

(ознакомительный фрагмент)

АКАДЕМИЯ НАУК БССР  
ИНСТИТУТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ БОТАНИКИ

*На правах рукописи*

*М.А. БАРДЫШЕВ*

**НАКОПЛЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ  
ЭЛЕМЕНТОВ В РАЗЛИЧНЫХ  
ОРГАНАХ КАРТОФЕЛЯ В  
ПРОЦЕССЕ ВЕГЕТАЦИИ**

**093-биологическая химия**

**Автореферат**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

**Минск 1971**

**АКАДЕМИЯ НАУК БССР**

**Институт экспериментальной ботаники**

**На правах рукописи**

**М.А. БАРДЫШЕВ**

**НАКОПЛЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В РАЗЛИЧНЫХ  
ОРГАНАХ КАРТОФЕЛЯ В ПРОЦЕССЕ ВЕГЕТАЦИИ**

**093 биологическая химия**

**А в т о р е ф е р а т**  
**диссертации на соискание ученой степени**  
**кандидата биологических наук**

**Минск 1971**

Работа выполнена в лаборатории биохимии и молекулярной биологии Института экспериментальной ботаники АН БССР.

Диссертация изложена на 186 стр. машинописи и состоит из введения, 6-ти глав, списка литературы, включающего 343 названия, из них 117 на иностранных языках и приложения. Работа иллюстрирована 24 таблицами и 12 рисунками.

Научный руководитель - академик АН БССР, доктор биологических наук, профессор А.С.ВЕЧЕР.

Официальные оппоненты:

1. Член-корреспондент АН БССР, доктор сельскохозяйственных наук, профессор С.Н.ИВАНОВ (г.Минск).

2. Кандидат биологических наук М.В.ТЕРЕНТЬЕВА (г.Минск).

Ведущее учреждение - Белорусский ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт плодоводства, овощеводства и картофеля (г.Минск).

Автореферат разослан "\_\_\_"\_\_\_\_\_ 1971 г.

Защита диссертации состоится "\_\_\_"\_\_\_\_\_ 1971 г. на заседании Объединенного Совета Института экспериментальной ботаники АН БССР.

Ваши отзывы на автореферат просим направлять по адресу: г.Минск, ул.Академическая, 27, Институт экспериментальной ботаники АН БССР, Ученому секретарю Совета.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ  
СОВЕТА

(кандидат биол.наук  
С.С.МЕЛЬНИКОВ).

## В В Е Д Е Н И Е

Картофель — одно из наиболее широко распространенных растений в мире. Он культивируется по всему земному шару, растет на самых разнообразных почвах и в самых различных климатических условиях. Первые жизненные процессы в картофельных ростках идут за счет воды и питательных веществ материнского клубня. Как только появляются корни, молодое растение начинает получать из почвы воду и растворенную в ней минеральную пищу.

Растения картофеля отличаются довольно высокой усвояющей способностью относительно калия, азота и фосфора. Весьма отзывчив картофель и на внесение микроудобрений. Положительное влияние марганцевых, медных, цинковых, кобальтовых и других микроудобрений на повышение урожайности и качество картофеля отмечено в ряде работ (Власюк, 1959; Минина, 1967; Стефанишин, 1967; Гулякин, Ковалев, 1967; Горидько, 1969 и др.). В связи с этим наряду с обычными ранее применяемыми удобрениями (азотными, калийными, фосфорными, магниевыми) все большее распространение приобретают и микроудобрения.

Однако высокая эффективность применяемых удобрений может быть достигнута при правильном их использовании. Общеизвестно, что отдельные органы растений в зависимости от фазы вегетации накапливают различное количество минеральных элементов. По содержанию их в органах можно судить о потребности растений в этих элементах. Между тем, процесс накопления питательных веществ в значительной мере определяется биологическими особенностями растений и их избирательностью к элементам питания. Исходя из этого, Журбицкий (1963) считает, что при установлении доз применяемых удобрений в основу должна быть положена потребность растений в питательных элементах, необходимых для создания хозяйственно полезного урожая, что в свою очередь зависит от ряда факторов: типа почвы, условий выращивания, особенностей сорта, соотношения между элементами питания и т.д.

По уровню производства картофеля Белорусская ССР занимает одно из первых мест в Союзе. В 1968 г. среднегодовой

сбор картофеля составил в БССР 14,9 млн. тонн. В 1975 г. планируется получить 15,6 млн. тонн, в 1980 г. — 16,7 млн. тонн, а посевную площадь за это время сократить на 89 тыс. га.

Эти задачи могут быть успешно выполнены только при условии резкого повышения урожайности картофеля, при условии подъема всей культуры земледелия.

Вместе с тем, следует отметить, что до настоящего времени в условиях Белоруссии не нашел отражения вопрос комплексного определения основных макро- и микроэлементов в отдельных органах картофеля, а также вопрос динамики поглощения и выноса их данной культурой в процессе вегетации.

Изучению данных вопросов применительно к возделыванию культуры картофеля в условиях центральной зоны Белоруссии мы и посвятили настоящую работу.

Некоторое внимание уделено сравнительной характеристике различных по скороспелости сортов картофеля, по содержанию и выносу элементов питания при их выращивании в одинаковых почвенно-климатических условиях.

Изучалось также изменение соотношения некоторых макро- и микроэлементов в отдельных органах картофеля в процессе вегетации, а также содержание и распределение их в различных частях клубня.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Изучение накопления основных макро- и микроэлементов в различных органах картофеля в процессе вегетации проводили в 1968—1969 гг. на различных по скороспелости сортах, выращиваемых отделом селекции картофеля Белорусского ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательского института плодоводства, овощеводства и картофеля в малом селекционном севообороте. Почва участка дерново-подзолистая, по механическому составу — среднесуглинистая. Проведенные анализы химического состава почвы, в том числе и процентного содержания изучаемых элементов минерального питания, указывают на довольно высокий уровень эффективного плодородия опытного участка.

Исследуемые сорта: Скороспелка I, Агрономический и Темп

высаживали 8-13 мая. Повторность - восьмикратная. В каждой повторности - 70 клубней.

Метеорологические условия в годы опыта резко отличались между собой и от средней многолетней нормы. Наиболее благоприятными они были в 1968 г. Среднемесячная температура воздуха в апреле, июне, августе и сентябре была выше средней многолетней, а осадков (кроме июля и сентября) выпало несколько больше многолетней нормы. 1969 год был достаточно влажным и прохладным. Очень холодная погода с большим количеством осадков, выпадавших в виде ливней, наблюдалась в третьей декаде мая, первой декаде июня, второй декаде июля и августа. Сложившиеся таким образом погодные условия отрицательно влияли на рост и развитие картофеля.

В опытах велись наблюдения за ростом и развитием растений, накоплением сухого вещества, зольности и ее составом. Растительный материал для исследований отбирали перед посадкой и по основным фазам вегетации: всходы, бутонизация, цветение, начало увядания и уборка (у сорта Темп увядания не наблюдалось вплоть до уборки, поэтому пробы брали в предуборочную фазу, которая по времени соответствовала фазе начала увядания). Для отбора средней пробы брали по 3 куста с каждой из 8-ми повторностей. Принесенные в лабораторию растения промывались водопроводной и бидистиллированной водой.

Остатки воды на растении удалялись промоканием фильтровальной бумагой. В дальнейшем растения разделялись по органам: маточные клубни, листья, стебли, корни, а с фазы цветения - дополнительно цветки и молодые клубни. Отдельные органы взвешивались, фиксировались под инфракрасной лампой, высушивались в вентилируемом сушильном шкафу при 40<sup>0</sup>С, измельчались на лабораторной мельнице.

Количественное определение калия, натрия, кальция проводили методом пламенной фотометрии, азот - по ускоренному методу Куркаева (1959), фосфор - по Фиске и Суббароу (Никулина, 1965) и магний - по прописи Шмидта, Сельбольда (Schmid, Selbold, 1960) в модификации Вечера и Предкель (1969). Железо, марганец, цинк и никель определяли в озолонных при 450<sup>0</sup>С образцах методом количественного спектрального анализа на спектрографе ДФС-8 (Вечер и др., 1970). Содержание ко-

бальта и меди устанавливали фотоколлометрически: меди - дитизонатным методом, а кобальта - с нитрозо-р-солью (Сэндел, 1964).

Цифровой материал подвергнулся математической обработке (Рокицкий, 1964).

Учитывая, что в оба года исследований наблюдается общая закономерность в поглощении отдельными органами картофеля минеральных элементов по фазам развития и для краткости изложения приводим данные химических анализов растительных проб лишь за 1968 год.

## 2. ПОГЛОЩЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ МАКРОЭЛЕМЕНТОВ КАРТОФЕЛЕМ В ПРОЦЕССЕ ВЕГЕТАЦИИ

**К а л и й.** Результаты исследования по изменению содержания калия в различных органах картофеля в процессе вегетации приведены в табл. I, из данных которой видно, что из всех зольных элементов калий в картофеле содержится в наибольшем количестве. Больше всего данного элемента накапливается в стеблях и листьях. Поступление калия в растение наиболее интенсивно происходит в первые фазы его развития. С возрастом растений процентное содержание калия убывает. У сорта Темп процент данного элемента во всех органах по двум годам исследований был ниже, чем у сортов Скороспелка I и Агрономический. Содержание калия во всех органах картофельного растения в первую половину периода вегетации было выше в год с теплой весной (1968), чем в 1969 году с холодной весной. Общее содержание калия в листьях, стеблях и корнях всех сортов картофеля увеличивалось с момента появления всходов до фазы цветения, а затем начало убывать. Эта убыль, по-видимому, объясняется оттоком питательных веществ в молодые клубни, где общее содержание данного элемента увеличивалось плавно в течение всей вегетации. В маточных клубнях общее содержание калия уменьшалось вплоть до момента их сгнивания. Количество поглощенного калия целым растением у сортов Скороспелка I и Агрономический непрерывно нарастало до увидания, а у сорта Темп вплоть до уборки.

Таблица I  
Макроэлементы в различных органах картофеля в  
процессе вегетации (% на абсолютно сухое вещество)  
1968 г.

Фаза вегета- ции и дата взятия проб	Органы расте- ния	K	N	P	Ca	Mg	Na	
I	2	3	4	5	6	7	8	
Скороспелка I								
Всходы 12.УI	Листья	5,61	4,13	0,55	0,77	0,51	0,06	
	Стебли	7,88	3,04	0,38	1,83	0,55	0,10	
	Корни	2,59	2,84	0,30	2,34	0,45	0,32	
Бутонизация 24.УI	Листья	5,23	4,11	0,36	1,57	0,53	0,05	
	Стебли	7,96	2,57	0,26	2,63	0,49	0,06	
	Корни	2,82	2,50	0,20	2,58	0,40	0,37	
Цветение 10.УП	Листья	5,25	3,92	0,30	2,22	0,67	0,07	
	Стебли	7,07	2,25	0,13	2,27	0,53	0,08	
	Корни	1,74	2,02	0,17	2,39	0,38	0,30	
	Цветки	3,22	4,12	0,72	0,41	0,44	0,06	
Начало увядания 29.УП	Клубни	2,81	1,54	0,20	0,31	0,16	0,05	
	Листья	5,13	3,39	0,26	2,67	0,55	0,06	
	Стебли	5,54	2,02	0,09	2,67	0,53	0,07	
	Корни	1,68	1,55	0,16	3,00	0,37	0,40	
Уборка 20.УШ	Клубни	2,32	1,38	0,20	0,26	0,16	0,04	
	Листья	2,22	2,00	0,16	4,88	0,96	0,05	
	Стебли	2,47	1,42	0,06	2,86	0,83	0,08	
	Корни	0,52	1,31	0,11	3,23	0,26	0,38	
Бутонизация 25.УI	Клубни	2,40	1,69	0,21	0,36	0,15	0,04	
	Агрономический							
	Всходы 14.УI	Листья	5,74	4,24	0,59	0,55	0,47	0,05
		Стебли	8,02	3,53	0,30	1,93	0,54	0,09
Корни		3,12	3,04	0,30	2,42	0,38	0,29	
Бутонизация 25.УI	Листья	5,29	4,05	0,35	1,67	0,55	0,06	
	Стебли	8,16	2,66	0,29	2,42	0,47	0,07	
	Корни	2,61	2,50	0,22	3,12	0,34	0,46	



Продолжение таблицы I

I	2	3	4	5	6	7	8
Цветение 16. УП	Листья	4,88	3,69	0,30	2,28	0,72	0,06
	Стебли	5,84	2,10	0,15	1,83	0,48	0,06
	Корни	1,91	1,74	0,24	2,58	0,31	0,41
	Цветки	2,99	3,97	0,81	0,31	0,42	0,04
	Клубни	2,13	1,41	0,23	0,50	0,15	0,02
Начало увядания 2. УШ	Листья	4,52	3,21	0,25	2,39	0,62	0,05
	Стебли	5,02	1,80	0,08	2,03	0,48	0,06
	Корни	1,88	1,60	0,16	2,97	0,31	0,37
	Клубни	2,07	1,17	0,19	0,26	0,16	0,04
Уборка 23. УШ	Листья	3,09	2,39	0,17	4,03	0,81	0,05
	Стебли	2,95	1,42	0,05	2,84	0,67	0,07
	Корни	0,75	1,38	0,12	2,98	0,25	0,44
	Клубни	2,37	1,36	0,17	0,55	0,15	0,04
Т е м п							
Всходы 18. УІ	Листья	5,28	4,55	0,59	0,73	0,45	0,04
	Стебли	7,49	3,16	0,38	1,51	0,57	0,09
	Корни	3,11	2,94	0,29	2,11	0,37	0,33
Бутонизация 3. УП	Листья	5,23	4,38	0,42	2,02	0,67	0,04
	Стебли	7,70	2,75	0,30	2,28	0,51	0,06
	Корни	2,48	2,40	0,19	2,30	0,37	0,26
Цветение 30. УП	Листья	4,49	3,81	0,28	2,55	0,72	0,05
	Стебли	5,52	2,36	0,15	1,19	0,43	0,04
	Корни	2,13	2,01	0,18	2,53	0,33	0,36
	Цветки	2,72	3,74	0,68	0,39	0,49	0,03
	Клубни	1,86	1,41	0,23	0,29	0,14	0,05
Предубороч- ная фаза 27. УШ	Листья	3,00	2,70	0,23	3,32	0,78	0,05
	Стебли	3,55	1,78	0,07	1,90	0,67	0,07
	Корни	1,64	1,61	0,18	2,85	0,28	0,44
	Клубни	1,89	1,30	0,22	0,28	0,15	0,02
Уборка 13. ІХ	Листья	2,10	2,50	0,21	4,08	0,82	0,09
	Стебли	2,73	1,23	0,06	1,96	0,97	0,06
	Корни	1,12	1,51	0,17	2,96	0,29	0,45
	Клубни	1,98	1,43	0,22	0,43	0,14	0,03

**А з о т.** В различных органах картофеля распределяется неравномерно. Наиболее высокое содержание его отмечается в листьях, а наименьшее - в клубнях. В фазу цветения картофеля наибольшее процентное содержание азота было обнаружено в цветках. В процессе вегетации во всех органах картофельного растения, кроме клубней, азота становится меньше, причем наибольшее снижение происходит в стеблях, наименьшее - в листьях. К уборке количество азота в клубнях несколько увеличивается. В опытах 1969 года процентное содержание его так же, как и калия, во всех органах картофельного растения было заметно ниже, чем в 1968 году.

По общему количеству поглощенного азота как целым растением, так и отдельными его органами, в общем наблюдается та же картина, которая была отмечена в отношении калия. Незначительное уменьшение общего содержания данного элемента в целом растении к периоду уборки отмечалось лишь у сорта Агротомический.

**Ф о с ф о р.** Распределение фосфора в органах растения несколько иное, чем азота. До фазы цветения наиболее высокий процент его содержания отмечается в листьях, меньший - в стеблях и наименьший - в корнях. В фазе цветения характер распределения этого элемента меняется. Наиболее высокий процент фосфора, как и азота, был обнаружен в цветках. По-видимому, фосфор играет важную роль в процессе оплодотворения. С ростом картофельного растения количество фосфора во всех органах резко падает вплоть до уборки.

По общему содержанию фосфора в отдельных органах картофеля получились также несколько иные результаты, чем те, которые наблюдались для калия и азота. Фосфор энергично поглощался молодыми листьями лишь до периода бутонизации. Общее содержание данного элемента в целом растении, в отличие от азота и калия, у всех сортов картофеля плавно увеличивалось в течение всей вегетации. Видимо, из листьев перед их отмиранием основная масса фосфора перешла в молодые клубни, которые интенсивно поглощали его до самой уборки.

**К а л ь ц и й.** Содержание кальция в картофельном растении оказалось наиболее высоким в корнях. Со старением растения количество этого элемента во всех органах картофеля возрастало до самой уборки. Однако при общем увеличении содер-

вания кальция в стеблях и корнях в процессе вегетации наблюдалось заметное уменьшение его количества в фазе цветения, кроме сорта Темп, у которого кальция в корнях становилось больше до самой уборки. Кроме того, в листьях сорта Темп во все сроки определения процентное содержание кальция было выше, чем у сортов Скороспелка I и Агрономический, а в стеблях и корнях, наоборот, меньше. В опытах 1969 года от фазы всходов до цветения процентное содержание кальция в листьях и стеблях было заметно ниже, чем в 1968 году, а от фазы цветения до уборки выше. В корнях же такое преобладание наблюдалось в течение всего периода вегетации 1969 года.

Общее содержание кальция в отдельных органах картофеля возрастает в течение всей вегетации. Исключение составляют лишь листья и стебли сортов Скороспелка I и Агрономический, где общее содержание его уменьшается перед уборкой. Количество поглощенного кальция целым растением непрерывно нарастало до самой уборки.

Магния больше всего содержалось в период вегетации картофеля в листьях, причем накопление его с возрастом увеличивалось. В стеблях, как и в листьях, содержание данного элемента увеличивалось, кроме фазы бутонизации и цветения. В корнях количество магния уменьшалось по всем сортам в течение всего периода вегетации. Известно, что магний является составной частью хлорофилла, поэтому понятно сравнительно высокое процентное содержание его в надземной массе и увеличение этого процента с течением времени. В листьях и стеблях сорта Темп процент магния был выше, чем у сортов Скороспелка I и Агрономический, а в корнях — меньше. В год с холодной весной, прохладной и дождливой первой половиной лета (1969) процентное содержание магния в листьях, стеблях и корнях картофеля, в отличие от азота, калия и кальция, во все сроки определения было выше, чем в год с теплой весной (1968).

По общему поглощению магния как целым растением, так и отдельными его органами, в общем наблюдается та же картина, которая была рассмотрена нами в отношении кальция. Но в листьях сортов Скороспелка I и Агрономический общее содержание магния уменьшалось от фазы цветения до уборки. А в корнях оно снижалось перед уборкой во всех сортах картофеля.

Н а т р и й. Наиболее высоким содержанием натрия отличались корни. В остальных органах картофеля его процентное содержание было в несколько раз ниже. По тем изменениям количества натрия, которые отмечаются в процессе роста растения, трудно установить какие-либо закономерности его поступления. Это свидетельствует о том, что натрий является сопутствующим элементом минерального питания картофеля и накапливается главным образом в корнях.

### 3. ИЗМЕНЕНИЕ СООТНОШЕНИЯ N:P:K В РАЗЛИЧНЫХ ОРГАНАХ КАРТОФЕЛЯ В ПРОЦЕССЕ ВЕГЕТАЦИИ

Соотношение питательных элементов, усваиваемых растениями, его изменение в течение вегетации по отдельным органам дает качественную характеристику питания растений. Зная в каких соотношениях находятся элементы в растении на разных стадиях его развития, можно создать для него оптимальные условия минерального питания.

В наших исследованиях показано, что соотношение данных элементов в картофельном растении изменялось как по фазам развития, так и по отдельным органам и годам исследований. Следует отметить также, что соотношение азота, фосфора и калия в отдельных органах картофеля значительно колебалось в зависимости от сорта. Так, например, листья сорта Темп поглощали больше азота и фосфора, а калия меньше, чем листья сортов Скороспелка I и Агрономический. Такое соотношение данных элементов в листьях сохранялось в оба года исследований. Обращает на себя внимание значительное преобладание во всех органах картофеля, кроме корней, калия над азотом в течение всего периода вегетации. В корнях всех сортов картофеля перед уборкой процент азота выше калия в I, I - 2,9 раза.

Проанализировав данные по соотношению азота, фосфора и калия, мы приходим к выводу, что картофель требует фосфора больше в первую половину периода вегетации, а азота и калия в течение всей вегетации.

тами картофеля могут быть использованы в практических условиях при расчетах доз минеральных удобрений с более точным учетом требования растений.

ОСНОВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ  
В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ:

1. Бардышаў М.А., Масны М.М. Колькасць сухіх рычываў I попелу ў розных органах бульбяной расліны ў працэсе вегетацыі. Весці АН БССР, сер. біял. навук, 1969, № 5, 39.

2. Бардышаў М.А. Вечар А.С., Масны М.М. Змяненне колькасці некаторых мікраэлементаў ў розных органах трох сартоў бульбы па фазах вегетацыі. Весці АН БССР, сер. біял. навук, 1970, № 3, 54.

3. Бардышев М.А., Масный М.Н. Изменения содержания некоторых элементов золь в различных органах картофельного растения в процессе вегетации. Сб. Физиолого-биохимические исследования растений, 1970, Изд-во "Наука и техника", Минск, 61.

4. Вечер А.С., Масный М.Н., Троицкая Т.М., Бардышев М.А. Содержание Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Mo в листьях и хлоропластах некоторых растений при определении методом спектрального анализа. Сб. "Ботаника" (исслед.), 1970, вып. 12, Минск, 131.

5. Вечер А.С., Бардышев М.А., Масный М.Н. Минеральные элементы в различных органах картофеля в процессе вегетации. Сб. "Ботаника" (исслед.), 1971, вып. 13, Минск, 104.

6. Бардышев М.А., Вечер А.С. Изменение отношения  $Fe/Mn$  в различных органах картофеля в процессе вегетации (в печати).

АТ 64/58 Подписано к печати 26.11.71.  
Форм. 80\*40/16 печ. листов 1,5  
Тираж 150 Зак. № 223 УД АН БССР