УДК 635.21

Н.А.ЖОРОВИН, д.-р техн. наук,
Н.А.КОРЗУН (БГИНХ)

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ

Интенсификация производства картофеля, получение экологически чистой продукции — важнейшие факторы, обеспечивающие получение высокого урожая хорошего качества. На примере трех наиболее распространенных в республике сортов картофеля (Ласунок, Темп и Лошицкий) авторами исследовалось влияние различных доз азотного удобрения в комплексе с фосфорно-калийным и органическим на урожайность и товарные свойства клубней, накопление в клубнях сухого вещества, нитратов, витамина С, сырого протеина, минеральных веществ (золы), кулинарные характеристики.

Картофель (урожай 1989 г.) выращен в производственных условиях. Каждый из трех сортов высаживали по следующим вариантам: 1) без удобрений (контроль); 2) N_{120}; 3) N_{240}; 4) навоз 50 т/га (фон); 5) фон + N_{120}; 6) фон + N_{240}; 7) фон + $P_{90}K_{120}$; 8) фон + $P_{120}K_{180}$; 9) фон + $N_{60}P_{90}K_{120}$; 10) фон + $N_{120}P_{90}K_{120}$; 11) фон + $N_{180}P_{90}K_{120}$; 12) фон + $N_{240}P_{90}K_{120}$; 13) фон + $N_{120}P_{120}K_{180}$; 14) фон + $N_{180}P_{120}K_{180}$; 15) фон + $N_{240}P_{120}K_{180}$.

Повторность каждого варианта четырехкратная, площадь учетной делянки 50 м^2. Расстояние между рядами 70 см, между кустами в ряду 35 см. Почва опытного участка — легкий суглинок, pH почвы 4,19...5,91 (среднее 5,36), содержание растворимых форм фосфора и калия (по Кирсанову) соответственно 10,5...31,4 (среднее 23,4) и 14,4...69,5 (среднее 45,8) мг на 100 г почвы, гумуса — 1,72...4,05 (среднее 2,44) %, сумма поглощенных оснований — 5,60...10,52 (среднее 7,55) мг/экв на 100 г почвы.

Метеорологические условия вегетационного периода были недостаточно благоприятны. В конце июля и в августе наблюдалось повышение температуры воздуха и недостаток влаги, что тормозило развитие клубней, накопление сухого вещества и крахмала и послужило, по-видимому, причиной массового поражения растений фитофторой.

Применяли прогрессивную агротехнику возделывания, рекомендованную БелНИИкартофелеводства и плодоовощеводства. В проведении анализов использовали общепринятые методики.

Получены следующие результаты:

1. Урожайность клубней. Исследуемые сорта (табл. 1) различаются как урожайностью, так и характером отзывчивости на удобрения. Наибольшая урожайность у преобладающего большинства вариантов сорта Ласунок: колебания 203,0 (контроль) —

Т а б л. 1. **Влияние удобрений на урожай и товарность клубней**

Номер варианта	Удобрение	Сорта картофеля					
		Ласунок		Темп		Лошицкий	
		Общий урожай, ц/га	В том числе товарные клубни, уд. %	Общий урожай, ц/га	В том числе товарные клубни, уд. %	Общий урожай, ц/га	В том числе товарные клубни, уд. %
1	Без удобрений (контроль)	203,0	79,7	99,4	58,8	130,5	54,6
2	N_{120}	295,0	70,1	171,0	58,3	157,8	71,3
3	N_{240}	279,0	75,3	168,0	61,0	174,8	62,5
4	Навоз 50 т/га—фон	320,0	71,8	215,7	73,3	262,8	69,3
5	Фон + N_{120}	373,3	82,1	261,8	69,5	276,0	72,5
6	Фон + N_{240}	320,0	76,4	242,9	70,0	278,3	71,5
7	Фон + $P_{90}K_{120}$	361,0	67,2	205,0	73,0	281,5	59,2
8	Фон + $P_{120}K_{240}$	350,0	69,3	220,0	67,6	301,1	62,2
9	Фон + $N_{60}P_{90}K_{120}$	348,0	64,9	224,4	72,1	269,2	66,5
10	Фон + $N_{120}P_{90}K_{120}$	384,0	65,9	215,2	69,8	320,4	71,0
11	Фон + $N_{180}P_{90}K_{120}$	331,5	67,9	247,0	75,5	335,5	66,6
12	Фон + $N_{240}P_{90}K_{120}$	331,0	69,5	239,3	77,7	295,2	69,2
13	Фон + $N_{120}P_{90}K_{180}$	357,2	66,9	227,0	70,7	351,9	70,3
14	Фон+$N_{180}P_{120}K_{180}$	349,5	74,0	269,5	66,0	315,7	78,1
15	Фон+$N_{240}P_{120}K_{180}$	354,1	68,9	263,9	70,3	322,5	75,2
	В среднем	330,4	71,3	190,1	68,9	271,5	68,0

384,0 (вар. 10), средняя урожайность — 330,4 ц/га, затем у вариантов сорта Лошицкий: колебания 130,5 (контроль) - 335,5 (вар. 11), средняя урожайность 271,5 ц/га. А самая низкая урожайность у вариантов сорта Темп: колебания 99,4 (контроль) — 269 (вар. 15), средняя урожайность — 190,1 ц/га.

Среди вариантов удобрений у всех сортов минимальная урожайность клубней в контроле (203,0 ц/га у сорта Ласунок, 99,4 ц/га у сорта Темп и 130,5 ц/га у сорта Лошицкий). Внесение одного азотного удобрения (как N_{120}, так и N_{240}) почти в равной мере повысило урожай клубней примерно в полтора раза у сорта Ласунок, в 1,7 — у сорта Темп и в 1,3 — у сорта Лошицкий. Внесение одного навоза (50 т/га, вар. 4) повысило урожай относительно контроля в 1,6 раза у сорта Ласунок и в два раза у сортов Темп и Лошицкий.

Т а б л. 2. Влияние удобрений на накопление сухого вещества и золы в клубнях картофеля, % на сырую массу клубня

Номер варианта	Удобрение	Содержание сухого вещества			Содержание золы		
		Сорт Ласунок	Сорт Темп	Сорт Лошицкий	Сорт Ласунок	Сорт Темп	Сорт Лошицкий
1	Без удобрений (контроль)	24,93	23,30	23,79	1,01	1,07	0,99
2	N_{120}	24,50	22,76	23,87	1,03	0,88	0,95
3	N_{240}	23,84	22,48	24,56	0,98	0,92	1,00
4	Навоз 50 т/га—фон	24,13	24,03	23,77	1,09	1,09	1,15
5	Фон + N_{120}	23,27	23,11	23,33	1,19	0,98	1,19
6	Фон + N_{240}	21,95	22,53	21,79	1,04	1,07	1,04
7	Фон + $P_{90}K_{120}$	23,26	24,53	23,75	1,14	1,04	1,11
8	Фон + $P_{120}K_{180}$	23,24	21,66	22,75	1,14	1,01	1,05
9	Фон + $N_{60}P_{90}K_{120}$	21,63	23,28	23,42	1,08	1,01	1,13
10	Фон + $N_{120}P_{90}K_{120}$	23,40	21,53	23,77	1,08	0,90	1,12
11	Фон + $N_{180}P_{90}K_{120}$	20,62	22,80	23,36	1,18	0,95	1,02
12	Фон + $N_{240}P_{90}K_{120}$	21,32	22,62	23,63	1,06	1,04	1,13
13	Фон + $N_{120}P_{90}K_{120}$	22,68	22,68	23,68	1,09	0,99	1,13
14	Фон + $N_{180}P_{120}K_{180}$	22,18	22,97	22,73	1,08	1,11	1,12
15	Фон + $N_{240}P_{120}K_{180}$	22,57	22,57	23,12	1,07	1,09	1,13

Увеличение урожайности клубней обусловило также дальнейшее усиление фона (навоз 50 т/га) за счет отдельных доз азотного удобрения, сочетания РК и полного NPK. При этом исследуемые сорта проявили неодинаковую отзывчивость на удобрения (в целом и на отдельные их варианты – сочетания). Наиболее весомую прибавку урожая дал сорт Лошицкий, менее значительна она у сортов Ласунок и Темп. Так, у сорта Лошицкий максимальное повышение урожайности клубней по отношению к фону при добавлении к нему минеральных удобрений составило 89 ц/га и наблюдалось при варианте 13, повышение 60 ...57...53...38 и 32 ц/га было соответственно при вариантах 15, 10, 14, 8 и 12, у остальных вариантов не превышало 20 ц/га. Аналогичное повышение урожайности у сорта Ласунок было 64 ц/га при варианте 10; 53, 41 и 37 при вариантах 5,7 и 13, а при остальных не превышало 30 ц/га. У сорта Темп подобное повышение урожайности клубней было 54 ц/га при варианте 14; 48 и 46 ц — при вариантах 15 и 16, а при остальных от 31 ц и менее.

Наиболее оптимальными (эффективными) по урожайности с учетом расхода удобрений и поддержания плодородия почвы оказа-

лись у сорта Ласунок варианты 9 и 10 (фон + $N_{60}P_{90}K_{120}$ и фон + + $N_{120}P_{90}K_{120}$), при которых урожай клубней достиг 348 и 384 ц/га. У сорта Темп такими вариантами оказались 14 и 15 (фон + + $N_{180}P_{120}K_{180}$ и фон + $N_{240}P_{120}K_{180}$) — урожай по ним 270 и 264 ц/га; у сорта Лошицкий - варианты 10 и 11 (фон + + $N_{120}P_{90}K_{120}$ и фон + $N_{180}P_{90}K_{120}$) - их урожай 320 и 335 ц/га. В общем урожае клубней удельная масса товарных, соответствующих нормам стандарта, составляет (колеблется по вариантам): у сорта Ласунок – от 65 (вар. 9) до 82 % (вар 5), у сорта Темп – от 59 (контроль) до 78 % (вар. 12) и у сорта Лошицкий - от 56 (контроль) до 78 % (вар. 14).

Отмечалась неодинаковая изменчивость товарной массы клубней у отдельных сортов картофеля по вариантам удобрений. У сорта Ласунок ее удельное содержание имеет тенденцию к снижению по мере увеличения вносимых удобрений, а у сортов Темп и Лошицкий обратное – увеличение удельной массы товарных клубней по мере повышения уровня питания. Неодинаковый характер отмеченных изменений товарности клубней по сортам картофеля объясняется следующим обстоятельством. У сорта Ласунок в числе нетоварных была примерно половина и более загнивших клубней. Микробиологической порче в большей мере подвергались клубни повышенных фонов удобрения, в частности азотного. Это и обусловило снижение товарной массы у данного сорта по мере повышения уровня удобрений. У сортов Темп и Лошицкий загнивших клубней вообще не было, а по мере увеличения доз удобрений рост и созревание клубней у этих сортов задерживались (так как разрасталась ботва), что не позволило накопить нормальный урожай в связи с неблагоприятной погодой в августе месяце и отмиранием ботвы.

2. Накопление сухого вещества. По накоплению сухого вещества сорта заметно различаются своей отзывчивостью к удобрениям (табл. 2). У сорта Ласунок больше сухого вещества в клубнях накоплено при вариантах без удобрений, N_{120}, N_{240} и навоз 50 т/га, т.е. более обедненных по удобренности почвы. Минимальное содержание сухого вещества в клубнях оказалось при вариантах с повышенным минеральным питанием (на фоне навоза: 11—15) и среднее — у большинства вариантов средней удобренности (5, 7, 8, 10). Таким образом, по сорту Ласунок наблюдается обратная связь между содержанием сухого вещества и массой внесенного удобрения.

У сорта Темп среди других вариантов несколько больше сухого вещества синтезировано в клубнях при вариантах без удобрений, навоз 50 т/га, фон + N_{120}, фон + $P_{90}K_{120}$ и фон + $N_{60}P_{90}K_{120}$, т.е. в основном при вариантах без азотного удобрения и лишь при двух вариантах с азотным, да и то минимальной его дозой. При всех остальных вариантах содержание сухого вещества в клубнях меньше, а при абсолютном большинстве - примерно одинаковое, хотя

варианты и отличаются по уровню азотного питания и по общей удобренности. В данном случае налицо проявление обратной связи между накоплением сухого вещества и азотным удобрением, причем в определенной мере ограниченной его уровнем.

У сорта Лошицкий содержание сухого вещества в клубнях при абсолютном большинстве вариантов примерно одинаковое или близкое между собой. И лишь при вариантах 3, 6, 8 и 9 оно отклоняется от остальных вариантов в пределах 1 % в ту или другую сторону. Как видно, какого-либо закономерного влияния удобрений на накопление сухого вещества у данного сорта не проявилось.

Неодинаковая отзывчивость сортов на удобрения по признаку накопления сухого вещества в клубнях обусловлена их неодинаковыми биологическими свойствами (особенностями). Так, сорт Ласунок по сравнению с другими сортами является более ранним по сроку созревания и к тому же оказался более устойчив к фитофторе (позже был поражен болезнью). В результате более четко проявилось отмеченное выше влияние удобрений (высокие дозы азота способствовали в большей мере разрастанию ботвы и тормозили накопление сухого вещества). У сортов Темп и Лошицкий, как более поздних и оказавшихся менее устойчивыми к фитофторе, действие разных доз азотного удобрения существенно не повлияло на накопление сухого вещества.

В целом колебания содержания сухого вещества в клубнях по вариантам удобрений выглядят у сортов следующим образом, %: сорт Ласунок — 20,62 (вар. 11) — 24,93 (вар. 1); сорт Темп — 21,53 (вар. 10) — 24,63 (вар. 7) и сорт Лошицкий — 21,79 (вар. 6) — 24,56 (вар. 3).

3. Остаточное содержание нитратов. Содержание нитратов в клубнях по вариантам удобрений у отдельных сортов колеблется в пределах (мг/кг сырой массы клубня): 55 (вар. 1) — 129 (вар. 11) у сорта Ласунок, 64 (вар. 1) — 155 (вар. 10) у сорта Темп и 97 (вар. 1) — 151 (вар. 6) у сорта Лошицкий. У всех трех сортов меньше всего остаточное содержание нитратов при вариантах контроль, фон, N_{120}, фон + РК и фон + $N_{60}P_{90}K_{120}$ (не превышало 100 мг/кг). Повышенное содержание отмечено у остальных вариантов, чаще всего по мере повышения дозы азотного удобрения. У сорта Ласунок у всех вариантов нитратов заметно меньше, чем соответственно у вариантов сортов Темп и Лошицкий (табл. 3).

4. С-витаминность клубней. В процессе исследования определялось содержание витамина С в свежевыкопанных клубнях - 10 сентября, затем дважды в процессе хранения; 30 сентября и 20 декабря (в интервале через 50 дней каждый раз, табл. 4). В свежевыкопанных клубнях колебания по вариантам удобрений составили, мг %: 13,9 (вар. 11) — 19,7 (вар. 2) у сорта Ласунок, 18,3 (вар. 13) — 23,9 (вар. 15) у сорта Темп и 19,0 (вар. 10) — 25,2 (вар. 3) у сорта Лошицкий. Соответственно в октябре и декабре они были: у сорта Ласунок 11,3 (вар. 8) — 17,4 (вар. 1) и 10,0 (вар. 12) — 15,1 (вар. 1), у сорта Темп 11,5 (вар. 7) — 18,8

Т а б л . 3. Влияние удобрений на накопление сырого протеина и нитратов в клубнях и на кулинарные характеристики картофеля

Номер варианта	Удобрение	Содержание сырого протеина, %		Содержание нитратов, мг/кг			Кулинарные характеристики, балл		
		Сорт Ласунок	Сорт Лошицкий	Сорт Ласунок	Сорт Темп	Сорт Лошицкий	Сорт Ласунок	Сорт Темп	Сорт Лошицкий
1	Без удобрений (контроль)	1,69	2,49	55	64	97	5	3,5	4
2	N_{120}	2,09	2,46	66	79	99	5	3,5	3
3	N_{240}	2,27	2,52	93	135	113	3	3	3
4	Навоз 50 т/га—фон	1,79	2,44	49	79	105	4	3	3
5	Фон + N_{120}	1,97	2,54	69	112	145	3	3	3
6	Фон + N_{240}	2,20	2,77	125	129	151	3	2	2
7	Фон + $P_{90}K_{120}$	1,83	2,10	69	83	85	3	3	3
8	Фон + $P_{120}K_{180}$	1,86	2,13	75	112	88	4	2	3
9	Фон + $N_{60}P_{90}K_{120}$	2,11	2,23	93	95	112	3,5	3	3
10	Фон + $N_{120}P_{90}K_{120}$	2,32	2,51	89	155	129	3	2	2
11	Фон + $N_{180}P_{90}K_{120}$	2,27	20,79	129	145	138	3	2	2
12	Фон + $N_{240}P_{90}K_{120}$	2,27	2,67	127	136	130	2	2	2
13	Фон + $N_{120}P_{120}K_{180}$	2,21	2,57	107	138	126	4	3	3
14	Фон + $N_{180}P_{120}K_{180}$	2,18	2,78	92	122	143	4	3	2
15	Фон + $N_{240}P_{120}K_{180}$	2,16	2,81	104	138	133	3	3,5	2

(вар. 12) и 10,9 (вар. 8) — 14,1 (вар. 1) и у сорта Лошицкий 13,3 (вар. 4) — 18,8 (вар. 3) и 12,9 (вар. 14) — 16,4 (вар. 2).

Характер изменений содержания витамина С в клубнях по вариантам удобрений, как видно, несколько различен у отдельных сортов картофеля. У сортов Ласунок и Лошицкий во все сроки заметно больше витамина у вариантов менее удобренных, чем у вариантов повышенной удобренности. У сорта Темп С-витаминность клубней довольно одинакова у всех вариантов. В процессе хранения картофеля С-витаминность существенно снижалась. За три месяца потери составили в среднем около 30 % первоначальной активности у сортов Ласунок и Лошицкий и 40 % — у сорта Темп. Различия между вариантами после трехмесячного хранения уменьшились вследствие несколько больших потерь у клубней вариантов с большим исходным содержанием витамина С.

5. С о д е р ж а н и е с ы р о г о п р о т е и н а. Накопление сырого протеина изменяется по вариантам (см. табл. 3): у сорта Ласунок в пределах 1,69 (вар. 1) — 2,32 % (вар. 10); у сорта Лошицкий — 2,10 (вар. 7) — 2,81 (вар. 15). При этом более низкое со-

Т а б л. 4. С-витаминность свежевыкопанных клубней сортов картофеля по вариантам удобрений, мг %

Номер варианта	Удобрение	Сорт Ласунок			Сорт Темп			Сорт Лошицкий		
		10.09	30.10	20.12	10.09	30.10	20.12	10.09	30.10	20.12
1	Без удобрений (контроль)	19,6	17,4	15,1	18,9	17,6	14,1	24,8	18,5	15,8
2	N_{120}	19,7	15,3	12,7	20,8	16,2	11,5	25,1	16,6	16,4
3	N_{240}	18,5	14,2	11,3	20,8	16,4	12,1	25,2	18,8	16,2
4	Навоз 50 т/га—фон	17,5	13,6	11,2	18,7	16,3	11,8	19,5	13,3	15,3
5	Фон + N_{120}	16,8	12,6	10,4	20,5	18,5	11,5	21,3	16,2	13,6
6	Фон + N_{240}	15,0	12,1	10,9	22,5	16,2	11,1	22,6	15,2	14,6
7	Фон + $P_{90}K_{120}$	14,6	12,2	11,1	21,7	11,5	11,4	23,3	17,1	14,7
8	Фон + $P_{120}K_{180}$	16,7	11,3	10,7	21,7	12,4	10,9	22,5	18,8	15,2
9	Фон+$N_{60}P_{90}K_{120}$	15,6	12,8	10,3	19,2	13,7	11,7	22,2	17,5	15,2
10	Фон + $N_{120}P_{90}K_{120}$	16,2	11,7	10,8	20,6	14,2	12,9	19,0	16,9	15,0
11	Фон+$N_{180}P_{90}K_{120}$	13,9	11,6	10,3	20,1	14,8	11,2	24,4	15,1	14,1
12	Фон+$N_{240}P_{90}K_{120}$	15,1	11,5	10,0	19,6	18,8	13,2	19,3	19,4	15,1
13	Фон+$N_{120}P_{120}K_{180}$	15,8	12,3	10,2	18,3	15,0	10,9	21,6	15,9	13,8
14	Фон+$N_{180}P_{120}K_{180}$	13,9	12,5	10,0	21,5	14,0	13,3	20,6	16,2	12,9
15	Фон+$N_{240}P_{90}K_{180}$	15,3	11,5	10,2	23,9	13,8	11,5	21,0	15,9	13,3

держание сырого протеина наблюдается при вариантах без применения азотного минерального удобрения (контроль, навоз 50 т/га фон + РК) и заметно большее — у всех остальных вариантов, где использовано азотное удобрение, причем в основном в равной мере независимо от его дозы.

6. Содержание золы. Содержание золы в клубнях по вариантам удобрений (см. табл. 2) колеблется в следующих пределах, %: у сорта Ласунок 0,98 (вар. 3) — 1,19 (вар. 5), у сорта Темп - 0,88 (вар. 2) — 1,11 (вар. 14) и у сорта Лошицкий — 0,95 (вар. 2) — 1,19 (вар. 5). Различия между предельными значениями содержания золы по вариантам у всех трех сортов не превышают 0,2 %. Если исключить крайние значения, т.е. минимальные и максимальные, то у абсолютного большинства вариантов они составляют не более 0,1 %. Поэтому и не прослеживается какого-либо закономерного влияния удобрений на накопление минеральных веществ в клубнях. Сопоставляя между собой сорта относительно вариантов удобрений, можно отметить несколько меньшую склонность сорта Темп к накоплению золы.

7. Кулинарные характеристики сортов Ласунок, Темп и Лошицкий по вариантам удобрений. Их оценивали по вареному картофелю, при этом руководствовались общепринятыми методическими разработками. Характеризовались основные показатели вареного картофеля (внешний вид клубней, их развариваемость, консистенция мякоти, вкус, устойчивость к потемнению), по которым в заключении давалась общая оценка в баллах (см. табл. 3).

Как следует из данных исследования, степень удобренности почвы существенно сказывается на кулинарных характеристиках сортов. У всех трех сортов, как правило, по мере повышения дозы удобрения они снижаются. В частности, у сорта Ласунок, обычно обладающего отличными кулинарными характеристиками при умеренном удобрении, в нашем опыте они изменялись по вариантам от отличных (5 баллов) до плохих (2 балла). Отличными были у вариантов контроль и N_{120}, хорошими у вариантов навоз 50 т/га (фон), фон + $P_{120}K_{180}$, фон + $N_{120}P_{120}K_{180}$ и фон + $N_{180}P_{120}K_{180}$. У остальных вариантов кулинарные характеристики оценены в 3 балла, а вариант фон + $N_{240}P_{90}K_{120}$ — в 2. Прослеживается, как видно, отрицательное влияние высоких доз азотного удобрения.

Кулинарные характеристики сортов Темп и Лошицкий были оценены как удовлетворительные и плохие соответственно внесенным дозам азотного удобрения. Невысокие кулинарные характеристики этих сортов в урожае 1989 г. (обычно хорошие и отличные) обусловлены неблагоприятными погодными условиями, не позволившими нормально пройти стадии роста, развития и созревания, накопить свойственную им высокую крахмалистость, а следовательно, приобрести высокие кулинарные характеристики.

Таким образом, удобрения оказывают существенное влияние на урожайность клубней и важнейшие их потребительские свойства: накопление сухого вещества, сырого протеина нитратов, кулинарные характеристики.

Наиболее оптимальным вариантом, обеспечивающим достаточно высокий урожай и хорошие потребительские качества (с учетом поддержания необходимого плодородия почвы), является содержание азота 60...120 кг/га (на фоне $P_{90}K_{120}$ и навоза 50 т/га).

Результаты исследования будут использованы в производстве картофеля.