

Повторность 3-кратная.

В этом опыте изучали 2 системы защиты растений: интегрированную (использовали аq)OTexHиические и химические средства) и биотехнологическую (химические средства не применяли).

Во втором опыте изучали влияние севооборота, известкования и удобрений на содержание в клубнях сухого вещества, крахмала, аскорбиновой кислоты, редуцирующих сахаров.

За годы проведения опыта с 1912 г. изменилась степень окультуренности почвы. При длительном внесении полного минерального удобрения и совместном применении органических и мине-

ральных удобрений плодородие почвы увеличилось до средней и высокой степени окультуренности. При одностороннем внесении удобрений и на контроле без удобрений окультуренность почв осталась низкой. Удобрения применяли в дозах 100N150P120K и 20 т навоза на 1 га.

Исследования проводились на сорте Невский. Содержание в клубнях сухих веществ определяли методом высушивания образца до постоянной массы, крахмала — по удельному весу, аскорбиновой кислоты — по Мурри, редуцирующих сахаров — цианидным методом.

В годы проведения исследований были различные метеорологические условия: 1991 г. — теплый, с большим количеством осадков; 1992 г. — засуха в июле-сентябре; 1993 г. — засушливая погода в мае, затем холодная и дождливая до конца вегетационного периода; 1994 г. — погодные условия были близки к средним многолетним для Московской области; 1997 г. — температура на уровне средней многолетней, засуха в июле; 1998 г. — температура выше средней многолетней, обилие осадков в июле-августе.

Результаты

В первом опыте наибольшая урожайность картофеля и максимальный выход стандартных клубней получены на почвах среднего уровня окультуренности при простом и расширенном воспроизводстве плодородия (табл. 1).

На почвах высокого уровня окультуренности удлинялся вегетационный период растений,

Таблица 1

Урожайность, выход стандартных клубней, содержание в клубнях крахмала, аскорбиновой кислоты и нитратов (в среднем за 1991—1994 гг.)

Уровень окультуренности почвы	Система удобрений	Урожайность, т/га	Выход стандартных клубней, %	Содержание в клубнях			
				крахмала, %	сухого в-ва, %	аскорбиновой кислоты, мг/100 г	нитратов, мг/кг
<i>Интегрированная система защиты</i>							
Низкий	I	13,4	65,6	14,1	21,5	15,3	60,9
	II	16,4	73,4	12,6	19,9	14,5	65,4
	III	11,0	63,3	11,9	19,0	12,1	97,0
Средний	I	16,0	73,2	13,5	20,9	14,2	70,5
	II	16,0	75,6	12,2	19,7	13,7	79,0
	III	18,5	82,3	12,6	19,9	12,9	86,3
Высокий	I	13,8	70,7	12,7	20,1	14,4	81,7
	II	15,4	81,3	13,0	20,2	13,4	78,8
	III	15,5	80,7	12,8	20,1	11,6	113,4
<i>Биотехнологическая система защиты</i>							
Низкий	I	14,9	69,3	16,0	23,4	17,0	58,4
	II	16,0	75,4	15,6	23,1	14,6	59,1
	III	11,5	63,8	14,6	21,7	13,2	95,7
Средний	I	15,4	74,5	15,0	22,4	15,2	68,2
	II	17,5	77,9	14,7	21,3	14,4	74,4
	III	19,3	82,5	14,1	21,5	13,8	83,4
Высокий	I	14,9	74,3	15,2	22,5	14,8	75,5
	II	15,2	83,1	14,3	21,7	14,2	76,9
	III	17,8	82,4	13,8	21,3	13,3	100,6
НСР₀₅:							
уровень окультуренной почвы		2,53	5,74	0,34	0,91	0,34	9,65
система удобрений		2,62	4,91	0,35	0,95	0,35	8,91
система защиты		3,12	4,06	0,40	1,08	0,40	10,25

клубни плохо вызревали, потенциальная продуктивность не реализовалась. Явно отрицательное влияние на растения картофеля оказали расширенное воспроизводство на почвах низкой окультуренности, что, по-видимому, связано с дисбалансом режима питания. Урожайность по сравнению с контролем (средний уро-

вень окультуренности) снизилась на 40,4—40,5%, выход стандартных клубней — на 22,7—23,1%, появились уродливые, сильно деформированные клубни. При органической системе удобрений уровень урожайности средний, однако ростовые процессы своевременно завершались и клубни хорошо вызревали. Система

защиты не оказала значительного влияния на урожайность.

Результаты дисперсионного анализа показали существенную роль взаимодействия факторов формирования урожая клубней. Сильнее проявлялось взаимодействие трех факторов: уровень окультуренности — система удобрений — годы, корреляционные отношения $\eta_{xy} = 0,27$. Из главных факторов определяющими были фактор Д (годы), а также А (уровень окультуренности). Корреляционные отношения составили соответственно $\eta_{xy} = 0,86$ и $\eta_{xy} = 0,16$. Фактор В (удобрения) и С (система защиты) по значимости главных эффектов менее существенны $\eta_{xy} = 0,07$ и $\eta_{xy} = 0,05$.

Содержание сухого вещества в картофеле в среднем за 1991—1994 гг. по вариантам колебалось от 19,0 до 23,4%, крахмала — от 11,9 до 16,0%, аскорбиновой кислоты — от 11,6 до 17,0 мг/100 г.

Максимальное содержание сухого вещества и крахмала в клубнях наблюдалось при органической системе удобрений на почвах низкого уровня окультуренности. При простом и расширенном воспроизводстве плодородия почвы в клубнях накапливалось меньше сухих веществ и крахмала. Довольно значительно увеличилось содержание сухого вещества и особенно крахмала при биотехнологической системе защиты. Содержание сухого вещества и крахмала в клубнях тесно коррелирует $(0,80 \pm 0,13)$.

На содержание сухого вещества в картофеле наибольшее влия-

ние оказали метеорологические условия (корреляционные отношения 0,42) и система удобрений ($\eta_{xy} = 0,56$), на крахмалистость — система защиты ($\eta_{xy} = 0,69$) и система удобрений ($\eta_{xy} = 0,43$).

Во всех вариантах опыта в клубнях содержалось 1,5—1,9% белка, различие между вариантами статистически недостоверно.

Содержание аскорбиновой кислоты в зависимости от вариантов опыта колебалось от 11,6 до 17,0 мг/100 г. Расширенное воспроизводство способствовало снижению накопления аскорбиновой кислоты на почвах всех уровней окультуренности. В большей степени на содержание аскорбиновой кислоты влияли метеорологические условия ($\eta_{xy} = 0,82$), затем система удобрений ($\eta_{xy} = 0,42$) и значительно меньше — система защиты ($\eta_{xy} = 0,21$).

Накопление нитратов в клубнях находится в прямой зависимости от доз удобрений ($\eta_{xy} = 0,71$). При расширенном воспроизводстве плодородия наблюдалось максимальное содержание нитратов (83,4—113,4 мг/кг), при органической системе удобрений — минимальное (58,4—81,7 мг/кг). Накопление нитратов в клубнях увеличивалось на почвах высокого уровня окультуренности.

Интенсивность физиологических процессов в клубнях (дыхания и проростания) и общие потери при хранении снижались при выращивании растений на почвах среднего и низкого уровня окультуренности при органической системе удобрений или простом вос-

Потери при хранении клубней картофеля (в среднем за 1991—1993 гг.)

Уровень окультуренности почвы	Система удобрений	Общие потери, %	Технический отход, %	Абсолютный брак, %	Естественная убыль, %
<i>Интегрированная система защиты</i>					
Низкий	I	23,2	11,0	2,7	9,5
	II	24,4	10,9	3,0	10,5
	III	27,8	8,4	8,4	11,0
Средний	I	24,2	12,1	2,5	9,6
	II	24,9	10,4	4,2	10,3
	III	32,0	12,8	7,7	11,5
Высокий	I	27,7	10,4	5,8	11,5
	II	33,1	16,5	5,8	10,8
	III	35,1	14,0	9,5	11,6
<i>Биотехнологическая система защиты</i>					
Низкий	I	18,8	6,2	3,0	9,6
	II	19,2	7,7	2,2	9,3
	III	23,9	7,3	6,6	10,0
Средний	I	20,4	7,0	3,9	9,5
	II	20,2	8,3	2,0	9,9
	III	26,6	8,4	7,2	11,0
Высокий	I	20,7	6,6	3,2	10,9
	II	29,6	15,4	4,1	10,1
	III	29,7	10,4	8,4	10,9

НСР₀₅: уровень окультуренности почвы → 1,59; система защиты — 1,12; система удобрений — 1,27.

производстве (табл. 2). Максимальные потери при хранении наблюдались у клубней, выращенных при расширенном воспроизводстве плодородия. Увеличивались потери в большей степени не за счет естественной убыли, а за счет возрастания абсолютной гнили.

Применяемые в опыте дозы органических удобрений являются высокими и недопустимыми при выращивании картофеля в Нечерноземной зоне. Согласно организационно-технологическому проекту производства картофеля, дня

получения планируемого урожая 220—300 ц/га на дерново-подзолистой суглинистой почве дозы органических удобрений не должны превышать 40—50 т/га [5].

Данные о влиянии севооборота, удобрений, известкования, степени окультуренности почвы на потребительские свойства картофеля приведены в табл. 3 (второй опыт).

При бессменном возделывании содержание питательных веществ в клубнях картофеля сильно колебалось по годам. Наибольшее их накопление было в засушливом

Влияние севооборота, удобрений, известки, степени окультуренности на потребительские свойства картофеля (1997—1998 гг.)

Вариант	Степень окультуренности почвы	Содержание в клубнях						Вариант	Степень окультуренности почвы	Содержание в клубнях		
		сухого вещества, %		крахмала, %		аскорбиновой кислоты, мг/%				сухого вещества, %	крахмала, %	аскорбиновой кислоты, мг/%
		1997	1998	1997	1998	1997	1998					
Бессменно												
О (контроль)	Низкая	22,6	21,4	16,7	15,8	20,4	18,4	О (контроль)	Низкая	21,5	15,6	19,4
N	— » —	22,3	20,2	16,2	14,1	19,2	17,4	N	— » —	18,4	12,7	17,7
K	— » —	22,6	19,8	16,4	14,0	18,1	16,9	K	Слабая	19,8	13,9	18,5
P	Слабая	24,9	21,7	19,3	15,8	21,5	19,2	P	— » —	21,9	16,1	20,2
НРК	Средняя	21,7	20,5	15,6	14,4	19,3	16,3	НРК	Хорошая	17,5	12,4	17,3
НРК+Н	— » —	22,2	21,4	16,2	15,5	18,9	16,9	НРК+Н	— » —	17,3	11,7	16,8
Навоз	— » —	23,4	18,9	17,5	13,3	20,8	18,1					
По известки												
О (контроль)	Средняя	22,3	21,2	16,6	15,3	19,8	18,5	О (контроль)	Слабая	21,2	15,4	18,9
N	Слабая	21,7	20,5	15,9	14,2	18,8	18,3	N	Средняя	19,1	13,2	18,4
K	Средняя	23,2	21,1	17,1	15,2	19,1	18,6	K	— » —	22,1	15,9	19,6
P	— » —	22,8	20,1	16,9	14,4	19,1	18,1	P	— » —	19,8	14,2	18,7
НРК	Хорошая	21,3	19,2	15,2	13,4	17,7	17,3	НРК	— » —	18,8	12,6	17,6
НРК+Н	Сильная	20,6	18,6	14,7	12,7	16,8	16,2	НРК+Н	Сильная	17,9	12,3	16,9
Навоз	Средняя	21,7	19,1	15,5	13,6	18,9	17,7					
I — известка	НСР ⁰⁵	1,46		1,46		1,76		НСР ⁰⁵		2,31	2,04	1,47
II — удобрения	НСР ⁰⁵	1,49		1,41		1,61						

1997. Максимальное содержание сухого вещества и крахмала наблюдалось при выращивании картофеля без извести с внесением фосфорных удобрений на почвах со слабой степенью окультуренности, минимальное — в варианте NPK+навоз по извести на почвах с высокой степенью окультуренности. Известкование не оказало существенного влияния на содержание сухого вещества и крахмала, за исключением некоторых вариантов. Например, в 1997 г. это отмечалось в вариантах NPK+навоз, навоз и P, а в 1998 г. — только в варианте NPR+навоз.

Минеральные удобрения по сравнению с контролем не оказали в целом существенного влияния на накопление сухого вещества и крахмала. Органические удобрения в более засушливом 1997 г. мало влияли на накопление данных веществ по сравнению с контролем как по извести, так и без нее, а в 1998 г. при избыточном увлажнении снижали их содержание.

Содержание аскорбиновой кислоты было также выше в 1997 г., чем в 1998 г. Максимальное ее количество наблюдалось в бесменном посеве без извести по 2 годам в варианте с P, минимальное — в варианте NPK+навоз по извести. В засушливом 1997 г. известкование снизило содержание аскорбиновой кислоты в вариантах с P, NPK, NPK+навоз и навоз, в 1998 г. существенного влияния извести не обнаружено.

Содержание сухого вещества и крахмала в картофеле на почвах низкой и средней степени окуль-

туренности в севообороте мало отличалось от уровня соответствующих вариантов в бесменном посеве. Средние показатели содержания аскорбиновой кислоты несколько выше в севооборотах.

Самые высокие показатели потребительских свойств картофеля в севообороте без извести отмечены в варианте с P и в контроле, на известкованном фоне — в варианте с K и в контроле. Низкие показатели качества наблюдаются в варианте с комплексным внесением удобрений и совместным внесением минеральных и органических удобрений на хорошо окультуренных почвах.

Анализируя полученные данные, можно заметить ту же тенденцию, что и в первом опыте. На почвах с более высокой степенью окультуренности внесение NPK и NPK+навоз приводит к снижению потребительских свойств картофеля.

Выводы

1. Более ценные клубни по химическому составу и с меньшим содержанием нитратов были получены: в первом опыте — на почвах среднего и низкого уровня окультуренности при использовании органической системы удобрений или простого воспроизводства плодородия почвы и биотехнологической системы защиты, во втором опыте — на почвах низкого и среднего уровня окультуренности без внесения удобрений или при одностороннем фосфорном (по неизвесткованному фону) или калийном удобрении (по известкованному фону¹).

2. Самое низкое качество клубней отмечено при расширенном воспроизводстве плодородия почвы независимо от степени окультуренности в первом опыте и при использовании минерального (100N150P120K) и органо-минеральных удобрений на почвах с хорошей и сильной степенью окультуренности во втором опыте.

3. Применение высоких доз удобрений при расширенном воспроизводстве плодородия недопустимо для производства картофеля в условиях ограниченного безморозного периода, так как в данном случае удлиняется вегетационный период, клубни плохо вызревают, легче травмируются и поражаются болезнями. В недозрелых клубнях содержится меньше сухих веществ, крахмала, аскорбиновой кислоты. Прибавки урожая картофеля на почвах среднего и высокого уровней окультуренности при расширенном воспроизводстве плодородия составили в среднем 15,3% к уровню при органической системе удобрений, общие потери при хранении при этом возросли на 24,8%.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Беспяхотный Г. В., Моисеев Ю. В.* Продовольственная безопасность на рубеже XXI в. Конгресс «Продовольственная безопасность России», 19 декабря 1997 г. — 2. *Кочетков Г. Г., Иль-*

на Л. Б. Урожайность и качество клубней картофеля в зависимости от севооборота, удобрений и обработки почвы. *Агрофон и агротехника.* — В сб. науч. трудов НИИСХЦРНЗ, М.: 1992, с. 142—151. — 3. *Коришунов А. В., Назаров А. Ф., Филиппов А. М.* Системы удобрения картофеля в Нечерноземье. — *Картофель и овощи*, 1993, № 1, с. 14—16. — 4. *Молякво А. А.* Экологически безопасное удобрение и пригодность клубней для картофелепродуктов. — Брянск: Грани, 1997. — 5. Перспективные технологии производства картофеля для Нечерноземной зоны Российской Федерации (организационно-технологический проект). — М.: ЦНТИПР, 1995. — 6. *Постников А. И.* Управление формированием урожая семенного картофеля и его качеств с использованием нетрадиционных приемов выращивания. Докт. дис. М., 1991. — 7. *Сидякина П. П.* Влияние сорта и условий выращивания на формирование урожая и пригодность картофеля к промышленной переработке. Автореф. канд. дис. М., 1991. — 8. *Сопильняк Н. П.* Влияние повторного известкования почвы на урожай и качество картофеля. - Науч. труды НИКХ РФ. М., 1993. — 9. Энциклопедический справочник по биологии, возделыванию, хранению и использованию картофеля в кулинарии. — Минск: С.И. Бульба, 1994.

Статья поступила 2 февраля 1999 г.