

УДК 578.864.1:581.133.8:633.49

### **ПОТРЕБЛЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ИНФИЦИРОВАННЫМИ И СВОБОДНЫМИ ОТ ВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ РАСТЕНИЯМИ КАРТОФЕЛЯ**

**Ю. Ц. МАРТИРОСЯН, Н. Л. РАШКОВИЧ,  
О. С. МЕЛИК-САРКИСОВ,  
В. А. СТОРОЖЕНКО, М. А. ЧЕРНОБРОВКИНА**

(Кафедра сельского хозяйства зарубежных стран)

В опытах с картофелем сортов Невский и Гатчинский показано существование значительных различий между оздоровленными и зараженными одновременно вирусами X, Y и S растениями по основным показателям минерального питания. Сделан вывод о необходимости корректирования существующей системы применения удобрений при выращивании оздоровленного картофеля.

Вирусная инфекция обуславливает, по-видимому, комплексное изменение физиологических параметров растений картофеля. Этот вопрос пока еще мало изучен, так как только в середине 50-х годов был предложен метод выращивания свободного от вирусной инфекции картофеля [1]. В силу специфики размножения этой культуры (вегетативным путем) все физиологические параметры растений изучались прежде на инфицированном материале. В настоящее время в литературе имеются сведения [2—4], подтверждающие существенные различия в физиологии фотосинтеза и дыхания здорового и инфицированного картофеля. Что касается минерального питания, то оно изучалось в основном в плане влияния

питательного фона на устойчивость картофеля к поражению вирусами и лишь отдельные исследования посвящены выявлению различий в потреблении питательных веществ инфицированными и оздоровленными растениями [5—8]. Изучение особенностей минерального питания свободного от вирусной инфекции картофеля может, как нам представляется, иметь важное значение для рационализации системы применения удобрений в картофелеводстве на безвирусной основе. В связи с этим в двух опытах, поставленных в 1991 г., мы начали сравнительное изучение потребления основных элементов питания инфицированными и свободными от вирусной инфекции растениями картофеля.

Полевой опыт был заложен на дерново-слабоподзолистой средне-суглинистой хорошо окультуренной почве на опытной базе «Горки Ленинские» Московской области.

Оздоровленный картофель получен в лаборатории безвирусных культур ВНИИ сельскохозяйственной биотехнологии ВАСХНИЛ методом культуры апикальной меристемы. В опыте использовали вторую клубневую репродукцию сорта Гатчинский. Для сравнительного изучения брали четвертую производственную репродукцию инфицированного картофеля того же сорта.

Растения контролировали на наличие вирусов X, Y, S, M, F и вируса скручивания листьев картофеля иммуноферментным методом с применением диагностических наборов НПО по картофелеводству. Тестирование проводилось трижды за вегетацию. По его результатам отбирали растения, у которых ни один из указанных вирусов не был обнаружен, и растения, у которых совместно определялись только вирусы X, Y и S (контроль).

По наступлении основных фаз развития растения извлекали из почвы, разделяли на отдельные органы и высушивали до постоянной массы. Химические анализы на содержание азота, фосфора и калия после озоления растительных образцов в серной кислоте выполнены из одной навески по общепринятым методикам. Повторность опыта 6-кратная.

Вегетационный опыт с картофелем сорта Невский был поставлен в сентябре — декабре в условиях фитотрона. Растения выращивали в 5-литровых вегетационных сосудах с перлитом на питательном растворе Кноппа. Посадочный материал и схема опыта полностью аналогичны описанным выше.

Оздоровленные растения отличались более мощным ростом и интенсивной окраской листьев, более широкой листовой пластинкой менее изрезанной формы, большей урожайностью.

Для аппроксимации значений сухой массы растений мы использовали известное уравнение логистической кривой Ферхюльста [9], приведенное к экспоненциальной форме для удобства дальнейших расчетов:

$$M(t) = \frac{M_{\max}}{1 + e^{a-bt}}, \quad (1)$$

где  $M$  и  $M_{\max}$  — сухая масса растений и ее предельное значение;  $t$  — возраст растений;  $a$  и  $b$  — параметры уравнения.

Коэффициенты  $a$  и  $b$  были найдены методом наименьших квадратов. Графики соответствующих уравнений приведены на рис. 1. Максимальная относительная ошибка аппроксимации не превышает 4,2 %.

Свободные от вирусной инфекции растения за весь период вегетации накапливали примерно в 1,5 раза больше сухих веществ, чем инфицированные, а урожай их клубней был приблизительно на 70 % выше. При этом доля сухой массы в общей сухой массе у оздоровленных растений оказалась на 2,5—6,9 % больше, чем у зараженных (26,9—28 против 21,1—24,4 %).

#### Содержание основных элементов питания в растениях

Содержание азота, фосфора и калия устойчиво снижалось во время вегетации параллельно накоплению растениями биомассы. Различия в содержании фосфора между опытным и контрольным вариантами не были существенными (здесь и да-

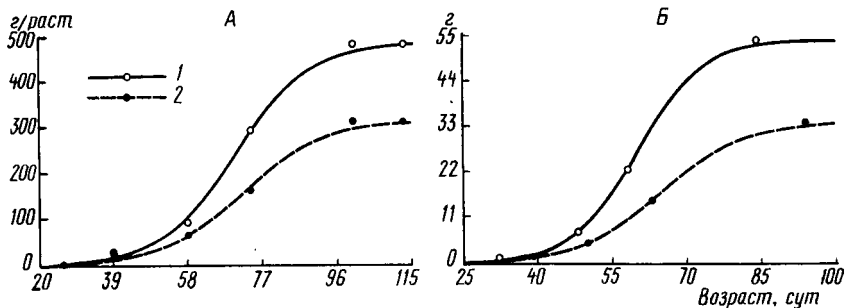


Рис. 1. Динамика накопления сухого вещества в одном растении у сортов Гатчинский (А) и Невский (Б). 1 — оздоровленные растения; 2 — вирусные; возраст указан со дня посадки.

лее имеется в виду 5 % уровень значимости). Содержание азота и калия у оздоровленных растений было существенно ниже в течение всего периода наблюдений, что, видимо, можно объяснить более интенсивным вовлечением этих элементов в метаболизм и большим использованием их на построение тканей.

Для аппроксимации экспериментальных значений содержания элементов питания в сухой массе использовано уравнение

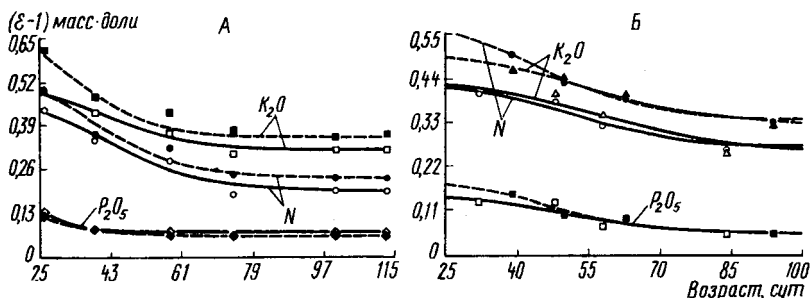
$$C(t) = \frac{1}{e^{dt} + f} + C_k, \quad (2)$$

где  $C$  — содержание элементов пи-

тания в сухой массе;  $t$  — возраст растений;  $C_k$  — наименьший (предельный) уровень содержания питательного вещества в сухой массе;  $f$  — параметр, характеризующий начальный уровень содержания элемента питания. Это уравнение в нашем случае удачно описало экспериментальные точки. Коэффициенты  $d$  и  $f$  были найдены методом наименьших квадратов. Соответствующие графики приведены на рис. 2. Относительные ошибки аппроксимации 2,4—6,7 %.

**Накопление питательных веществ. Удельный вынос. Распределение питательных веществ по органам растений**

Рис. 2. Содержание питательных веществ в сухой массе растения в зависимости от возраста. Обозначения те же, что на рис. 1.



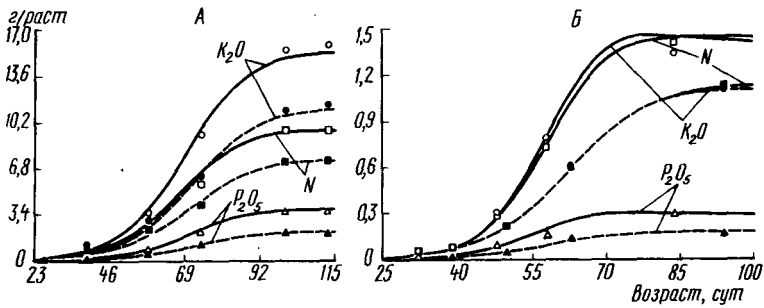


Рис. 3. Динамика накопления питательных веществ в растениях. Обозначения те же, что на рис. 1.

Уравнение зависимости выноса элементов питания от возраста  $V(t)$  получено как произведение уравнений (1) и (2).

$$V(t) = M(t) \cdot C(t). \quad (3)$$

Графики кривых выноса и экспериментальные его значения представлены на рис. 3.

Оздоровленные растения по сравнению с контрольными выносили азота и калия на 21—37 %, а фос-

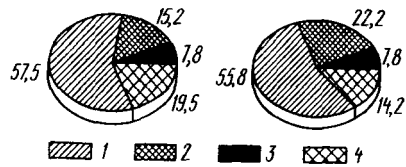
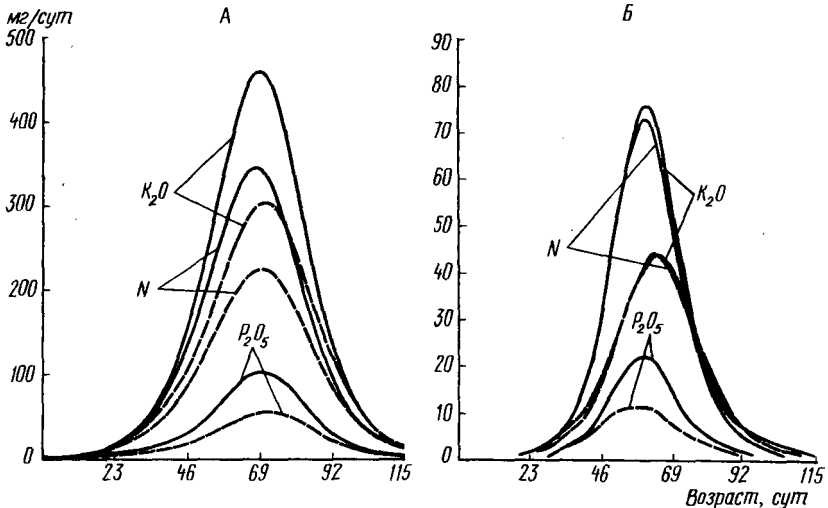


Рис. 4. Распределение азота по органам оздоровленных (слева) и инфицированных вирусами растений сорта Гатчинский. 1 — листья; 2 — стебли; 3 — корни; 4 — клубни.

Рис. 5. Скорость выноса питательных веществ в зависимости от возраста (сплошные линии соответствуют безвирусным растениям, пунктирные — вирусным). Обозначения те же, что на рис. 1.



фора — на 70—80 % (в зависимости от сорта и возраста) больше. Столь существенная разница в выносе фосфора обусловлена тем, что при практически одинаковом его содержании оздоровленные и контрольные растения (рис. 2) заметно различались по биомассе, в то время как применительно к азоту и калию различия в их содержании у больных и здоровых растений привели к уменьшению различий в их выносе.

Удельный вынос азота у вирусных растений был в зависимости от сорта на 40—57 %, а калия — на 44—49 % выше, чем у здоровых (таблица), что, очевидно, свидетельствует о менее эффективном использовании этих веществ на формирование урожая в контроле. Интересно, что, несмотря на значительные различия в выносе фосфора, различия в удельном его выносе оказались относительно невелики (менее 16 %).

Вынос элементов питания картофелем в расчете на единицу сухой массы урожая (г/кг)

Сорт и вариант	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Гатчинский:			
оздоровленный	71,6	27,1	117,6
вирусный	112,5	31,5	175,5
Невский:			
оздоровленный	96,9	19,7	91,9
вирусный	136,1	19,2	132,8

Выявлены существенные различия в распределении питательных веществ по органам растения (рис. 4). Они аналогичны для всех трех рассматриваемых элементов и состоят в том, что доля клубней в общем содержании азота, фосфора или калия у здоровых растений на 3—7 единиц больше, чем у больных, за счет соответствующего уменьшения доли листь-

ев и (или) стеблей. Видимо, это явление обусловлено, с одной стороны, более высоким удельным весом клубней в биомассе оздоровленных растений, с другой — побеговым происхождением клубней.

Соотношение выноса N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O в опытном варианте сорта Гатчинский в среднем на растение составило 2,6:1:4,3, в контрольном — 3,6:1:5,6. У вирусных растений сорта Невский оно также было более широким, чем у оздоровленных.

### Динамика выноса

Уравнение скорости выноса питательных веществ было получено дифференцированием по времени уравнения (3)

$$\frac{dV}{dt} = \frac{dM(t)}{dt} \cdot C(t) + \frac{dC(t)}{dt} \cdot M(t). \quad (4)$$

Графики соответствующих уравнений приведены на рис. 5.

Максимальные суточные выносы всех рассматриваемых питательных элементов наблюдались в возрасте растений 60—70 дней от посадки, что соответствует межфазному периоду цветения — интенсивное клубнеобразование. Максимальный суточный вынос азота и калия у оздоровленных растений оказался в 1,5—1,6 раза, а фосфора — в 1,9—2 раза больше, чем у контрольных. Обращает на себя внимание и некоторое запаздывание по времени (на 3—6 дней) максимума интенсивности выноса у инфицированных растений.

### Выводы

1. Свободные от вирусов растения картофеля существенно отличались от инфицированных вирусами по показателям минерального

питания — содержанию питательных веществ в органах растений, их общему выносу из почвы, соотношению питательных веществ в выносе. Это обуславливает необходимость корректирования существующей системы применения удобрений при возделывании картофеля на безвирусной основе.

2. Свободные от вирусной инфекции растения эффективнее использовали питательные вещества для формирования урожая (судя по показателям удельного их выноса), что позволяет предположить их более высокую отзывчивость на внесение удобрений.

3. Оздоровленные растения характеризовались значительно более высокой интенсивностью поглощения питательных веществ из почвы и, следовательно, они более требовательны к уровню питательного фона, особенно в критический период потребления.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Амбросов А. Л., Шуцкая О. В., Бардышев М. А. и др. Влияние вирусной инфекции на минеральный обмен у растений картофеля. — *Вестн АН БССР. Сер. биол. наук.*, 1976, № 3, с. 51—55. —

2. Бацанов Н. С., Коршунов А. В., Морозов В. С., Попов В. И. К вопросу о минеральном питании оздоровленного от вирусной инфекции картофеля. — *Докл. ТСХА*, 1972, вып. 187, с. 103—107. — 2. Генкель П. А., Космакова В. Е., Рейфман В. Г. Физиологические особенности картофеля, пораженного вирусными болезнями. — *Вирусные болезни картофеля*. М., 1966, с. 53—58. — 4. Лакин Г. Ф. Биометрия. — М.: Высшая школа, 1990. — 5. Розанов В. В., Мелик-Саркисов О. С., Цоглин Л. Н., Андреевко Т. И. Динамика параметров фотосинтетического аппарата безвирусных и инфицированных X-вирусом картофеля растений картофеля в онтогенезе. — *Физиол. раст.*, 1988, т. 35, вып. 4, с. 795—804. — 6. Тер-Сааков А. А., Грачева Н. К., Шмыгль В. А., Лодочкин П. И. Влияние вирусных инфекций на содержание минеральных элементов в листьях картофеля. — *Изв. ТСХА*, 1986, вып. 3, с. 186—187. — 7. Цоглин Л. Н., Андреевко Т. И., Розанов В. В. и др. Фотосинтетический аппарат растений картофеля при длительном действии вирусной инфекции. — *Физиол. раст.*, 1987, т. 34, вып. 6, с. 1103—1111. — 8. Чмулев В. М. Влияние вирусной инфекции на интенсивность фотосинтеза у растений картофеля. — *Докл ВАСХНИЛ*, 1973, № 8, с. 19—22. — 9. Morel G., Martin C. — *C. R. Sc. Acad. Agr. Fr.* 1955, vol. 41, p. 472—475.

*Статья поступила 15 октября 1992 г.*

## SUMMARY

Specificity of mineral nutrition in virus-free potatoes is discussed in the paper. It is shown that healthy potatoes differ considerably from the infected ones in total output of nutrients, N:P:K-ratio, effectiveness of using the consumed nutrients for yield formation, and in the intensity of nutrients' output in critical periods of consumption. It is concluded that virus-free potatoes respond more to application of fertilizers and are more sensitive to nutritional background of the soil than the infected ones. For this reason the introduction of virus-free potatoes into farm production requires correction in the system of applying fertilizers.