

УДК 633.49:631.8:632.9:631.559

## **ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ НА ЕГО ПРОДУКТИВНОСТЬ, ЛЕЖКОСПОСОБНОСТЬ И ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ СВОЙСТВА**

**В.В. ЛАТУШКИН, И.М. ЛИЧКО, Л.Г. ЕЛИСЕЕВА, Р.Р. УСМАНОВ**

(Кафедры технологии хранения и переработки с.-х. продуктов,  
земледелия и методики опытного дела)

**В условиях комплексного многофакторного опыта проведено изучение продуктивности, устойчивости к фитопатогенам, качества и лежкоспособности клубней картофеля. Предложены разные варианты технологии выращивания в зависимости от целевого назначения продукции, уровня обеспеченности хозяйства энерго- и трудовыми ресурсами и исходного плодородия почвы.**

Современное состояние окружающей среды, в частности агроэкосистем, вызывает необходимость разработки экологически обоснованных технологий выращивания сельскохозяйственных культур [4, 6]. Важнейшим звеном таких технологий являются мероприятия, направленные на повышение качества продукции. В России в последние годы наблюдается заметное снижение качества клубней картофеля, что связано с нарушением технологии их выращивания, особенно с фактически неконтролируемым применением минеральных удобрений без учета потребности растений и сильным механическим травмированием клубней при уборке [4, 5, 12, 13]. В свою очередь, ухудшение качества клубней приводит к увеличе-

нию потерь при хранении. Так, если в 1929/30 г. потери клубней при хранении составляли в среднем 12%, то в 1989/90 г. — 25% [11]. При закладке в хранилище 75—80% клубней оказываются травмированными, в результате чего они плохо хранятся и до потребителя доходит не более 50% заложенной на хранение продукции [7].

Ежегодное внесение высоких несбалансированных доз минеральных удобрений, использование пестицидов ослабляют естественный иммунитет растений, их сопротивляемость патогенам и устойчивость клубней при хранении [3]. В последние годы значительно возросла вредоносность основных болезней картофеля, особенно фитофтороза [1]. В то же

время дальнейшее повышение пестицидной нагрузки на агроландшафты в настоящее время недопустимо. Кроме того, недавними исследованиями, проведенными в МГУ им. М.В. Ломоносова, доказано, что применение пестицидов даже в рекомендуемых дозах и с соблюдением необходимых агротребований ведет в конечном счете к получению токсичной продукции [10].

Продуктивность, потребительские свойства и лежкоспособность растениеводческой продукции необходимо рассматривать как результат сложного взаимодействия многих факторов в агроэкосистеме. Все составные части агроцепоза тесно связаны, часть факторов поддается регулированию агротехническими методами. Таким образом, управление сформированным урожаем, его качеством и сохранемостью представляется реальным. Для этого необходимы комплексные опыты, в которых основные агротехнические факторы изучаются в условиях одного эксперимента, в одном месте на протяжении ряда лет. Указанной проблеме и посвящена данная работа.

### Методика

Исследования проводили в учхозе «Михайловское» в комплексном 5-факторном (3 x 4 x 3 x 3 x 2) опыте кафедры земледелия и методики опытного дела Тимирязевской академии. В данном опыте изучаются основные элементы систем земледелия для Центрального района Нечерноземной зоны России: севообороты (плодосменный, зернотравяной,

пропашной и травопольный), системы обработки почвы (отвальная разноглубинная, интенсивная глубокая, минимальная почвозащитная), системы удобрения (простое воспроизводство исходного состояния плодородия за счет биологических факторов (органическая), простое воспроизводство оптимальной технологической модели, расширенное воспроизводство оптимальной модели плодородия), системы защиты растений (биотехнологическая и интегрированная).

Опыт заложен на 3 участках с разным исходным уровнем плодородия почвы. На участке с относительно низким уровнем окультуренности мощность пахотного слоя — 18—20 см, содержание гумуса в почве — 1,75%, подвижного фосфора и калия по Кирсанову — 19 и 18 мг/100 г,  $pH_{\text{сол}}$  — 5,0. На участке со средним уровнем исходного плодородия — соответственно 20—22 см, 2,0%, 20 и 20 мг,  $pH_{\text{сол}}$  5,6, с высоким — 26—28 см, 2,25%, 22 и 23 мг,  $pH_{\text{сол}}$  5,8.

Опыт заложен по полной факторной схеме, повторность 3-кратная. Общая площадь опытного участка 12 га, учетная площадь делянок 1-го порядка — 1080 м<sup>2</sup>, 2-го — 360 м<sup>2</sup>, 3-го — 120 м<sup>2</sup>, 4-го — 60 м<sup>2</sup>. Ширина учетной части делянки 4 м, опытной — 6 м.

В настоящей работе проводилось изучение влияния на картофель сорта Невский 4 факторов: уровня окультуренности почвы (фактор А), системы удобрения (фактор В), системы защиты растений (фактор D), а также метеорологических условий (годы, фактор С).

*Система удобрения.* При органической системе (в таблицах для краткости — I<sub>о</sub>) на почвах низкого и высокого уровней окультуренности вносили навоз из расчета соответственно 78 и 38 т/га, на почвах среднего уровня окультуренности удобрения не применяли. При системе простого воспроизводства оптимальной технологической модели (I<sub>пр</sub>) вносили соответственно 28N20P и 78 т навоза, 78N27P100K и 38 т навоза, 85N30P199K; при системе расширенного воспроизводства (I<sub>р</sub>) — 50N78P51K и 100 т навоза, 50P и 150 т, 75N120P51K и 80 т/га.

*Система защиты.* При интегрированной системе для борьбы с сорняками применяли смесь гербицидов: прометрина — 50% с.п. (4 кг/га) и 2М-4Х, 80% к.э. (1 кг/га) — до появления всходов картофеля; для борьбы скolorадским жуком — волатон, 50% э.к. (1 кг/га); с фитофторозом и другими грибными заболеваниями картофеля — купрозан, 80% с.п. (2,4 кг/га) — при смыкании растений в рядах — и смесь поликарбамина, 75% с.п. (3 кг/га) и ридомила, 35% э.к. (0,8 кг/га) в период бутонизации. При биотехнологической системе защиты использовали агротехнические и биологические меры борьбы с сорняками, болезнями и вредителями.

Учеты, наблюдения и анализы проводили по методикам, разработанным для культуры картофеля [2, 8, 9, 14, 15].

Вегетационный период в 1991 г. был теплым, со значительным количеством осадков, в 1992 г. стояла сильная засуха в июле — сентябре, в 1993 г. — сильная засуха

в мае, а затем до уборки клубней — холодная дождливая погода, в 1994 г. — количество осадков и температура воздуха соответствовали средним многолетним для Московской области.

## Результаты

Технология выращивания оказывала значительное влияние на интенсивность роста и развития растений картофеля, динамику формирования урожая.

Из табл. 1 видно, что факторами, в значительной мере определяющими состояние ботвы к моменту уборки, являются система удобрения и уровень окультуренности почвы. Применение высоких доз удобрений (I<sub>пр</sub>) приводило к удлинению вегетационного периода растений, в результате чего надземная часть и клубни картофеля не вызревали к моменту уборки. Особенно сильно это проявлялось на почвах высокого уровня окультуренности. У растений в вариантах с органической системой удобрения и низким или средним уровнями окультуренности почвы быстрее заканчивался вегетационный период и ботва хорошо вызревала. Слабее влияли системы защиты, однако при биотехнологической системе ботва вызревала лучше. По-видимому, это связано с потреблением избытка влаги и элементов питания сорняками-конкурентами, играющими в данном случае полезную роль, и другими составляющими агроценоза.

Уборка клубней при зеленой ботве снижает потребительские свойства клубней. Содержание крахмала, сухого вещества, аскор-

## Степень вызревания (балл) ботвы картофеля к моменту уборки\*

Система удобрения	1991 г.	1992 г.	1994 г.	В среднем
<i>Низкий уровень окультуренности</i>				
$I_o$	$\frac{4}{4}$	$\frac{5}{5}$	$\frac{4}{4}$	$\frac{4,3}{4,3}$
$I_{пв}$	$\frac{4}{4}$	$\frac{4}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{4,0}{3,7}$
$I_{рв}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{3,3}{3,0}$
<i>Средний уровень окультуренности</i>				
$I_o$	$\frac{4}{3}$	$\frac{4}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{4,0}{3,3}$
$I_{пв}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{3,3}{3,0}$
$I_{рв}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{3,0}{2,7}$
<i>Высокий уровень окультуренности</i>				
$I_o$	$\frac{3}{3}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{3,0}{3,0}$
$I_{пв}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{3,0}{2,7}$
$I_{рв}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{2}{2}$	$\frac{2,7}{2,0}$

\*Здесь и далее: в числителе — биотехнологическая система защиты, в знаменателе — интегрированная.

биновой кислоты в клубнях снижается, а нитратов — повышается. Коэффициенты корреляции между степенью вызревания ботвы и содержанием указанных веществ составили: для крахмала —  $0,48 \pm 0,13$ , аскорбиновой кислоты —  $0,53 \pm 0,11$ , нитратов —  $0,68 \pm 0,17$ .

Следовательно, при оценке и выборе агроприемов для картофеля необходимо учитывать измене-

ние динамики роста и развития растений под влиянием изучаемых в опыте агроприемов. На почвах высокого уровня окультуренности и при внесении высоких доз удобрений целесообразно выращивать только ранние и среднеранние сорта, а уборку проводить возможно позже (в пределах оптимального срока). Применение же органической системы удобрения или системы простого

воспроизводства плодородия на почвах низкого или среднего уровня окультуренности не приводит к значительному удлинению периода вегетации, и в этих условиях можно использовать более ранние сроки уборки и более поздние сорта.

Одним из наиболее важных параметров оценки технологий выращивания картофеля является урожайность. Согласно данным табл. 2, максимальная урожайность за годы опыта наблюдалась

при сочетании среднего уровня окультуренности почвы и системы расширенного воспроизводства плодородия почвы (18,5—19,3 т/га). Некоторое снижение урожайности на почвах высокого уровня окультуренности по сравнению со средним, по-видимому, можно объяснить тем, что ботва картофеля на очень плодородных почвах не вызревала к моменту уборки и потенциальная урожайность не реализовывалась.

Таблица 2

Урожайность картофеля (т/га)				
Система удобрения	1991 г.	1992 г.	1994 г.	В среднем
<i>Низкий уровень окультуренности</i>				
I <sub>о</sub>	<u>26,6</u>	<u>8,9</u>	<u>9,6</u>	<u>14,9</u>
	27,0	6,2	6,9	13,4
I <sub>пв</sub>	<u>26,3</u>	<u>13,3</u>	<u>8,3</u>	<u>16,0</u>
	32,6	8,2	8,3	16,4
I <sub>рв</sub>	<u>15,5</u>	<u>11,7</u>	<u>7,3</u>	<u>11,5</u>
	18,1	8,4	6,5	11,0
<i>Средний уровень окультуренности</i>				
I <sub>о</sub>	<u>20,5</u>	<u>14,4</u>	<u>11,2</u>	<u>15,4</u>
	31,1	8,2	8,7	16,0
I <sub>пв</sub>	<u>24,4</u>	<u>16,2</u>	<u>11,9</u>	<u>17,5</u>
	28,1	9,6	10,4	16,0
I <sub>рв</sub>	<u>34,1</u>	<u>13,7</u>	<u>10,0</u>	<u>19,3</u>
	40,5	6,3	8,7	18,5
<i>Высокий уровень окультуренности</i>				
I <sub>о</sub>	<u>21,8</u>	<u>11,5</u>	<u>11,6</u>	<u>14,9</u>
	20,3	10,5	10,5	13,8
I <sub>пв</sub>	<u>20,6</u>	<u>12,9</u>	<u>12,1</u>	<u>15,2</u>
	23,8	12,0	10,5	15,4
I <sub>рв</sub>	<u>27,1</u>	<u>12,9</u>	<u>13,5</u>	<u>17,8</u>
	25,6	9,5	11,3	15,5

НСР<sub>05</sub> для факторов: А — 2,53; В — 2,62; D — 3,12; С — 3,30.

Достаточно высокий уровень урожайности (16,0—17,5 т/га) отмечен в вариантах простого воспроизводства на почвах низкого и среднего уровня окультуренности. Резко отрицательно высокие дозы минеральных удобрений влияли на растения картофеля на почвах низкого уровня окультуренности (11,0—11,5 т/га). Сочетание органической системы удобрения и среднего уровня плодородия почвы обеспечивало получение 15,4—16,0 т клубней с 1 га, на почвах же высокого или, наоборот, низкого плодородия, эффект органической системы был несколько ниже (13,4—14,9 т/га). Система защиты не оказала значительного влияния на урожайность.

Результаты дисперсионного анализа показали существенную роль взаимодействия факторов в формировании урожая картофеля. Сильнее проявлялось взаимодействие факторов АВС (уровня окультуренности почвы — системы удобрения — метеорологических условий в годы опытов) — корреляционное отношение  $\eta_{\text{к}} = 0,27$ , факторов АС — 0,18, факторов CD — 0,18, факторов АВ — 0,16. Из главных эффектов определяющими были факторы С и А. Факторы В и D по значимости главных эффектов менее существенны.

По выходу стандартных клубней лучшими были варианты с расширенным воспроизводством плодородия и высоким или средним уровнями окультуренности. При низком уровне окультуренности применение расширенной системы воспроизводства пло-

родия вызывало резкое снижение (до 63,3—63,8%) выхода стандартных клубней и появление уродливых клубней (табл. 3). В вариантах с органической системой удобрения выход стандартных клубней в среднем составлял 71,3%, при простом воспроизводстве — 77,8, при расширенном — 75,8%. На почвах низкого уровня окультуренности выход стандартных клубней в среднем по всем вариантам составлял 68,5%, среднего — 77,7, высокого — 78,8%. По данным дисперсионного анализа, этими двумя факторами в основном и определялся выход стандартных клубней. Коэффициент детерминации для уровня окультуренности равен 0,66, системы удобрения — 0,42, взаимодействия указанных факторов — 0,48.

Система защиты оказывала менее сильное влияние (корреляционное отношение 0,12). В целом лучшие результаты получены при использовании биотехнологической защиты (75,9%), чем при интегрированной (74,0%). Взаимодействия данного фактора с тремя другими статистически не достоверны.

Увеличение доли крупных клубней (с поперечным диаметром более 60 мм) характерно для вариантов с низкой или средней окультуренностью почв и расширенным или простым воспроизводством плодородия. Сильное влияние оказывали метеорологические условия (годы). Доля крупной фракции в 1994 г. в большинстве вариантов была в 2—3 раза ниже, чем в 1991 г., что по-видимому, связано с неблагоприятными условия-

## Выход стандартных клубней (%)

Система удобрения	1991 г.	1992 г.	1994 г.	В среднем
<i>Низкий уровень окультуренности</i>				
I <sub>о</sub>	<u>70,1</u>	<u>65,8</u>	<u>72,1</u>	<u>69,3</u>
	63,8	67,0	66,2	65,6
I <sub>пв</sub>	<u>77,4</u>	<u>76,4</u>	<u>72,3</u>	<u>75,4</u>
	78,6	70,2	71,4	73,4
I <sub>рв</sub>	<u>69,2</u>	<u>68,2</u>	<u>60,1</u>	<u>63,8</u>
	68,3	61,4	60,3	63,3
<i>Средний уровень окультуренности</i>				
I <sub>о</sub>	<u>77,8</u>	<u>75,4</u>	<u>70,3</u>	<u>74,5</u>
	77,4	70,7	71,6	73,2
I <sub>пв</sub>	<u>80,6</u>	<u>77,4</u>	<u>75,8</u>	<u>77,9</u>
	81,1	72,2	73,5	75,6
I <sub>рв</sub>	<u>87,2</u>	<u>80,0</u>	<u>80,4</u>	<u>82,5</u>
	86,2	80,6	80,2	82,3
<i>Высокий уровень окультуренности</i>				
I <sub>о</sub>	<u>73,2</u>	<u>76,3</u>	<u>73,3</u>	<u>74,3</u>
	73,8	69,6	68,8	70,7
I <sub>пв</sub>	<u>85,4</u>	<u>85,1</u>	<u>78,7</u>	<u>83,1</u>
	83,4	80,2	80,4	81,3
I <sub>рв</sub>	<u>83,2</u>	<u>80,0</u>	<u>84,0</u>	<u>82,4</u>
	83,4	73,3	80,3	80,7

НСР<sub>05</sub> для факторов: А — 5,74; В — 4,91; D — 4,06.

ми в период формирования клубней в 1994 г.

В целом по урожайности и выходу стандартных клубней лучшим оказалось сочетание среднего уровня окультуренности почвы и простого или расширенного воспроизводства плодородия. Применение системы расширенного воспроизводства на почвах низкого уровня окультуренности приводило к снижению урожайности картофеля, уменьшению

выхода стандартных клубней, появлению уродливых клубней.

В годы опыта на клубнях картофеля наблюдались такие болезни, как фитофтороз, парша обыкновенная, ризоктониоз. Сильное поражение клубней паршой в первые годы опыта можно объяснить внесением навоза в почву и несбалансированностью севооборота (опыт только начинался и предшественником картофеля еще не был клевер, как запланировано),

что способствовало усилению поражения. В последний год опыта (1994) поражение снизилось до 8,6—14,0% (табл. 4). Сильнее поражались клубни в вариантах с органической системой удобрения, особенно при низком уровне

окультуренности почвы. Более устойчивыми оказались клубни, выращенные при простом или расширенном воспроизводстве плодородия почвы, хотя в целом различия между вариантами незначительны.

Таблица 4

**Поражаемость (%) клубней картофеля болезнями**  
(в среднем за 1991—1994 гг.)

Система удобрения	Фитофтороз	Парша обыкновенная	Ризиктонниоз
<i>Низкий уровень окультуренности</i>			
I <sub>о</sub>	<u>11,4</u>	<u>35,6</u>	<u>1,4</u>
	8,7	34,8	0,7
I <sub>пв</sub>	<u>7,8</u>	<u>32,9</u>	<u>1,3</u>
	8,0	32,9	1,3
I <sub>рв</sub>	<u>14,9</u>	<u>33,0</u>	<u>2,9</u>
	13,5	32,3	2,7
<i>Средний уровень окультуренности</i>			
I <sub>о</sub>	<u>12,6</u>	<u>32,1</u>	<u>0,19</u>
	9,6	31,7	1,4
I <sub>пв</sub>	<u>13,4</u>	<u>30,8</u>	<u>1,7</u>
	9,3	29,6	1,6
I <sub>рв</sub>	<u>13,8</u>	<u>32,0</u>	<u>3,1</u>
	9,2	30,5	1,9
<i>Высокий уровень окультуренности</i>			
I <sub>о</sub>	<u>14,8</u>	<u>28,5</u>	<u>3,8</u>
	9,5	29,9	2,3
I <sub>пв</sub>	<u>14,9</u>	<u>30,7</u>	<u>4,7</u>
	13,1	29,9	2,7
I <sub>рв</sub>	<u>14,9</u>	<u>28,9</u>	<u>5,3</u>
	10,8	27,6	3,9

Степень повреждения клубней ризиктонниозом, наоборот, возрастала при увеличении доз удобрений и повышении степени

окультуренности почвы. Меньше повреждались ризиктонниозом растения, выращенные при органической системе удобрения на



почвах низкого или среднего уровней окультуренности.

Поражение клубней фитотрозом наблюдалось во все годы опыта. Меньше повреждались растения в вариантах с органической системой удобрения, низким или средним уровнями окультуренности почвы и интегрированной системой защиты.

Следовательно, применение интегрированной системы защиты снизило поражение заболевания клубней фитотрозом, ризоктониозом, отчасти паршой обыкновенной. Повреждаемость ризоктониозом и фитотрозом несколько возрастала при высоких дозах удобрений и на почвах с высоким уровнем окультуренности и снижалась на почвах среднего и низкого уровней окультуренности при органической системе удобрения или невысоких дозах минеральных удобрений и интегрированной системе защиты.

Потребительские свойства клубней картофеля в значительной степени определяются содержанием сухого вещества, крахмала, белка, аскорбиновой кислоты, а содержание нитратов является одним из главных показателей безопасности.

Различия вариантов по накоплению в клубнях сухого вещества, крахмала, аскорбиновой кислоты в целом небольшие, однако статистически достоверны. Содержание в клубнях сухого вещества и крахмала больше в вариантах с органической системой удобрения и на почвах низкого уровня окультуренности, меньше — при простом или расширенном воспроизводстве плодородия и на

почвах среднего или высокого уровней окультуренности (табл. 5). При биотехнологической системе защиты содержание сухого вещества и особенно крахмала в клубнях возрастало довольно значительно. Возможно, в этом случае избыток влаги и питательных веществ потребляется сорняками и другими составляющими агроценоза, которые подавляются при применении химических средств защиты. Влияние фактора А менее значимое, чем других факторов. Играть роль практически все проанализированные взаимодействия (AB, AC, BC, ABC, ACD и др.).

В клубнях растений всех вариантов опыта содержалось 1,5—1,9% белка; различия между вариантами статистически недостоверны. Содержание белка в клубнях было стабильным и мало изменялось под влиянием агротехнических приемов.

Характер влияния агротехнических факторов на содержание в клубнях аскорбиновой кислоты в целом сходен с характером влияния этих факторов на крахмалистость и содержание сухого вещества (табл. 6). Однако этот показатель в большей степени зависел от системы удобрения (корреляционное отношение 0,42), чем от системы защиты (0,21), и в меньшей — от взаимодействия факторов.

Накопление нитратов в клубнях в годы опыта колебалось от 52,2 до 117,2 мг/кг, т.е. было ниже ПДК для картофеля. Содержание нитратов тесно связано с системой удобрения. Корреляционное отношение (0,71) и индекс детер-

Таблица 5

## Содержание сухого вещества и крахмала (%) в клубнях картофеля

Система удобрения	Сухое вещество				Крахмал			
	1991 г.	1992 г.	1994 г.	в среднем	1991 г.	1992 г.	1994 г.	в среднем
<i>Низкий уровень окультуренности</i>								
I <sub>о</sub>	<u>23,8</u>	<u>23,3</u>	<u>23,1</u>	<u>23,4</u>	<u>16,5</u>	<u>15,8</u>	<u>15,8</u>	<u>16,0</u>
	21,0	21,9	21,7	21,5	13,8	14,4	14,1	14,1
I <sub>пв</sub>	<u>22,1</u>	<u>24,5</u>	<u>22,6</u>	<u>23,1</u>	<u>14,8</u>	<u>17,0</u>	<u>14,9</u>	<u>15,6</u>
	19,5	20,5	19,6	19,9	12,3	13,0	12,5	12,6
I <sub>рв</sub>	<u>21,3</u>	<u>23,3</u>	<u>20,6</u>	<u>21,7</u>	<u>14,3</u>	<u>16,2</u>	<u>13,4</u>	<u>14,6</u>
	18,7	19,7	18,7	19,0	11,5	12,4	11,4	11,9
<i>Средний уровень окультуренности</i>								
I <sub>о</sub>	<u>21,7</u>	<u>23,3</u>	<u>22,3</u>	<u>22,4</u>	<u>14,1</u>	<u>16,0</u>	<u>15,0</u>	<u>15,0</u>
	19,7	21,2	22,0	20,9	12,3	13,4	14,8	13,5
I <sub>пв</sub>	<u>19,3</u>	<u>23,4</u>	<u>21,2</u>	<u>21,3</u>	<u>13,2</u>	<u>16,0</u>	<u>15,0</u>	<u>14,7</u>
	20,2	18,9	20,1	19,7	12,6	11,2	12,9	12,2
I <sub>рв</sub>	<u>19,8</u>	<u>22,8</u>	<u>21,9</u>	<u>21,5</u>	<u>12,6</u>	<u>15,4</u>	<u>14,4</u>	<u>14,1</u>
	19,9	19,6	20,2	19,9	12,7	12,2	13,0	12,6
<i>Высокий уровень окультуренности</i>								
I <sub>о</sub>	<u>23,3</u>	<u>21,5</u>	<u>22,7</u>	<u>22,5</u>	<u>16,1</u>	<u>14,2</u>	<u>15,3</u>	<u>15,2</u>
	19,5	19,8	21,0	20,1	12,3	12,2	13,6	12,7
I <sub>пв</sub>	<u>22,4</u>	<u>20,6</u>	<u>22,0</u>	<u>21,7</u>	<u>15,2</u>	<u>13,3</u>	<u>14,4</u>	<u>14,3</u>
	19,6	20,2	20,8	20,2	12,6	12,9	13,5	13,0
I <sub>рв</sub>	<u>21,2</u>	<u>21,3</u>	<u>21,5</u>	<u>21,3</u>	<u>13,9</u>	<u>13,8</u>	<u>13,8</u>	<u>13,8</u>
	20,8	19,6	20,0	20,1	13,6	12,3	12,6	12,8
НСР <sub>05</sub> для:								
фактора А —				0,91				0,35
» В —				0,95				0,33
» D —				1,08				0,38
» С —				1,18				0,38

минации (0,50) говорят о том, что около 50% вариабельности по содержанию нитратов в клубнях можно объяснить влиянием доз удобрений. Накопление нитратов в клубнях увеличивалось при выращивании растений на высокоокультуренных почвах и при ис-

пользовании высоких доз удобрений. Значительное влияние оказывали также взаимодействия АВ и АВС. Содержание нитратов в клубнях возрастало, если уборка проводилась до отмирания надземной части растения. Коэффициент корреляции накопления

Таблица 6

## Содержание аскорбиновой кислоты и нитратов в клубнях картофеля

Система удобрения	Аскорбиновая кислота, мг%				Нитраты, мг/кг			
	1991 г.	1992 г.	1994 г.	в среднем	1991 г.	1992 г.	1994 г.	в среднем
<i>Низкий уровень окультуренности</i>								
I <sub>о</sub>	<u>13,5</u>	<u>19,0</u>	<u>16,4</u>	<u>17,0</u>	<u>61,2</u>	<u>55,2</u>	<u>58,7</u>	<u>58,4</u>
	13,0	17,6	15,4	15,3	60,4	59,2	63,1	60,9
I <sub>пв</sub>	<u>11,0</u>	<u>18,1</u>	<u>14,6</u>	<u>14,6</u>	<u>72,2</u>	<u>53,0</u>	<u>52,2</u>	<u>59,1</u>
	11,2	17,6	14,6	14,5	75,6	59,4	61,1	65,4
I <sub>ра</sub>	<u>10,8</u>	<u>16,8</u>	<u>12,1</u>	<u>13,2</u>	<u>98,4</u>	<u>100,6</u>	<u>88,2</u>	<u>95,7</u>
	10,3	14,6	11,5	12,1	98,8	100,0	92,3	97,0
<i>Средний уровень окультуренности</i>								
I <sub>о</sub>	<u>13,4</u>	<u>17,2</u>	<u>15,1</u>	<u>15,2</u>	<u>78,4</u>	<u>65,8</u>	<u>60,4</u>	<u>68,2</u>
	11,7	15,8	15,0	14,2	77,6	73,4	60,6	70,5
I <sub>пв</sub>	<u>12,4</u>	<u>16,8</u>	<u>14,0</u>	<u>14,4</u>	<u>72,6</u>	<u>70,3</u>	<u>80,2</u>	<u>74,4</u>
	11,8	15,2	14,1	13,7	77,9	75,2	84,0	79,0
I <sub>ра</sub>	<u>12,1</u>	<u>15,8</u>	<u>13,6</u>	<u>13,8</u>	<u>99,2</u>	<u>62,2</u>	<u>88,8</u>	<u>83,4</u>
	10,6	14,8	13,2	12,9	98,8	72,1	88,0	86,3
<i>Высокий уровень окультуренности</i>								
I <sub>о</sub>	<u>13,6</u>	<u>17,8</u>	<u>14,8</u>	<u>14,8</u>	<u>75,6</u>	<u>70,2</u>	<u>80,7</u>	<u>75,5</u>
	11,6	16,8	14,8	14,4	79,6	76,8	88,7	81,7
I <sub>пв</sub>	<u>12,3</u>	<u>16,4</u>	<u>13,9</u>	<u>14,2</u>	<u>89,8</u>	<u>70,0</u>	<u>70,8</u>	<u>76,9</u>
	11,6	14,8	13,7	13,4	90,1	75,8	70,6	78,8
I <sub>ра</sub>	<u>12,4</u>	<u>15,6</u>	<u>12,0</u>	<u>13,3</u>	<u>111,2</u>	<u>96,6</u>	<u>112,0</u>	<u>106,6</u>
	10,2	14,2	10,5	11,6	117,2	111,2	111,7	113,4
НСР <sub>05</sub> для:								
фактора А —				0,34				9,65
» В —				0,35				8,91
» D —				0,40				10,25
» С —				0,44				9,34

нитратов в клубнях и степени вызревания ботвы составил  $-0,68 \pm \pm 0,17$ .

Все изучаемые факторы необходимо учитывать при разработке и выборе технологии выращивания. Более ценные по химическо-

му составу и с меньшим содержанием нитратов клубни можно получать на почвах среднего или низкого уровня окультуренности при использовании органической системы удобрения или простого воспроизводства плодородо-

дия почв и биотехнологической системы защиты. Необходимо учитывать, что при внесении высоких доз удобрений удлиняется вегетационный период, клубни плохо вызревают, легче травмируются, поражаются болезнями при хранении. Недозрелые клубни содержат меньше сухого вещества, крахмала и других ценных в пищевом отношении веществ.

Технология выращивания изменяет реакцию растений на условия внешней среды, взаимоотношения в агроценозах, рост и развитие, что, безусловно, отражается на физиологическом состоянии, иммунных свойствах клубней и в конечном счете на их лежкоспособности.

Изучение интенсивности дыхания клубней картофеля (табл. 7) показало, что она значительно возрастает с увеличением доз удобрений (т.е. при переходе от органической системы удобрения к системе расширенного воспроизводства плодородия). Известно, что интенсивность дыхания клубней коррелирует с интенсивностью обменных процессов. Следовательно, у клубней, выращенных на фоне высоких доз минеральных удобрений, процессы жизнедеятельности при хранении протекают более активно. Это, в свою очередь, ведет к интенсивному расходу основных запасящихся веществ и снижению лежкоспособности.

Минимальный уровень интенсивности дыхания клубней в конце периода хранения (по данным учетов 15.05) наблюдался при выращивании картофеля на почвах низкого уровня окультуренности,

несколько более высокий — в вариантах с почвами среднего и высокого уровней окультуренности. Необходимо отметить, что при хранении клубней из варианта расширенного воспроизводства на почве низкого уровня окультуренности у них были высокими интенсивность метаболических процессов и уровень дыхания. В данном варианте наблюдалось также снижение урожайности и выхода стандартных клубней, уменьшение размеров и появление уродливых клубней, а также другие неблагоприятные эффекты. По-видимому, проявляется нарушение нормального хода процесса роста и развития растений из-за дисбаланса режима питания (низкий уровень окультуренности в сочетании с высокими дозами удобрений вызывает ингибирующий эффект).

Применение биотехнологической системы защиты приводит к некоторому понижению интенсивности дыхания клубней (в среднем на 0,5—1,0 мг  $\text{CO}_2/\text{кг} \cdot \text{ч}$ ). Ранее было показано, что при биотехнологической системе защиты в клубнях содержится больше сухого вещества, крахмала, аскорбиновой кислоты и меньше — нитратов, вегетационный период укорачивается, ботва и клубни вызревают быстрее. Видимо, в этом случае избыток влаги и элементов питания поглощается не растениями картофеля, а другими составляющими агроценоза, в частности сорняками, что способствует более сбалансированному развитию растений. При использовании химических средств защиты в высоких дозах

Интенсивность дыхания ( $\text{CO}_2/\text{кг} \cdot \text{ч}$ ) клубней картофеля  
(в среднем за 1990—1992 гг.)

Система удобрения	15.10	15.01	15.05
<i>Низкий уровень окультуренности</i>			
$I_o$	$\frac{6.1}{6.3}$	$\frac{1.6}{1.7}$	$\frac{6.2}{6.2}$
$I_{\text{пв}}$	$\frac{7.0}{8.2}$	$\frac{1.8}{1.7}$	$\frac{7.1}{7.9}$
$I_{\text{рв}}$	$\frac{9.8}{12.2}$	$\frac{2.5}{3.1}$	$\frac{8.0}{9.5}$
<i>Средний уровень окультуренности</i>			
$I_o$	$\frac{7.4}{8.3}$	$\frac{1.9}{2.6}$	$\frac{6.4}{7.6}$
$I_{\text{пв}}$	$\frac{7.4}{9.3}$	$\frac{1.9}{2.4}$	$\frac{6.3}{8.1}$
$I_{\text{рв}}$	$\frac{10.8}{11.3}$	$\frac{2.6}{2.7}$	$\frac{9.9}{9.5}$
<i>Высокий уровень окультуренности</i>			
$I_o$	$\frac{7.9}{8.5}$	$\frac{2.4}{2.4}$	$\frac{6.9}{7.3}$
$I_{\text{пв}}$	$\frac{9.2}{10.3}$	$\frac{2.7}{2.9}$	$\frac{8.0}{9.5}$
$I_{\text{рв}}$	$\frac{10.7}{11.6}$	$\frac{2.9}{3.1}$	$\frac{10.0}{9.8}$

$\text{НСР}_{05}$  для факторов: А — 0,35; В — 0,35; D — 0,38; С — 0,40.

эти составляющие угнетаются или погибают и баланс в агроценозе нарушается.

Интенсивность дыхания клубней снижается в середине периода хранения и вновь возрастает в его конце. При этом более высоким уровнем интенсивности дыхания отличаются клубни из вариантов с расширенным воспроизводством плодородия и высоким уровнем окультуренности почвы.

Уровень интенсивности дыхания коррелирует с содержанием крахмала в клубнях ( $r = -0,45 \pm 0,14$ ), содержанием нитратов ( $0,54 \pm 0,12$ ), степенью вызревания ботвы ( $-0,51 \pm 0,19$ ), общими потерями при хранении ( $0,47 \pm 0,14$ ). Результаты дисперсионного анализа показали, что наиболее значимым фактором, определяющим значение этого показателя, является система удобрения (корреля-

ционное отношение 0,76), менее значимы метеорологические условия (0,35), система защиты (0,25), уровень окультуренности почвы (0,14). Из взаимодействия факторов наиболее существенно взаимодействии AC, а также AB, ABC, ABD.

Интенсивность прорастания клубней также сильнее всего зависит от доз удобрений (корреляционное отношение 0,73). При орга-

нической системе удобрения интенсивность прорастания наименьшая, при системерасширенного воспроизводства — наибольшая (табл. 8). Несколько ниже она при биотехнологической системе защиты, а уровень окультуренности почвы влияет на данный показатель слабо. Интенсивность прорастания клубней коррелирует с интенсивностью дыхания ( $r = 0,72 \pm 0,21$ ).

Таблица 8  
Интенсивность прорастания (мм) клубней картофеля

Система удобрения	1991 г.	1992 г.	1994 г.	В среднем
<i>Низкий уровень окультуренности</i>				
I <sub>о</sub>	<u>6,3</u>	<u>6,2</u>	<u>6,0</u>	<u>6,7</u>
	6,0	6,8	6,5	6,7
I <sub>пв</sub>	<u>7,1</u>	<u>8,0</u>	<u>6,8</u>	<u>7,3</u>
	7,8	8,7	7,2	7,9
I <sub>рв</sub>	<u>7,5</u>	<u>8,3</u>	<u>7,6</u>	<u>7,8</u>
	7,7	7,8	7,9	7,8
<i>Средний уровень окультуренности</i>				
I <sub>о</sub>	<u>6,5</u>	<u>6,8</u>	<u>6,8</u>	<u>6,7</u>
	6,4	7,0	6,8	6,7
I <sub>пв</sub>	<u>7,0</u>	<u>7,4</u>	<u>6,6</u>	<u>7,0</u>
	6,7	7,6	7,2	7,2
I <sub>рв</sub>	<u>7,2</u>	<u>7,7</u>	<u>7,4</u>	<u>7,4</u>
	7,6	8,2	7,8	7,9
<i>Высокий уровень окультуренности</i>				
I <sub>о</sub>	<u>6,7</u>	<u>6,4</u>	<u>6,8</u>	<u>6,6</u>
	6,2	7,2	7,2	6,9
I <sub>пв</sub>	<u>6,7</u>	<u>7,4</u>	<u>7,0</u>	<u>7,0</u>
	7,0	7,8	7,2	7,3
I <sub>рв</sub>	<u>7,7</u>	<u>8,4</u>	<u>7,6</u>	<u>7,9</u>
	7,8	8,5	7,8	8,0

НСР<sub>05</sub> для факторов: А — 0,34; В — 0,32; D — 0,38; С — 0,39.

По данным дисперсионного анализа, потери при хранении клубней определяются прежде всего влиянием систем удобрения (корреляционное отношение 0,55), уровнем окультуренности почвы (0,57) и их взаимодействием (0,37). Наименьшие потери клубней при хранении (18,8—27,0%) наблюдались у растений в вариантах с низким уровнем окультуренно-

сти почв, наибольшие (20,7—35,1%) — с высоким (табл. 9). Влияние этих факторов различалось по годам опыта. Так, при хранении клубней урожая 1991 г. большую роль сыграла система удобрения (корреляционное отношение 0,70), урожая 1992 г. — уровень окультуренности почвы (0,62). Значимость взаимодействия факторов стабильна по годам.

Таблица 9

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

Система удобрения	Общие потери	Естественная убыль	Технический отход	Абсолютная гниль
<i>Низкий уровень окультуренности</i>				
I <sub>о</sub>	<u>18,8</u> 23,2	<u>9,6</u> 9,5	<u>6,2</u> 11,0	<u>3,0</u> 2,7
I <sub>пв</sub>	<u>19,2</u> 24,4	<u>9,3</u> 10,5	<u>7,7</u> 10,9	<u>2,2</u> 3,0
I <sub>рв</sub>	<u>23,9</u> 27,8	<u>10,0</u> 11,0	<u>7,3</u> 8,4	<u>6,6</u> 8,4
<i>Средний уровень окультуренности</i>				
I <sub>о</sub>	<u>20,4</u> 24,2	<u>9,5</u> 9,6	<u>7,0</u> 12,1	<u>3,9</u> 2,5
I <sub>пв</sub>	<u>20,2</u> 24,9	<u>9,9</u> 10,3	<u>8,3</u> 10,4	<u>2,0</u> 4,2
I <sub>рв</sub>	<u>26,6</u> 32,0	<u>11,0</u> 11,5	<u>8,4</u> 12,8	<u>7,2</u> 7,7
<i>Высокий уровень окультуренности</i>				
I <sub>о</sub>	<u>20,7</u> 27,7	<u>10,9</u> 11,5	<u>6,6</u> 10,4	<u>3,2</u> 5,8
I <sub>пв</sub>	<u>29,6</u> 33,1	<u>10,1</u> 10,8	<u>15,4</u> 16,5	<u>4,1</u> 5,8
I <sub>рв</sub>	<u>29,7</u> 35,1	<u>10,9</u> 11,6	<u>10,4</u> 14,0	<u>8,4</u> 9,5

НСР<sub>05</sub> для факторов: А — 1,59; В — 1,27; D — 1,12.

Система защиты растений также оказывала влияние на лежкоспособность клубней. Картофель лучше хранился при биотехнологической системе защиты. При этом в клубнях содержалось больше сухого вещества, крахмала, аскорбиновой кислоты, меньше нитратов, ниже был уровень дыхания. Очевидно, в результате положительных взаимодействий в агроценозе биотехнологическая система обеспечивала формирование более лежкоспособных клубней.

Следовательно, наиболее лежкоспособны клубни, выращенные при органической системе удобрения (или простым воспроизводстве плодородия), биотехнологической системе защиты на почвах среднего или низкого уровня окультуренности. На почвах высокого уровня окультуренности клубни плохо вызревали, ботва оставалась зеленой к моменту уборки, при хранении наблюдалась высокая интенсивность дыхания и увеличивались потери. Очевидно, в данном случае надо проводить уборку в более поздние сроки, что, однако, не всегда возможно в условиях Нечерноземной зоны.

Потери клубней при хранении в вариантах с расширенным воспроизводством плодородия увеличивались в большей степени не за счет естественной убыли, а за счет увеличения технического отхода. При этом возрастали потери и от развития абсолютной гнили.

Коэффициенты корреляции между общими потерями при хранении и некоторыми физиолого-биохимическими свойствами рас-

тений составили: в отношении к степени вызревания ботвы —  $0,54 \pm 0,1$ ; интенсивности дыхания клубней —  $0,47 \pm 0,21$ ; интенсивности их прорастания —  $0,34 \pm 0,18$ ; содержанию в клубнях крахмала —  $0,43 \pm 0,21$ ; сухого вещества —  $0,43 \pm 0,17$ .

Таким образом, теснота связи изученных физиолого-биохимических свойств растений и лежкоспособности клубней средняя, что говорит о сложном комплексном характере формирования этого признака, зависящего от действия и взаимодействия многих факторов.

### Выводы

1. Наибольшие урожан клубней картофеля получены на почвах среднего уровня окультуренности при простом или расширенном воспроизводстве плодородия. При высоких дозах минеральных удобрений на почвах высокого уровня окультуренности удлиняется вегетационный период, клубни плохо вызревают, потенциальная продуктивность растений не реализуется. Отрицательно влияет на формирование урожая (снижение урожайности, появление деформированных клубней) система расширенного воспроизводства плодородия на почвах низкой окультуренности, что, по-видимому, связано с дисбалансом режима питания. При органической системе удобрения продуктивность картофеля средняя, однако ростовые процессы своевременно завершаются и клубни хорошо вызревают.

2. Наиболее высоким содержанием сухого вещества, крахмала, аскорбиновой кислоты характе-



ризовались клубни, формирующиеся на почвах среднего или низкого уровня окультуренности при органической системе удобрения или системе расширенного воспроизводства плодородия и биотехнологической системе защиты. При этом в клубнях уменьшалось накопление нитратов, которое находилось в прямой зависимости от доз удобрений (корреляционное отношение 0,71). Во всех вариантах не наблюдалось превышения ПДК нитратов. Содержание белка в клубнях было стабильным (1,5—1,8%) и мало изменялось под влиянием агротехнических приемов. Самые низкие потребительские свойства клубней отмечены при расширенном воспроизводстве на почвах низкого уровня окультуренности.

3. Потери урожая при хранении в зависимости от агротехнических факторов в опыте колебались от 18,8 до 35,1%. При органической системе удобрения или простом воспроизводстве плодородия на почвах среднего или низкого уровня окультуренности они были значительно ниже (на 10,5%), чем при выращивании картофеля на почвах высокого уровня окультуренности и расширенной системе воспроизводства плодородия.

4. Биотехнологическая система защиты благоприятно влияла на лежкоспособность и потребительские свойства клубней. По-видимому, ее применение позволяет лучше использовать естественные регуляторные возможности агроэкосистем, чем применение интегрированной системы защиты.

5. Теснота связи лежкоспособности клубней картофеля и таких

физиолого-биохимических показателей, как содержание в клубнях нитратов, сухого вещества, крахмала, степень вызревания ботвы, интенсивность дыхания, — средняя.

6. По значимости (доля влияния) в формировании свойства лежкоспособности у клубней картофеля агротехнические факторы можно разместить в следующий убывающий ряд: уровень окультуренности почв (32%), система удобрения (30%), взаимодействие этих факторов (13%), система защиты растений (17%). На содержание в клубнях крахмала сильнее влияли системы (48%) и удобрения (19%), на содержание нитратов — система удобрения (50%) и уровень окультуренности почвы (15%).

### Рекомендации

1. На почвах низкого уровня окультуренности рекомендуется применять органическую систему удобрения или систему простого воспроизводства оптимальной технологической модели. Применение системы расширенного воспроизводства плодородия недопустимо из-за резкого снижения урожайности и качества продукции. На почвах высокого или среднего уровня окультуренности возможно применение всех систем удобрения, однако на почвах высокого уровня окультуренности необходимо использовать ранние и среднеранние сорта, а также агроприемы, ускоряющие созревание (сеникация и др.).

2. Для получения высококачественной экологически чистой продукции, в особенности для дет-

ского и лечебного питания, и продукции для длительного хранения (6—8 мес) целесообразно применять органическую систему удобрения, биотехнологическую систему защиты и выращивать картофель на почвах среднего или низкого уровней окультуренности.

3. Для получения максимальной урожайности в условиях Центрального района Нечерноземной зоны РФ рекомендуется выращивать картофель на почвах среднего уровня окультуренности при расширенном воспроизводстве плодородия почвы. На почвах высокого уровня окультуренности при данной системе удобрения вегетационный период затягивается и потенциальная продуктивность растений не реализуется.

4. Для хозяйств с низкой обеспеченностью энерго- и трудовыми ресурсами целесообразно использовать органическую систему удобрения или систему простого воспроизводства плодородия, биотехнологическую систему защиты.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Воловик А.С., Глез В.М.* Проблемы защиты картофеля. — Защита раст., 1994, № 9, с. 12—14. — 2. ГОСТ 7194—81. Картофель свежий. Правила приемки и методы определения качества. М., 1988. — 3. *Гусев С.А., Метлицкий Л.В.* Хранение картофеля. М.:

Колос, 1982. — 4. *Жученко А.А.* Проблемы адаптации в современном сельском хозяйстве. — С.-х. биол. Сер. Биол. раст., 1993, № 5, с. 3—35. — 5. *Корицунов А.В.* Управление величиной и качеством урожая картофеля при интенсивной технологии возделывания. — Автореф. докт. дис. М., 1989. — 6. *Ландшафтное земледелие. Ч. 1.* Курск, 1993. — 7. *Макаров П.П.* Картофелеводство России. — Вестн. РАСХН, 1992, № 6, с. 9—13. — 8. *Методика исследований по культуре картофеля / ВНИИКС. М., 1967.* — 9. *Методика физиолого-биохимических исследований картофеля / ВНИИКС. М., 1989.* — 10. *Минеев В.Г., Ремле Е.Х.* Аккумуляция пестицидов в сельскохозяйственных культурах в опытах с удобрениями. — Докл РАСХН, 1994, № 4, с. 20—22. — 11. *Моисеев Ю.В.* Перспективы хранения плодов и овощей. — Вестн. РАСХН, 1992, № 1, с. 67—71. — 12. *Писарев Б.А., Гусев С.А.* Актуальные вопросы хранения картофеля. — Защита раст., 1992, № 1, с. 17—19. — 13. *Постников А.Н.* Управление формированием урожая семенного картофеля и его качества с использованием нетрадиционных приемов выращивания. — Докт. дис. М., 1991. — 14. *Проведение исследований по хранению картофеля / ВАСХНИЛ. М., 1990.*

*Статья поступила 9 апреля  
1996 г.*

## SUMMARY

Productivity, resistance to phytopathogenes, quality and keeping ability of potato tubers were studied in complex multiple-factor experiment. Different variants of technology of growing are suggested depending on the aim of utilization, the supply of power- and labour resources on the farm, and initial soil fertility.