

УДК: 635.21: 631.816.2

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА КАЧЕСТВО КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ

Э. Э. Браун, доктор с.-х. наук, профессор

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана

Картоп түйнектері сапасы көбінесе сорттың биологиялық ерекшеліктеріне, тыңайтқыштарға және суару режиміне байланысты болатыны экспериментальдық жолмен анықталды. Тыңайтқыштар және суару режимі бір-бірімен тығыз байланысты және картоп түйнектердегі крахмал, С-витамині және қант мөлшеріне әсер берумен қатар оның иісіне, дәміне, ылғалдылығына және оның ішкі жұмсағының сұрлануына әсер етеді.

Экспериментальным путем установлено, что качество клубней картофеля во многом зависит от биологических особенностей сорта, удобрений и режима орошения. Удобрения и режим орошения тесно взаимосвязаны и влияют не только на содержание крахмала, витамина С, сумму сахаров, но и на запах, вкус, влажность и потемнение мякоти.

By experimental way, it was determined that quality of potatoe tubers depends much from biological peculiarities of sort, fertilizers and irrigation regime. Fertilizers and irrigation regime closely connected and influence not only contents of amylum, vitamin C, saccharum sum, but smell, taste, moisture and flesh darkness as well.

На повышение урожайности и качества клубней влияют различные факторы. Пищевые качества клубней картофеля во многом зависят от генетических особенностей сорта и условий его выращивания. Многолетними исследованиями установлено, что на урожайность и качество клубней влияют густота и сроки посадки, качество семенных клубней, способы их подготовки, режим орошения, удобрения, сроков их внесения и другие факторы.

Картофель возделывали в условиях орошения. В период вегетации наблюдали за ростом и развитием растений, формированием ассимиляционной поверхности листьев, интенсивностью фотосинтеза, определяли структуру урожая. Содержание крахмала определяли по удельному весу и антроновым методом, сахаров антроновым методом и по Бертрану, витамин С – по Прокошеву.

Растительные образцы для определения структуры урожая, пищевых и кулинарных качеств клубней отбирали с опытных делянок по методике НИИ картофельного хозяйства.

Различали следующие степени разваримости клубней: слабая, средняя, сильная и неразваримые клубни. Степень мучнистости и восковидности устанавливали визуально, различая картофель: восковидный, слабовосковидный, слабомучнистый, мучнистый, сильномухнистый. По степени влажности мякоти выделяли: очень влажную мякоть, влажную, слабовлажную, довольно сухую, сухую.

Оценку вкуса производили с солью, но без масла по пятибалльной системе: отличный – 5 баллов, очень хороший – 4, хороший – 3, удовлетворительный – 2, плохой – 1 балл. Запах определяли по трехбалльной шкале: приятный – 3 балла, удовлетворительный – 2, неприятный – 1 балл.

Потемнение поверхности клубня и цвет мякоти вареных клубней оценивали сразу после варки и через 2 часа. Степень потемнения определяли по шкале: не темнеет – 3 балла, слабо темнеет – 2 балла, сильно темнеет – 1 балл.

Содержание белка определяли фотоколориметрическим методом с использованием красителя оранж «Ж».

Нитратов – потенциометрическим методом с применением ионоселективных электродов.

Результаты исследований показали, что уровень питания растений оказывает значительное влияние на качество клубней картофеля (особенно раннего). Внесение фосфорных удобрений (особенно в больших дозах) с азотными и калийными удобрениями в малых дозах повышало товарность на 3,5-15,2 %.

Наиболее высокий урожай и сбор крахмала получены при внесении $N_{60}P_{120}K_{60}$. Хорошие показатели отмечены и при внесении NPK соотношения 1:1,5:1. Повышение дозы калия до 150 кг/га снижало урожай и его качество. Это можно объяснить отрицательным действием повышенной дозы хлора, внесенного при этом в почву.

Сильное ухудшение кулинарных и вкусовых качеств клубней отмечено при внесении азота и калия без фосфора. Клубни этих вариантов при варке не разваривались, имели наименьшую мунистость и повышенную влажность мякоти. Вкус этих клубней был значительно хуже, чем при внесении полного минерального удобрения. Наиболее высокие кулинарные и пищевые качества клубней отмечены при внесении NPK в соотношении 1:2:1 и 1:1,5:1 (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние условий минерального питания на пищевые и кулинарные качества клубней раннего картофеля (сорт Приекульский ранний)

№	Вариант опыта	Содержание крахмала, %	Выход крахмала, ц/га	Витамин С, мг% на 100 г сырой массы	Сумма сахаров, % на сухое вещество	Запах	Вкус	Влажность мякоти	Потемнение мякоти
						Балл			
1.	Без удобрений	12,6	12,16	20,66	4,01	3,0	4,0	Слабо влажная	3,0
2.	P ₆₀ K ₆₀	11,5	14,20	20,35	3,83	3,0	4,0	То же	3,0
3.	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	11,4	14,99	20,36	3,98	3,0	4,0	То же	3,0
4.	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	11,3	14,00	20,33	4,29	2,5	3,5	То же	3,0
5.	P ₁₂₀ K ₁₂₀	11,9	15,17	20,43	3,76	3,0	4,0	То же	3,0
6.	N ₉₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	12,2	15,36	20,17	3,88	2,8	4,0	То же	3,0
7.	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	11,6	14,94	19,83	4,33	2,5	3,5	То же	3,0
8.	N ₆₀ K ₆₀	10,8	11,21	18,89	5,18	2,0	3,0	Влажная	3,0
9.	N ₆₀ P ₉₀ K ₆₀	12,2	17,97	20,75	3,74	3,0	4,0	Довольно сухая	3,0
10.	N ₆₀ P ₁₂₀ K ₆₀	12,2	19,11	20,81	3,70	3,0	4,0	Довольно сухая	3,0
11.	Без удобрений	12,6	12,55	20,87	4,00	3,0	4,0	Слабо влажная	3,0
12.	N ₉₀ K ₁₂₀	10,6	10,42	18,89	5,44	2,0	3,0	Влажная	3,0
13.	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	11,4	13,68	20,17	4,54	2,5	3,5	Слабо влажная	3,0
14.	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	11,4	14,76	20,18	4,52	2,6	3,5	То же	3,0
15.	N ₆₀ P ₆₀	11,5	13,06	20,12	3,84	3,0	4,0	То же	3,0
16.	N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	11,6	12,91	20,16	3,99	2,8	4,0	То же	3,0
17.	N ₆₀ P ₉₀ K ₁₂₀	11,6	13,07	20,15	3,89	2,9	4,0	То же	3,0
18.	N ₉₀ P ₁₂₀	11,7	13,36	20,24	3,76	3,0	4,0	То же	3,0
19.	N ₉₀ P ₁₂₀₀ K ₉₀	11,9	17,22	20,85	3,78	3,0	4,0	Довольно сухая	3,0
20.	N ₉₀ P ₁₂₀₀ K ₁₅₀	11,6	12,97	19,60	5,16	2,0	3,0	Влажная	2,0

При внесении азота и калия больше, чем фосфора, наблюдается снижение содержания крахмала в клубнях; наименьшее оно оказалось при внесении азота и калия без фосфора. Самое высокое содержание крахмала получено на контрольном варианте, то есть без удобрений.

Удобрения влияли на содержание сахаров в клубнях. Внесение фосфора снижало их содержание, а азота и калия без фосфора, наоборот, увеличивало. Наибольшее содержание сахаров отмечено при внесении $N_{90}K_{120}$, $N_{60}K_{60}$ и $N_{90}P_{120}K_{150}$. При этом отмечено, что чем больше сахаров содержится в клубнях, тем хуже запах и вкус картофеля, его разваримость и мунистость.

Незначительное потемнение клубней после варки наблюдали только в одном варианте – при внесении 150 кг/га калия, что, видимо, объясняется действием не калия, а хлора, внесенного в почву с удобрениями.

Установлена положительная роль органических удобрений в улучшении вкусовых качеств картофеля. Внесение 30 т/га перегноя несколько повышало содержание крахмала в клубнях (на 0,2-0,6 %), увеличило его выход с 1 га, повышало содержание витамина С и снижало содержание сахаров. Несколько нейтрализовалось вредное влияние хлора, внесенного в почву с удобрениями. Улучшались запах, вкус и разваримость.

При совместном внесении органических и минеральных удобрений ухудшение кулинарных и пищевых качеств клубней отмечено в тех же вариантах, что и при внесении одних минеральных удобрений, хотя внесение перегноя 30 т/га вызвало заметное улучшение пищевых и кулинарных качеств картофеля.

На качество клубней большое влияние оказывают как дозы удобрений и соотношения в них элементов питания, так и режимы орошения. Но это влияние неидентичное для разных сортов картофеля. Так, среднепоздний сорт Лорх в условиях жаркого климата сильнее реагирует на уровень увлажнения, а среднеспелый сорт Гатчи на уровень питания.

Самые низкие качественные показатели по питательной ценности клубней были получены при поддержании предполивной влажности почвы на уровне 65-75-65 % НВ (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние уровня питания и режима орошения на питательность клубней сорта Лорх (среднее за 3 года)

Режим орошения	Уровень питания	Товарность урожая, %	Содержание в клубнях			
			сухого вещества, %	крахмала, %	витамина С, %	общего сахара, %
65-75-65% НВ	Без удобрений	77,8	22,6	17,8	16,4	0,64
	N ₆₀ P ₁₂₀ K ₆₀	83,6	23,0	18,0	17,2	0,66
	N ₉₀ P ₁₂₀ K ₆₀	81,4	22,0	17,6	16,3	0,68
	N ₉₀ P ₁₅₀ K ₆₀	83,4	22,2	17,5	16,1	0,66
	N ₁₂₀ P ₁₈₀ K ₉₀	79,2	21,8	17,0	16,0	0,68
	N ₁₅₀ P ₁₈₀ K ₉₀	77,8	21,4	16,9	15,8	0,70
75-85-75% НВ	Без удобрений	87,4	22,4	17,5	16,6	0,66
	N ₆₀ P ₁₂₀ K ₆₀	91,8	22,8	17,9	17,0	0,69
	N ₉₀ P ₁₂₀ K ₆₀	91,8	22,2	17,6	17,0	0,71
	N ₉₀ P ₁₅₀ K ₆₀	91,6	22,0	17,6	16,9	0,70
	N ₁₂₀ P ₁₈₀ K ₉₀	90,3	21,3	16,8	16,6	0,74
	N ₁₅₀ P ₁₈₀ K ₉₀	89,0	20,7	16,2	16,3	0,78

При низком уровне увлажнения почвы (65-75-65% НВ) наибольшая товарность клубней отмечена при внесении N₆₀P₁₂₀K₆₀, на 5,8% выше, чем без удобрений. В этом варианте получено самое высокое содержание в клубнях сухого вещества, крахмала и витамина С.

Дальнейшее повышение дозы удобрений, особенно при изменении соотношений азота к фосфору в пользу азота, наблюдается тенденция снижения товарности урожая, сухих веществ и крахмала в клубнях.

При внесении высокой дозы удобрений N₁₅₀P₁₈₀K₉₀ на пониженном фоне увлажнения (65-75-65 % НВ) товарность урожая была на уровне неудоженного варианта, а содержание сухих веществ в клубнях снизилось на 1,2 %, крахмала – на 0,9 %, витамина С – на 0,6 мг%.

При повышении влагообеспеченности возрастала и товарность клубней. Повышенный режим орошения (75-85-75 % НВ) обеспечил увеличение товарности урожая на неудоженном варианте на 9,6 %, а на удобренных на 8,2-11,2 % по сравнению с пониженной влагообеспеченностью (65-75-65 % НВ). Но при этом наблюдается незначительное снижение в клубнях сухих веществ (на 0,2-0,7 %), крахмала (на 0,1-0,7 %) и повышение витамина С (на 0,2-0,8 % мг%).

Самая высокая урожайность и товарность клубней при повышений обеспеченности влагой получены при внесении удобрений в дозе N₉₀P₁₂₀K₆₀, т.е. внесение N, P, K в соотношении 1,5:2:1, тогда как при пониженном режиме орошения в соотношении 1:2:1. Это говорит о том, что при оптимальном водоснабжении снижается отрицательное действие высоких доз азотных удобрений, четко проявляется положительное взаимодействие полива и удобрений на отдельные структуры качества клубней.

Реакция среднеспелого сорта Гатчинский на уровень питания и режим орошения несколько иная, чем среднепозднего сорта Лорх, на общая закономерность та же (таблица 3). Однако товарность урожая этого сорта значительно выше, чем у среднепозднего сорта Лорх. Так, при пониженном увлажнении (65-75-65 % НВ) товарность клубней на неудобренном варианте составила 82,8 %, а при повышенном режиме орошения – 94,2 %, что соответственно выше, чем по сорту Лорх на 5,0 и 6,8 %. На удобренных вариантах это превышение составило от 6,0 до 7,2 %. Самая высокая товарность клубней при пониженном режиме орошения, как по сорту Лорх, отмечена при внесении удобрений в дозе $N_{60}P_{120}K_{60}$, а при повышенной влагообеспеченности – в дозе $N_{90}P_{150}K_{90}$.

Таблица 3 – Влияние уровня питания и режима орошения на питательную ценность клубней сорта Гатчинский

Режим орошения	Уровень питания	Товарность урожая	Содержание в клубнях			
			Сухого вещества, %	Крахмала, %	Витамина С, мг %	Общего сахара, %
65-75-65% НВ	Без удобрений	82,0	24,4	18,0	18,4	0,65
	$N_{60}P_{120}K_{60}$	89,6	25,2	18,2	18,9	0,66
	$N_{90}P_{120}K_{60}$	86,6	24,8	18,0	18,0	0,67
	$N_{90}P_{150}K_{60}$	88,4	25,4	18,3	18,9	0,66
	$N_{120}P_{180}K_{90}$	85,2	24,6	18,0	18,0	0,68
	$N_{150}P_{180}K_{90}$	80,8	24,4	17,8	18,2	0,68
75-85-75% НВ	Без удобрений	94,2	25,0	18,0	19,2	0,67
	$N_{60}P_{120}K_{60}$	98,6	25,6	18,3	20,2	0,69
	$N_{90}P_{120}K_{60}$	96,4	25,6	18,4	19,8	0,70
	$N_{90}P_{150}K_{60}$	98,8	26,0	18,8	20,4	0,70
	$N_{120}P_{180}K_{90}$	95,3	25,2	18,6	19,8	0,74
	$N_{150}P_{180}K_{90}$	94,2	25,0	17,6	19,9	0,76

Внесение высокой дозы удобрений ($N_{150}P_{180}K_{90}$) при пониженном режиме орошения вызвало снижение товарности урожая по сравнению с неудобренным вариантом на 2 %, а при повышенном режиме увлажнения она была одинаковой. Такое явление, на наш взгляд, объясняется тем, что при высоких дозах удобрений развивается мощная ботва, которая при недостаточной влагообеспеченности вынуждена тратить часть запасов пластических веществ на дыхание. И кроме того, удлинняя длину вегетационного периода, высокие дозы удобрений способствовали формированию большого числа мелких, еще не вызревших клубней.

Самое высокое содержание в клубнях сухих веществ, крахмала и витамина С было получено при внесении удобрений в дозе $N_{90}P_{150}K_{90}$ и повышенном режиме увлажнения. Дальнейшее повышение дозы удобрений приводило к снижению товарности клубней на 4,6 %, крахмала на 1,0 % и витамина С на 1,2 мг %.

Наилучшим соотношением N:P:K для среднеспелого сорта Гатчинский является -1,5:2:1. Более высокие дозы или нарушение этого соотношения питательных элементов при высокой влагообеспеченности вело к ухудшению качества клубней. Объясняется это, видимо, тем, что в условиях оптимальной влагообеспеченности и усиленном азотном или азотно-калийном питании и недостаточном фосфорном начинается излишнее развитие ботвы (жирование), при котором значительная часть образующихся углеводов расходуется на рост надземной массы в ущерб клубненакоплением. Избыточное внесение азота часто приводит к недостаточной зрелости клубней, что снижает процент крахмала.

Высокое содержание в картофеле крахмала повышает не только пищевую ценность, но и вкус и широту кулинарного использования сорта. Но кулинарные свойства определяются и такими качествами, как разваримость, мучнистость, цвет, вкус и другими. На все эти качества определенным образом влияет целый ряд факторов, в т.ч. удобрения и влагообеспеченность.