

УДК 633.491:631.811:631.547.6

## **ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ И КАЧЕСТВО КЛУБНЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ ПИТАНИЯ И СЕНИКАЦИИ**

**А. Н. ПОСТНИКОВ, Г. Н. БУХТИНА**

**(Кафедра растениеводства)**

Установлено, что в условиях Центрального района Нечерноземной зоны РСФСР внесение повышенных норм минеральных удобрений под картофель среднепоздних сортов приводит к чрезмерному развитию надземной массы, увеличению продолжительности вегетационного периода, снижению продуктивности растений и качества клубней.

Сеникация посевов 30 % раствором ЖКУ за 15 дней до уборки ускоряет старение ботвы и повышает продуктивность растений среднепоздних сортов на повышенном агрофоне. При этом значительно улучшаются биохимические показатели клубней: содержание крахмала повышается на 1,5—2,5 %, содержание нитратов снижается в 1,4—2,0 раза.

Применение возрастающих доз минеральных удобрений способствует росту урожайности картофеля, но в ряде случаев наблюдается ухудшение качества клубней. В частности, в них снижается содержание крахмала, ухудшаются вкус, кулинарные свойства и другие показатели. При уровне питания выше оптимального наблюдается чрезмерное развитие надземной массы, в том числе ассимиляционного аппарата. Отток пластических веществ из листьев в запасающие органы — клубни ослабевает, интенсивность накопления крахмала снижается. Снижение крахмалистости клубней, отмечаемое при внесении высоких норм азотных удобрений, обусловлено также удлинением вегетационного периода культуры [1, 4, 10, 12].

При фактической длине вегетационного периода в Центральном районе Нечерноземной зоны РСФСР 90—110 дней картофель среднепоздних, а в отдельные годы и среднеспелых сортов часто убирают при зеленой ботве, в результате недобирается значительная часть урожая, снижается выход крахмала с единицы площади.

У ранних сортов картофеля, как правило, уменьшения крахмалистости от внесения минеральных удобрений не наблюдается, так как к уборке растения успевают закончить вегетацию. И все же, по мнению

А. В. Коршунова [3], М. А. Бардышева [2], увеличение норм азотных удобрений под картофель даже этих сортов не должно быть безграничным. Излишек азота всегда нарушает обмен веществ, что приводит к жированию ботвы, удлинению вегетационного периода, задержке или прекращению оттока углеводов из ботвы в клубни.

В исследованиях [13] установлено, что внесение каждого килограмма N сопровождается уменьшением содержания крахмала в клубнях на 0,007 %, увеличением количества сырого протеина и нитратов. Последние могут оказать вредное влияние на здоровье человека и животных, попадая в организм, они восстанавливаются до нитритов, а те, в свою очередь, преобразуют гемоглобин крови в метгемоглобин, который не способен выполнять роль переносчика кислорода. В связи с этим клубни, содержащие  $\text{NO}_3$  в которых меньше 100 мг/л, авторы предлагают относить к I категории качества, 100—300 мг/л — ко II. Картофель с содержанием  $\text{NO}_3$ , превышающим 300 мг/л, не подлежит продаже.

В СССР установлена предельно допустимая концентрация (ПДК) нитратов — 80 мг на 1 кг сырой массы продукции [6]. Исследования последних лет показали, что накопление нитратов до уровней, представляющих опасность с санитарно-гигиенической точки зрения, обусловлено также биологическими особенностями культуры, погодными условиями, свойствами почвы.

По данным [11], избыток калия также вызывает усиление накопления в клубнях нитратного азота. Фосфор, наоборот, усиливает переработку небелковых азотистых соединений в белки и тем самым способствует снижению содержания в клубнях нитратов.

Содержание нитратов в клубнях картофеля в значительной мере зависит и от степени их физиологической спелости. По мере созревания клубней картофеля содержание нитратов в них снижается. Исходя из этого, не рекомендуется убирать продовольственный картофель слишком рано, в противном случае качество клубней может быть низким [5].

Одним из эффективных приемов ускорения вегетации растений является сеникация — обработка посевов растворами минеральных удобрений. В предыдущей статье приведены данные о влиянии сеникации при различных уровнях питания на формирование урожая картофеля среднепоздних сортов Лорх и Бирюза, структуру урожая и сохранность клубней в зимне-весенний период [7]. В настоящей статье рассматриваются продуктивность растений и содержание крахмала и нитратов в клубнях картофеля этих сортов в зависимости от фона питания и сеникации.

## Методика

Полевые исследования проводили в 1983—1985 гг. на Опытной станции полеводства Тимирязевской академии. Почва дерново-подзолистая среднесуглинистая, содержание легкогидролизуемого азота (по Тюрину) 5,8—6,4; фосфора (по Кирсанову) 11,9—35,8; калия (по Масловой) 4,1—6,6 мг на 100 г;  $\text{pH}_{\text{сол}}$  5,8—6,0. Выращивали районированные в Московской области среднепоздние сорта картофеля Лорх (1983—1985 гг.) и Бирюза (1984 и 1985 гг.). Предшественник картофеля — озимая пшеница, агротехника общепринятая для Нечерноземной зоны. Удобрения вносили в нормах, рассчитанных на урожайность клубней 250 и 350 ц/га (соответственно фоны II и III, фон I — естественное плодородие). В качестве сениканта применяли ЖКУ марки 10:34:0 в

30 % концентрации, к которому добавляли гербицид дикотекс (2М-4Х), 0,01 %. Обработку посадок проводили за 15 дней до уборки начиная с 17 ч, когда температура воздуха и влажность наиболее благоприятны для поглощения листьями нанесенного раствора.

Повторность опытов 4-кратная, размещение вариантов методом расщепленных делянок, учетная площадь делянки 50 м<sup>2</sup>. Схема посадки 70×25 см. В течение вегетационного периода выполняли необходимые фенологические наблюдения. Урожай и его структуру учитывали по общепринятым методикам. Содержание нитратов в клубнях определяли потенциметрическим методом, предложенным П. М. Смирновым с сотр. [9].

## Результаты

Продуктивность растений двух среднепоздних сортов картофеля в зависимости от фона питания и сеникации отражена в табл. 1. С повышением фона питания увеличивалось число клубней в расчете на куст и их масса. Увеличение числа клубней на куст в пределах изучавшихся фонов питания составило 2,0 по сорту Лорх и 0,9—2,0 по сорту Бирюза. Сеникация оказывала более значительное влияние на число клубней с куста у сорта Лорх.

Таблица 1

**Продуктивность растений картофеля (в среднем за 2 года)  
в зависимости от фона питания и сеникации**

Вариант	Количество клубней на куст, шт.	Масса клубней с куста, г	В т. ч. по фракциям								Увеличение (+) или уменьшение (-) выхода фракций, % к фону I	
			<30 г		30—50 г		50—80 г		>80 г		семенной (30—80 г)	товарной (>80 г)
			шт.	г	шт.	г	шт.	г	шт.	г		
Фон I	8,8	403,1	3,0	42,3	2,8	119,0	1,5	94,0	1,5	147,8	—	—
	10,8	550,3	3,6	38,7	2,4	89,6	2,6	176,2	2,6	176,2	—	—
Фон I + сеникация	9,6	445,8	3,1	43,9	3,0	117,7	1,9	115,0	1,6	169,2	+9,2	+14,4
	11,2	601,1	3,3	47,2	2,4	96,3	2,6	176,9	2,9	280,7	+2,8	+14,2
Фон II	9,5	480,7	2,8	29,3	2,7	104,2	2,2	146,4	1,8	200,8	+17,6	+35,8
	12,2	741,4	3,2	40,5	2,7	97,1	2,4	145,6	3,9	458,2	-8,7	+86,4
Фон II + сеникация	11,3	611,0	3,2	34,2	3,1	107,7	2,4	169,6	2,6	299,5	+30,2	+102,6
	11,8	779,5	2,8	35,7	2,5	88,2	2,7	172,3	3,8	483,3	-2,0	+96,6
Фон III	10,8	612,0	3,5	48,9	2,4	93,5	2,6	172,6	2,3	297,0	+24,9	+100,9
	11,1	726,1	2,8	39,1	2,3	81,9	2,7	166,8	3,3	438,3	-6,4	+78,3
Фон III + сеникация	12,3	691,6	3,7	40,6	3,1	116,8	2,9	201,6	2,6	332,6	+49,4	+125,0
	11,4	785,2	2,6	36,0	2,3	96,2	2,4	166,3	4,1	486,7	-1,2	+98,0

Примечание. В числителе — Лорх, в знаменателе — Бирюза.

Сорт Лорх уступал по продуктивности Бирюзе, так как последний является сортом более интенсивного типа. Прибавка урожая в расчете на растение на III фоне питания у Лорха составила всего 132 г по отношению к II фону и 209 г — к I. Сорт Бирюза положительно реагировал на возрастание норм минеральных удобрений только до II фона питания (741,4 г). На III фоне урожай с куста снизился до 726 г.

Сеникация раствором ЖКУ за 15 дней до уборки способствовала значительному ускорению процесса оттока метаболитов в клубни. Так, по сорту Лорх на III фоне питания прибавка урожая на куст составила 79,5 г, на II — 130 и на I фоне — 42,7, по сорту Бирюза — соответственно 59, 38 и 51 г.

При выращивании картофеля на семена для повышения выхода семенной фракции клубней обычно используется загущение посевов. В какой-то мере на коэффициент размножения влияет и фон питания. В наших исследованиях наибольший выход клубней семенной фракции с куста (6,0) по сорту Лорх был на III фоне питания с сеникацией, по сорту Бирюза (5,2) — на II фоне тоже с сеникацией. На фоне I у сорта Лорх выход семенной фракции составил 4,3, а у Бирюзы — 5,0. Интересно отметить, что у последнего сорта с повышением фона питания мало изменялась доля семенной фракции (30—80 г), но заметно возрастала доля крупных клубней (>80 г) — с 2,2 до 4,1 за счет уменьшения доли мелких (<30 г) с 3,6 до 2,6 шт. на куст.

Определение содержания сухого вещества и крахмала в клубнях (табл. 2) показало, что с повышением фона минерального питания у

Содержание сухого вещества и крахмала (%) в клубнях картофеля в зависимости от фона питания и сеникации

Вариант	Лорх				Бирюза			
	1983 г.		1985 г.		1984 г.		1985 г.	
	сухое вещество	крах- мал	сухое вещество	крах- мал	сухое вещество	крах- мал	сухое вещество	крах- мал
Фон I	26,8	19,5	30,4	23,1	26,4	19,1	27,6	20,3
Фон I + сеникация	27,5	20,2	30,8	23,5	27,8	20,6	28,5	21,2
Фон II	20,9	13,6	26,1	18,8	21,4	13,9	26,0	18,7
Фон II + сеникация	23,4	16,1	28,0	20,7	23,9	16,6	27,8	20,5
Фон III	20,8	13,5	23,4	16,1	18,3	11,1	24,1	16,8
Фон III + сеникация	21,8	14,5	24,3	17,0	19,5	12,3	25,4	18,2

обоих сортов происходит закономерное снижение этих показателей. Наиболее низкое содержание сухого вещества и крахмала в клубнях во все годы исследований отмечено на III фоне питания. Так, у сорта Лорх уменьшение содержания крахмала по отношению к фону I в 1983 г. составило 6, в 1985 — 7 %, у сорта Бирюза в 1984 г. 8,0, в 1985 — 3,5 %.

Сеникация на I фоне питания повышала содержание сухого вещества и крахмала на 0,4—1,4 %. Наиболее высокие приросты содержания сухого вещества и крахмала от сеникации ежегодно наблюдались на II фоне. Так, у сорта Лорх на II фоне прибавка содержания крахмала в 1983 г. составила 2,5 %, в 1985 г. — 1,9 %, у сорта Бирюза — соответственно 2,7 и 1,8 %. Снижение эффективности сеникации на III фоне питания, рассчитанном на урожайность 350 ц/га, связано с тем, что растения к моменту обработки не были еще готовы переключиться на запасание углеводов в клубнях, в это время в них еще наблюдалась высокая активность ростовых процессов.

Так, в 1985 г. 15 августа (дата сеникации) высота растений сорта Бирюза на I, II и III фонах питания была 71,1 см, 81,2 и 98,4 см, площадь листьев — 18,6 тыс. м<sup>2</sup>, 29,0 и 30,6 тыс. м<sup>2</sup>, а 23 августа — соответственно 65,5 см, 82,2, 102 см и 17,4; 17,7 и 17,7 тыс. м<sup>2</sup>, в то время как в варианте с обработкой сеникантом — 69,2 см, 83,5, 93,6 см и 6,6; 11,6 и 13,5 тыс. м<sup>2</sup>. Таким образом, на II и особенно на III фоне незадолго до уборки растения еще хорошо облиственные, а при столь большой длине стеблей (83,5—93,6 см) часть листьев, особенно нижних, оказывается в затенении и не выполняет обычную фотосинтезирующую функцию. В листьях нижних ярусов может происходить не только отток, но и приток ассимилятов. Тогда эти листья начинают выполнять функцию органа, депонирующего часть ассимилятов перед дальнейшим использованием на формирование клубней. Эта запасающая функция присуща также и стеблям [8]. И действительно, на фоне III без сеникации содержание сухого вещества в листьях составило 17,7 %, в стеблях — 12,7 %, после сеникации — соответственно 19,9 и 13,5 %.

Очевидно, для повышения эффективности сеникации при выращивании картофеля на высоких агрофонах необходимы дальнейшие исследования в целях оптимизации сроков сеникации. В частности, нужно выявить такие показатели физиологического состояния растений картофеля в предуборочный период (рН клеточного сока, электропроводимость и т. д.), по изменению которых можно было бы судить о начале процесса естественного старения.

Изучение накопления нитратов в клубнях картофеля показало, что фон питания в значительной мере определяет содержание нитратов в клубнях в предуборочный период (табл. 3). В ходе эксперимента были установлены различия в реакции изучаемых сортов на азотное удобрение и их способности накапливать нитраты в клубнях. Сорт Бирюза в большем количестве накапливал нитраты в клубнях даже на

**Таблица 3**  
**Накопление нитратов в клубнях**  
**картофеля (мг/кг сырой массы клубней)**  
**к моменту уборки**

Вариант	Лорх		Бирюза	
	1983 г.	1985 г.	1984 г.	1985 г.
Фон I	25,1	49,2	78,1	98,0
Фон I + сеникация	16,0	34,8	39,1	69,4
Фон II	87,1	78,1	98,0	155,6
Фон II + сеникация	41,3	62,0	81,4	81,4
Фон III	105,7	155,6	124,0	348,4
Фон III + сеникация	62,4	138,9	98,0	174,8

Следует отметить и тот факт, что одни и те же фоны питания в разные годы с точки зрения санитарно-гигиенических требований могут быть и очень высокими, и вполне нормальными. Так, в условиях холодного пасмурного лета 1985 г. II фон питания, рассчитанный на урожайность клубней 250 ц/га, оказался слишком высоким, но в вегетационный период 1984 г., отличающийся большим количеством солнечных дней, отрицательное действие удобрений на качество клубней было значительно ниже. Определить четкие границы норм удобрений, прежде всего азотных, очень трудно. Дело в том, что даже и на удобренных участках (фон I) в 1985 г. у сорта Бирюза отмечено высокое содержание нитратов. Поэтому вопрос о нормах азотных удобрений в составе полного минерального удобрения, исключающих опасность излишнего накопления нитратов в продукции, следует рассматривать с учетом всех возможных факторов, влияющих на этот процесс.

Однако в любом случае сеникация позволяет добиться значительного снижения содержания нитратов и тем самым улучшить потребительские качества продукции. Снижение содержания нитратов под действием ЖКУ, видимо, связано с воздействием фосфора. В условиях обильного азотного питания он повышает активность нитратредуктазы и способствует синтезу углеводов и органических кислот, оказывает косвенное положительное действие на интенсивность процессов связывания нитратов в органические соединения.

### Заклучение

При выращивании картофеля среднепоздних сортов Лорх и Бирюза в условиях Центрального района Нечерноземной зоны РСФСР при использовании норм удобрений в расчете на урожай 250—350 ц с 1 га существенно возрастают продуктивность растений, выход клубней семенной и товарной фракций. Сеникация за 15 дней до уборки раствором ЖКУ способствует росту продуктивности растений, повышению эффективности минеральных удобрений. Этот прием улучшает биохимические показатели клубней даже при внесении очень высоких норм минеральных удобрений. При этом содержание крахмала в клубнях повышается на 1,5—2,5 %, а содержание нитратов снижается в 1,4—2,0 раза.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Авдонин Н. С. Почвы, удобрения и качество растениеводческой продукции. — М.: Колос, 1979. — 2. Бардышев М. Н. Минеральное питание картофеля. — Минск: Наука и техника, 1984. — 3. Коршунов А. В. Повышение эффективности удобрений под картофель. — В сб.: Применение удобрений под картофель, 1982, вып. 39. М.: НИИКХ, с. 3—23 — 4. Ломанов Е, И., Цареградская Г. Б.,

Шафронов О. Д. Влияние минеральных удобрений на урожай и качество клубней картофеля на выщелоченных черноземах Горьковской области. — *Агрохимия*, 1979, № 12, с. 68—74. — 5. Минеев В. Г. Пути улучшения качества с.-х. продукции в условиях интенсивной химизации земледелия. — *Тр. ВИУА*, 1980, с. 3—13. — 6. Пушкарева М. М. и др. Гигиеническое регламентирование нитратов в некоторых видах овощных и бахчевых культур. — *Химия в сельск. хоз-ве*, 1983, № 11, с. 19—22. — 7. Постников А. Н., Бухтина Г. Н. Урожай картофеля, его структура и сохраняемость клубней при сеникации посевов. — *Изв. ТСХА*, 1986, вып. 5, с. 31—34. — 8. Рубин Б. А. Физиология карто-

феля. — М.: Колос, 1979. — 9. Смирнов П. М. и др. Потенциометрическое определение содержания нитратов в свежих овощах. — *Изв. ТСХА*, 1981, вып. 4, с. 181—184. — 10. Сухоиванов В. А. Влияние удобрений на рост, развитие растений картофеля и формирование урожая. — *Тр. НИИКХ*, 1971, вып. VIII, с. 80—83. — 11. Усков А. И. Комплекс азотистых веществ клубней картофеля при различных уровнях минерального питания. — Автореф. канд. дис. М., 1984. — 12. Veska I., Misa V. — *I. Agrochimie (Bratislava)*, 1981, 21, 7, S. 193—197. — 13. Nitsch A. — *Kartoffelbau* 1983, Bd. 34. N 9. S. 318—322.

*Статья поступила 12 марта 1986 г.*

## SUMMARY

Investigations were conducted at the Experimental Field Cropping Station of the Timiryazev Academy in 1983—1985 with middle late varieties Lorkh and Biryuza. When fertilizers were used at a rate calculated for obtaining the tuber yield of 250 centners per 1 ha, the yield of the crop increased. When NPK rates were used which were to produce 350 centners of tubers per 1 ha, this resulted in too intensive development of the above-ground mass, longer interphase periods, and lower plant productivity.

Senication with 30 % solution of 10:34:0 liquid complex fertilizer (34 % of  $P_2O_5$ ) allows to accelerate the preharvest haulm ageing and to increase the productivity of middle late varieties on the richer agricultural background.

At the same time, biochemical characteristics of tubers become much better: starch content increases by 1.5—2.5 %, nitrate content gets 1.4—2.0 times lower.