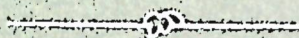


11-50
БУЛЕТИНУЛ

АКАДЕМИЕЙ ДЕ ШТИИНЦЕ
А РСС МОЛДОВЕНЕШТЬ



ИЗВЕСТИЯ

АКАДЕМИИ НАУК МОЛДАВСКОЙ ССР



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ШТИИНЦА»

БУЛЕТИНУЛ
АКАДЕМИЕЙ ДЕ ШТИИНЦЕ
А РСС МОЛДОВЕНЕШТЬ

ИЗВЕСТИЯ
АКАДЕМИИ НАУК МОЛДАВСКОЙ ССР

№ 6

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Академики АН МССР Я. С. Гросул (главный редактор), П. И. Дворников (зам. главного редактора), кандидаты биологических наук В. В. Арасимович, С. М. Иванов, В. В. Котелев, М. Д. Кушниренко, И. С. Попшой.

П. А. ЦУРКАН

АЗОТИСТЫЕ ВЕЩЕСТВА СЕМЯН КУКУРУЗЫ И ВЕГЕТАТИВНОЙ МАССЫ КУКУРУЗЫ И СОРГО

В настоящее время большое значение придается изучению формирования белков в семенах кукурузы. В литературе по этому вопросу имеются весьма немногие, часто противоречивые сведения.

Спитцер с сотрудниками [13] указывают, что при созревании кукурузы сначала появляется глютелин, затем глобулин и альбумин и последним — зеин.

Зелени [14] провела интересную работу по изучению динамики накопления белковых фракций кукурузного семени. Она пришла к выводу, что глобулин и глютелин синтезируются в семенах кукурузы сравнительно равномерно на протяжении периода созревания. В очень незрелой кукурузе зеин почти отсутствует и быстро синтезируется при приближении к зрелости. При этом уменьшается содержание экстрактивных небелковых соединений, что, по мнению Зелени, объясняется тем, что зеин синтезируется из них.

Ю. В. Перуанский [6] на основании полученных им данных делает вывод, что водорастворимые белки синтезируются вплоть до начала восковой спелости, а затем начинают превращаться в спирто- и щелочерастворимые белки. Спирторастворимые белки образуются в небольших количествах с момента формирования зерна и только с начала восковой спелости в зерне развиваются процессы, связанные с их усиленным синтезом. Зеин и глютелин, по мнению Ю. В. Перуанского, могут синтезироваться, минуя промежуточную стадию — синтез водорастворимых белков.

Е. В. Колобкова [4, 5] опубликовала данные о динамике белковых фракций кукурузного эндосперма и зародыша: в эндосперме от налива к полной спелости увеличивается содержание зеина и глютелина и уменьшается содержание глобулинов и альбуминов, в зародыше, наоборот, — возрастает содержание последних при незначительном количестве зеина.

Настоящая работа является продолжением ранее начатого сравнительного исследования азотистых веществ семян и вегетативной массы кукурузы и сорго [2, 3, 7—11]. В предыдущих наших работах мы изу-

П 385 43

Центральная научная
БИБЛИОТЕКА
Академии наук Бурятской ССР

чали содержание форм азота и азота белковых фракций в спелом зерне, а также в высушенной вегетативной массе кукурузы и сорго.

В одной из упомянутых выше работ [11] приводятся данные о динамике форм азота и азота белковых фракций в созревающих семенах кукурузы ВИР 25. При созревании семян этого гибрида кукурузы уменьшается содержание общего, солеорастворимого, экстрактивного небелкового и нерастворимого белкового азота остатка и увеличивается содержание растворимого белкового азота. Содержание азота белковых фракций также подвержено значительным изменениям: уменьшается содержание альбуминов и глютелинов и увеличивается содержание проламинов и глобулинов.

В настоящей работе мы поставили перед собой задачу более детально изучить динамику форм азота и азота белковых фракций в созревающих семенах кукурузы, а также выяснить, каково влияние сушки при 45—50°C на содержание форм азота и азота белковых фракций в семенах кукурузы различной степени зрелости и на содержание форм азота в вегетативной массе кукурузы и сорго.

Были исследованы созревающие семена трех сортов кукурузы: Сахарная красная, ВИР 25 и ВИР 42, спелые семена сортов Молдаванки оранжевой, Крахмалистой и Днепропетровской, а также вегетативная масса кукурузы ВИР 25 и сорго Молдавское местное в фазе выхода в трубку. Все сорта кукурузы и сорго выращивали на биологической станции Кишиневского университета в 1961 году на одинаковом агрофоне без внесения удобрений (на этом участке в течение 8 лет выращивалась люцерна).

Анализировался свежий и высушенный материал (семена и вегетативная масса). Свежий материал размельчали с помощью гомогенизатора системы ЭМИБ (Киев), а высушенный перемалывали на мельнице типа «Пируэтт». Общий азот, содержание форм азота, а также содержание азота белковых фракций определяли по ранее описанной методике [7].

Кроме того, была определена влажность свежего и высушенного при 45—50°C материала путем доведения до постоянного веса при 105°C.

Все полученные экспериментальные данные пересчитаны на абсолютно сухое вещество (табл. 1—4).

В табл. 1 приведены данные о содержании форм азота и азота белковых фракций в семенах нескольких сортов кукурузы в различных фазах созревания. Фазы обозначены сокращенно: домолочная — ДМ, предмолочная — ПМ, молочная — М, молочно-восковая — МВ, восковая — В и полная спелость — ПС. Первые две фазы условны: в качестве домолочного мы брали зерно, которое не только не содержало молока, но по своему состоянию было далеко от молочной фазы. В качестве предмолочного анализировалось зерно, близкое к молочной фазе.

Данные по кукурузе Сахарной красной подтверждают, что деление семян на домолочные и предмолочные имеет определенный смысл. Зерно домолочное содержит больше общего азота и меньше сухого вещества, чем предмолочное, то есть оно действительно далеко по своему развитию от молочного и менее зрелое, чем предмолочное.

Такое же заключение можно сделать на основании данных о содержании сухого вещества и общего азота в семенах кукурузы гибридов ВИР 25 и ВИР 42.

Кроме того, в табл. 1 приводятся данные о содержании форм азота и азота белковых фракций в спелых семенах кукурузы Молдаванка оранжевая, Крахмалистая и Днепропетровская.

Таблица 1

Формы азота и белковые фракции семян кукурузы (в %)

Фаза	Зерно	Сухое вещество	Общий азот	Азот		Альбумины	Глобулины	Проламинны	Глютелины	Азот остатка	Сумма фракций
				солеорастворимый	экстрактивный						

Кукуруза Сахарная красная

ДМ	свежее	12,8	3,99	2,68	1,90	0,24	0,54	0,03	0,17	1,07	3,95
ДМ	сухое	—	3,91	2,52	1,91	0,20	0,41	0,08	0,35	0,94	3,89
ПМ	свежее	15,6	3,05	2,08	1,28	0,39	0,41	0,07	0,16	0,75	3,06
ПМ	сухое	—	2,97	2,15	1,32	0,38	0,45	0,08	0,16	0,62	3,01
М	свежее	23,8	2,46	1,62	0,63	0,22	0,77	0,30	0,22	0,32	2,46
М	сухое	—	2,48	1,24	0,78	0,17	0,29	0,38	0,44	0,36	2,42
М	сухое в початках*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
МВ	свежее	34,7	2,40	0,85	0,39	0,13	0,33	0,74	0,55	0,31	2,45
МВ	сухое	—	2,40	0,79	0,47	0,13	0,19	0,79	0,38	0,38	2,34
В	свежее	59,0	1,88	0,51	0,16	0,21	0,14	0,66	0,26	0,38	1,81
В	сухое	—	1,88	0,49	0,11	0,15	0,23	0,64	0,41	0,35	1,89
ПС	—	—	1,96	0,76	0,17	0,12	0,47	0,52	0,46	0,38	2,12

Кукуруза ВИР 25

ДМ	свежее	13,8	3,20	2,27	1,62	0,00	0,65	0,09	0,28	0,55	3,19
ДМ	сухое	—	3,17	2,06	1,73	0,28	0,05	0,08	0,22	0,80	3,16
М	свежее	24,4	2,71	1,30	0,55	0,41	0,34	0,57	0,49	0,40	2,76
М	сухое	—	2,62	0,86	0,56	0,15	0,15	0,76	0,40	0,60	2,62
МВ	свежее	37,1	1,77	0,70	0,40	0,19	0,11	0,52	0,32	0,26	1,80
МВ	сухое	—	1,65	0,45	0,14	0,10	0,21	0,44	0,35	0,55	1,69
ПС	—	—	1,54	0,40	0,13	0,17	0,15	0,42	0,35	0,37	1,54

Кукуруза ВИР 42

ПМ	свежее	15,8	3,06	2,10	1,27	0,09	0,74	0,14	0,14	0,62	3,00
ПМ	сухое	—	3,01	1,93	1,40	0,22	0,31	0,12	0,24	0,70	2,99
М	свежее	32,6	1,87	0,85	0,31	0,13	0,41	0,41	0,34	0,30	1,90
М	сухое	—	1,87	0,64	0,30	0,18	0,16	0,47	0,39	0,38	1,88
МВ	свежее	38,5	1,83	0,73	0,22	0,15	0,36	0,45	0,34	0,22	1,74
МВ	сухое	—	1,87	0,52	0,28	0,11	0,13	0,56	0,36	0,38	1,82
ПС	—	—	1,79	0,42	0,13	0,08	0,21	0,62	0,40	0,28	1,72

Кукуруза Молдаванка оранжевая

ПС	—	—	2,14	0,37	0,10	0,06	0,21	0,76	0,50	0,48	2,11
----	---	---	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Кукуруза Крахмалистая

ПС	—	—	1,62	0,50	0,16	0,09	0,25	0,47	0,40	0,32	1,69
----	---	---	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Кукуруза Днепропетровская

ПС	—	—	1,52	0,35	0,07	0,11	0,17	0,44	0,41	0,34	1,54
----	---	---	------	------	------	------	------	------	------	------	------

* Початки с семенами молочной спелости сушили при 45—50°C, затем анализировали семена.

Таблица 2

Формы азота и азота белковых фракций семян кукурузы
(% от суммарного азота фракций)

Фаза	Зерно	Сумма фракций	Азот		Альбумины	Глобулины	Протамны	Глютелины	Азот остатка
			соле-рас-творимый	экстракт-ивный					

Кукуруза Сахарная красная

ДМ	свежее	3,95	67,8	48,1	6,1	13,6	0,8	4,3	27,1
ДМ	сухое	3,89	64,8	49,1	5,15	10,6	2,6	9,0	23,6
ПМ	свежее	3,06	68,0	41,8	12,7	13,4	2,3	5,2	24,5
ПМ	сухое	3,01	71,5	43,9	12,6	15,0	2,7	5,3	20,5
М	свежее	2,46	66,0	25,6	8,9	31,3	12,2	8,9	12,9
М	сухое	2,42	51,3	32,2	7,0	12,0	15,7	18,2	14,8
М	сухое в початках	2,79	32,2	19,0	11,5	1,8	22,2	23,3	22,3
МВ	свежее	2,45	34,7	15,9	5,3	13,5	30,0	22,4	12,9
МВ	сухое	2,34	33,8	20,0	5,6	8,1	31,6	16,2	18,4
В	свежее	1,81	28,2	8,8	11,6	7,7	36,5	14,4	20,9
В	сухое	1,89	25,9	5,8	7,9	12,2	33,8	21,7	18,6
ПС	—	2,12	35,8	8,0	5,7	22,2	24,5	21,7	18,0

Кукуруза ВНР 25

ДМ	свежее	3,19	71,2	51,0	0,0	20,0	2,8	8,8	17,2
ДМ	сухое	3,16	65,2	54,7	8,9	1,6	2,5	7,0	25,3
М	свежее	2,76	47,1	19,9	14,9	12,3	21,0	17,8	14,1
М	сухое	2,62	32,8	21,0	5,7	5,7	29,0	15,3	22,9
МВ	свежее	1,80	38,9	22,2	10,6	6,1	28,9	17,8	14,4
МВ	сухое	1,69	26,6	8,3	5,9	12,4	26,0	21,0	26,4
ПС	—	1,54	26,0	8,4	11,0	9,7	27,3	22,7	24,0

Кукуруза ВНР 42

ПМ	свежее	3,00	70,0	42,4	3,0	24,7	4,7	4,7	20,6
ПМ	сухое	2,99	64,6	46,9	7,4	10,0	4,0	8,0	23,4
М	свежее	1,90	44,7	16,3	6,8	21,6	21,6	17,9	15,8
М	сухое	1,88	34,0	16,0	9,6	8,5	25,0	20,7	20,3
МВ	свежее	1,74	42,0	12,6	8,6	20,7	25,9	19,5	12,6
МВ	сухое	1,82	28,6	15,4	6,0	7,1	30,1	19,8	21,5
ПС	—	1,72	24,4	7,6	4,65	12,2	36,0	23,3	16,3

Кукуруза Молдаванка оранжевая

ПС	—	2,11	17,5	4,7	2,8	9,95	36,0	23,7	22,8
----	---	------	------	-----	-----	------	------	------	------

Кукуруза Крахмадистая

ПС	—	1,69	29,6	9,5	5,3	14,8	27,8	23,6	19,0
----	---	------	------	-----	-----	------	------	------	------

Кукуруза Днепротетровская

ПС	—	1,54	22,7	4,5	7,1	11,0	28,6	26,6	22,1
----	---	------	------	-----	-----	------	------	------	------

Таблица 3

Формы азота вегетативной массы кукурузы и сорго (в %)

Орган растения*	Сухое вещество	Общий азот	Форма азота				Сумма форм азота	% форм азота от их суммы			
			соле-рас-творимый	экстракт-ивный	щело-черас-творимый	остатка		соле-рас-творимый	экстракт-ивный	щело-черас-творимый	остатка

Кукуруза ВНР 25 (свежий материал)

П	19,4	2,52	0,63	0,42	0,29	1,60	2,52	25,0	16,7	11,5	63,5
В	11,2	0,89	0,35	0,25	0,15	0,40	0,90	38,9	27,8	16,7	44,4
С	8,2	1,17	0,70	0,51	0,16	0,30	1,16	60,3	44,0	13,8	26,9
М	16,2	2,71	1,62	1,21	0,43	0,66	2,71	59,8	44,6	15,9	24,3

Кукуруза ВНР 25 (материал, высушенный при 45—50°C)

П	—	2,48	0,73	0,57	0,18	1,50	2,41	30,3	23,6	7,5	62,2
В	—	0,84	0,39	0,34	0,07	0,38	0,84	46,4	40,5	8,3	45,3
С	—	1,09	0,40	0,41	0,13	0,56	1,09	36,7	37,6	11,9	51,4
М	—	2,60	1,59	1,37	0,29	0,72	2,60	61,1	52,7	11,2	27,7
П (МС)	—	2,66	0,67	0,23	0,25	1,75	2,67	25,1	8,6	9,4	65,5

Сорго Молдавское местное (свежий материал)

П	26,2	2,49	0,88	0,47	0,33	1,28	2,49	35,4	18,9	13,3	51,3
В	19,5	1,08	0,45	0,19	0,19	0,44	1,08	41,7	17,6	17,6	40,7
С	12,0	1,22	0,83	0,72	0,26	0,13	1,22	68,0	59,0	21,3	10,7
М	16,6	2,75	1,04	0,44	0,24	1,47	2,75	37,8	16,0	8,7	53,5

Сорго Молдавское местное (высушенный материал)

П	—	2,50	0,95	0,86	0,19	1,37	2,51	37,8	34,3	7,6	54,6
В	—	1,02	0,49	0,50	0,07	0,46	1,02	48,0	49,0	6,9	45,1
С	—	1,20	0,70	0,73	0,09	0,42	1,21	57,8	60,3	7,5	34,7
М	—	2,70	1,26	1,21	0,09	1,35	2,70	46,7	44,8	3,3	56,0
П (МС)	—	2,41	0,61	0,61	0,22	1,58	2,41	25,3	25,3	9,1	65,6

* П—лиственная пластинка; В—влагалище листа; С—стебель; М—метелка; П(МС)—лиственная пластинка в фазе молочной спелости.

Таблица 4

Небелковый азот вегетативной массы кукурузы и сорго (в %)

Культура, сорт, фаза развития	Орган рас- тения	Общий азот	Небелковый азот		% небелкового азота от общего	
			амино- кислот	пептидов	амино- кислот	пептидов
Кукуруза ВИР 25 Свежий материал	П	2,52	0,49	0,06	19,4	2,4
	В	0,89	0,23	0,01	25,8	1,1
	С	1,17	0,41	0,03	35,0	2,6
	М	2,71	1,31	0,08	48,4	3,0
Высушенный материал	П	2,48	0,30	0,04	12,1	1,6
	В	0,84	0,19	0,03	22,6	3,6
	С	1,09	0,28	0,03	25,7	2,8
	М	2,60	1,02	0,05	39,2	1,9
Сорго Молдавское местное Свежий материал	П	2,49	0,51	0,04	20,5	1,6
	В	1,08	0,23	0,07	21,3	6,5
	С	1,22	0,45	0,15	36,9	12,3
	М	2,75	0,58	0,06	21,1	2,2
Высушенный материал	П	2,50	0,50	0,06	20,0	2,4
	В	1,02	0,29	0,11	28,4	10,8
	С	1,20	0,39	0,06	32,5	5,0
	М	2,70	0,81	0,19	30,0	7,0

Обсуждение

Семена кукурузы. Данные о динамике форм азота и азота белковых фракций в семенах созревающей кукурузы (табл. 1 и 2) свидетельствуют о том, что процесс формирования различных групп белков весьма сложен. В настоящее время трудно дать полное объяснение всем явлениям, наблюдающимся при созревании семян кукурузы. Тем не менее можно сделать ряд выводов.

При созревании семян кукурузы значительно увеличивается содержание сухого вещества, содержание же общего азота резко падает. Динамику форм азота и азота белковых фракций можно проследить по данным табл. 2. Количество солерастворимых азотсодержащих веществ уменьшается в процессе созревания в 2—3 раза, еще значительно уменьшается содержание солерастворимых небелковых азотсодержащих веществ (аминокислот и пептидов). Содержание альбуминов и глобулинов в общем падает.

В домолочной кукурузе, анализированной в свежем состоянии, зенин

практически не содержится. В той же кукурузе, высушенной при 45—50°C, появляется небольшое количество этого белка. Следует особенно обратить внимание на тот факт, что, по данным табл. 1 и 2, большая часть зенина образуется в фазе молочной спелости. Семена содержат в этой фазе более половины того количества зенина, которое обнаруживается в спелом зерне. Молочная фаза является переломной в процессе формирования отдельных групп белков кукурузного семени.

Заслуживает внимания также и то, что именно в молочной фазе или незадолго до нее резко падает содержание экстрактивного небелкового азота, а также азота остатка. Альбумины и глобулины содержатся при этом в максимальных количествах. Согласно некоторым литературным данным [12] можно предположить, что альбумины и глобулины играют важную роль в образовании зенина из небелковых азотсодержащих веществ. Что же касается прямого пути образования зенина из каких-либо других белков кукурузного семени (например, из глобулинов или глютелинов), то нам представляется невозможным обосновать это имеющимся в настоящее время немногочисленными данными.

На основании данных табл. 1 и 2 можно сделать вывод о влиянии высушивания при 45—50°C на содержание форм азота и азота белковых фракций в семенах кукурузы различной степени зрелости. Если высушиванию подвергается зерно, то общий азот свежих и высушенных семян одинаков в пределах ошибки определения. Если же сушат початки незрелой кукурузы, то значительно увеличивается содержание общего азота в высушенных семенах по сравнению со свежими.

Содержание солерастворимых азотсодержащих веществ меньше в высушенном материале. Интересно, однако, что в незрелом зерне (домолочном и предмолочном) наблюдается незначительное уменьшение содержания солерастворимого азота или даже постоянство содержания этой формы в свежем и высушенном материале. Лишь в зерне молочной, молочно-восковой и восковой спелости изменения в содержании солерастворимого азота в зависимости от высушивания становятся значительными. Это относится и к другим формам азота и белковым фракциям. Правда, у гибридов ВИР 25 и ВИР 42 можно заметить ряд отклонений от этого правила в сторону меньшей изменчивости и это, на наш взгляд, вполне естественные отклонения.

Очень интересен и практически важен факт увеличения при высушивании (особенно в початках) содержания зенина в семенах кукурузы. Как известно, зенин является главным запасным белком наряду с глютелином. Последний, как правило, также накапливается при высушивании. Этим, по нашему мнению, можно объяснить явление повышенной всхожести незрелых, но высушенных семян кукурузы [1]. Как и следовало ожидать, при высушивании наблюдаются также изменения денатурационного или автолитического характера (уменьшение содержания глобулинов, увеличение содержания нерастворимых белков остатка, увеличение содержания солерастворимых небелковых азотсодержащих веществ).

Вегетативная масса кукурузы и сорго. Нами изучался вопрос о влиянии высушивания при 45—50°C на содержание форм азота в вегетативной массе в различных органах кукурузы и сорго (табл. 3). Выявлено, что больше сухого вещества содержится в листовой пластинке и меньше — в стебле; кроме того, все органы сорго содержат больше сухого вещества, чем соответствующие органы кукурузного растения.

На содержание общего азота высушивание никакого влияния не оказывает. Содержание солерастворимого азота, небелкового экстрактивного азота, а также азота остатка больше в высушенной вегетатив-

ной массе, чем в свежей. Содержание щелочерастворимого азота при этом меньше. Следует, однако, отметить, что изменения наблюдаются, как правило, в более нежном материале стебля и метелок и гораздо реже в пластинках и влагалищах.

Каких-либо существенных различий между вегетативной массой кукурузы и сорго в отношении воздействия высушивания мы не наблюдали.

В составе небелкового азота между свежей и высушенной вегетативной массой кукурузы и сорго имеются определенные различия (табл. 4).

ВЫВОДЫ

1. Полученные экспериментальные данные в результате исследования динамики форм азота и азота белковых фракций в созревающих семенах двух подвидов кукурузы (сахарной и зубовидной) на примере сорта Сахарная красная и гибридов ВИР 25 и ВИР 42, позволяют уточнить и дополнить имеющиеся в литературе сведения по вопросу о динамике накопления форм азота и азота белковых фракций в созревающих семенах кукурузы.

2. Установлено, что очень незрелая кукуруза, анализированная в свежем виде, практически не содержит зейна. Главным переломным моментом в формировании белков кукурузного семени является молочная фаза.

3. Высушивание оказывает большое и существенное влияние на содержание форм азота и азота белковых фракций в созревающих семенах кукурузы. Гораздо меньше влияет высушивание при 45—50°C на состав вегетативной массы кукурузы и сорго.

В заключение приношу благодарность доктору биологических наук В. Г. Клименко за предоставление возможности работать в руководимой им лаборатории химии белка Кишиневского госуниверситета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гжесюк С. и Межайнская Т. Физиологические и биохимические особенности созревающего зерна кукурузы. «Агробиология», 1961, № 1.
2. Клименко В. Г., Пушняк А. Н., Березовиков А. Д., Пинегина Р. И., Цуркан П. А. и Варенникова Т. В. Изменение форм белкового и небелкового азота в вегетативной массе некоторых растений в онтогенезе. Рефераты секционных сообщений V Международного биохимического конгресса, т. 2, М., 1961.
3. Клименко В. Г., Пушняк А. Н., Березовиков А. Д., Пинегина Р. И., Цуркан П. А. и Варенникова Т. В. Изменчивость белкового и небелкового азота вегетативной массы и семян некоторых растений в их онтогенезе. Доклады V Международного биохимического конгресса 10—16 августа 1961 г. (В печати).
4. Колобкова Е. В. Азотистый обмен в созревающих семенах кукурузы. «Доклады АН СССР», 1958, № 4.
5. Колобкова Е. В. Превращение азотистых веществ при созревании семян пшенично-пырейного гибрида и кукурузы. «Труды Главного ботсада», т. 7, 1960.
6. Перуанский Ю. В. Качественный состав белков кукурузы и его изменение при созревании и прорастании. «Доклады ВАСХНИЛ», вып. 7, 1957.
7. Цуркан П. А. Белковый и небелковый азот зерна и вегетативной массы кукурузы и сорго. «Труды Кишиневского гос. ун-та по химии природных соединений», вып. 3, 1960.
8. Цуркан П. А. Формы азота зерна и вегетативной массы кукурузы и сорго. Тезисы Второй конференции молодых ученых Молдавии. Кишинев, 1960.
9. Цуркан П. А. Формы азота и белковые фракции зерна подвидов кукурузы, выращенной в условиях Молдавии. «Труды Кишиневского гос. ун-та по химии природных соединений», вып. 3, 1960.

10. Цуркан П. А. О ценности некоторых методов извлечения белков вегетативной массы. «Известия Молдавского филиала АН СССР», № 4(82), 1961.
11. Цуркан П. А. Динамика азотистых веществ в зерне и вегетативной массе кукурузы и сорго. «Труды Кишиневского гос. ун-та по химии природных соединений», вып. 4, 1961.
12. Dugård T. On the presence of nucleoproteins and lipoproteins in the salt-soluble protein fraction of barley. «Acta chem. Scand.», v. 11, No. 9, 1957.
13. Spitzer G., Carr R. H., Epple W. F. Soft corn-its chemical composition and nitrogen distribution. «J. Amer. chem. Soc.», v. 41, 1919, p. 1212.
14. Zeleny L. The distribution of nitrogen in the seed of Zea mays at different stages of maturity. «Cereal chemistry», v. 12, No. 5, 1935.

П. А. ЦУРКАН

СУБСТАНЦЕЛЕ АЗОТАСЕ ДИН ГРЭУНЦЕЛЕ ДЕ ПЭПУШОЙ ШИ МАСА ВЕРДЕ ДЕ ПЭПУШОЙ ШИ СОРГО

Резумат

С'а студият динамика формелор де азот ши а фракцилор де протеине ын грэунцеле пэпушоюлуй де захэр ши а динтелуй де кал. Ка нилдэ, с'ау луат сортуриле Рошу де захэр, ВИР 25 ши ВИР 42. С'а детерминат концинутул азотулуй тотал, непротеник, а азотулуй протеиник солубил ши несолубил, прекум ши а азотулуй албуминелор, глобулинелор, зейнулуй ши глутелинелор ын семинцеле де пэпушой проаспете ши ускате ла 45—50°C, кулесе ла диферите фазе де дезволтаре индивидуалэ.

С'а стабилит, кэ пэпушоюл некопт, анализат ын старе проаспэтэ, ну концине зейнэ. Етапа принципалэ ла формаря протеинелор ын семинцеле де пэпушой есте фаза де лапте.

Афарэ де ачаста с'а студият инфлуенца ускэрий ла 45—50°C асупра концинутулуй формелор де азот ын маса вежелалэ де пэпушой ши сорго. С'а стабилит, кэ о астфел де ускаре ну инфлуенцаэ есенциал асупра концинутулуй формелор де азот ын фрунзе, дар ынрыуреште дестул де путерник асупра концинутулуй формелор де азот ын пэрциле май жингаше але плантей — тулпина ши спикул.

П. А. ЦУРКАН

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ СОЛЕРАСТВОРИМЫХ БЕЛКОВ КУКУРУЗЫ И СОРГО ЭЛЕКТРОФОРЕЗОМ НА БУМАГЕ

Настоящее сообщение является одним из серии работ, посвященных сравнительному изучению азотистых веществ семян и вегетативной массы кукурузы и сорго [5—11]*.

В литературе очень незначительно освещен вопрос об электрофоретическом изучении белков семян кукурузы и совершенно нет аналогичных работ по белкам сорго.

По-видимому, первыми электрофоретическим изучением белков кукурузного семени занимались Фостер и др. [17]. Авторы извлекали суммарный белок кукурузного семени водным раствором детергента в присутствии восстановителя и затем подвергали полученный экстракт электрофорезу по Тизелиусу. Найдено восемь компонентов, три из которых идентифицированы как зеины, а остальные были концентрированы в водных экстрактах. Однако, как указывают сами авторы, результаты этой работы надо интерпретировать осторожно, так как детергент образует комплексы с белками. Также осторожно, по нашему мнению, следует оценивать данные двух других работ по электрофоретическому изучению белков кукурузного семени [13, 15] главным образом потому, что авторы применяли для извлечения белков очень крепкую щелочь. Следует добавить, что и в данном случае также применялся метод Тизелиуса.

Крейн и Фаренхолц [12] с помощью электрофореза по Тизелиусу изучили водорастворимые белки кукурузного семени. Авторы нашли около шести компонентов, три из которых являются главными. В дальнейшем [14] были разделены глобулины семян кукурузы методом колоночной хроматографии: было найдено восемь компонентов, из которых 4 являются главными.

В настоящее время выполнено уже довольно большое количество работ по изучению белков других растений методом электрофореза на бумаге [1—4].

Материалом для настоящей работы служило зерно кукурузы и сорго, выращенное на биологической станции Кишиневского университета в 1959 и 1960 годах. Кукуруза представлена местным сортом Молдавская оранжевая, а сорго — гибридом ВИР 16 и сортом Хлебное джугара прямостоячее. Материал (целые семена полной спелости) перемалывали на мельнице типа «Пируэтт» и обезжиривали в аппарате Сокслета серным эфиром.

* См. также нашу статью в настоящем сборнике «Азотистые вещества семян кукурузы и вегетативной массы кукурузы и сорго», стр. 3.

Принятая нами процедура извлечения солерастворимых белков семян кукурузы и сорго близка к описанной Крейном и Фаренхолцем [12].

Навеску обезжиренной муки семян кукурузы (или сорго) извлекали тройным количеством 1 М NaCl, забуференного фосфатами до pH 7,0 при комнатной температуре и не очень энергичном перемешивании (во избежание образования пены) в течение двух часов. Экстракт выделяли центрифугированием при 3000 об/мин в течение 20 минут. Операцию повторяли дважды в тех же условиях двойным и равным количеством растворителя.

Суммарный экстракт имел обычно объем около 2—3 л. Так как мы не могли провести диализ такого большого количества экстракта, было решено сначала осадить белки сульфатом аммония. Для осаждения всех солерастворимых белков экстракт насыщался сульфатом аммония. Через короткое время центрифугировали: надосадочную жидкость выбрасывали, а осадок ставили на диализ. Были применены диализаторы в виде трубок, склеенных из целлофановой пленки с помощью ZnCl₂. Диализаторы помещали в стеклянные трубки несколько большего диаметра. Через зазор, образовавшийся между стенками диализатора и стенками трубки, пропускали дистиллированную воду. Это позволяло проводить диализ весьма быстро, чем в значительной степени избегали денатурации.

По окончании диализа содержимое диализатора переносили в центрифужную пробирку и центрифугировали. Надосадочная жидкость сливалась в стакан и представляла собой суммарный альбумин, а осадок промывался несколько раз дистиллированной водой для удаления альбуминов и содержал суммарный глобулин. Суммарный альбумин крайне разбавлен и для непосредственного нанесения на бумажную полосу не пригоден, поэтому проводилось концентрирование путем выпаривания при комнатной температуре с помощью вентилятора. Суммарный глобулин растворяли в небольшом количестве 1 М NaCl и после центрифугирования он был готов для электрофоретического изучения. Так как в процессе концентрирования альбуминов происходит денатурация части белка, по его окончании вновь центрифугируют и получают раствор суммарного альбумина, в котором содержится некоторое количество NaCl (перед выпариванием суммарного альбумина в него добавляют 2—3 мл 1 М NaCl для устойчивости, так как известно, что солерастворимые белки семян кукурузы более устойчивы в присутствии нейтральных солей). Как при выделении глобулинов, так и при получении раствора альбуминов центрифугируют при 16000 об/мин.

Для разделения солерастворимых белков на составляющие их компоненты мы пользовались аппаратом системы ЭМИБ (Киев), а также аппаратом ЭФА-1. В комплект последнего аппарата входит денситограф, с помощью которого производилась расшифровка электрофореграмм. Все рассматриваемые в настоящем сообщении электрофореграммы получены с помощью аппарата системы ЭМИБ.

Электрофорез проводили на полосах ленинградской хроматографической бумаги марки Б длиной 40 и шириной 4 см.

Процедуры подготовки бумаги и обработки электрофореграмм — общепринятые [1, 4].

В настоящее время нет еще общей методики электрофореза хотя бы для больших групп белковых веществ. Каждый исследователь должен эмпирически подбирать условия, обеспечивающие наилучшее разделение данной системы белков: градиент потенциала, буфер (состав, pH и ионную силу), место нанесения экстракта, количество и время, в те-

чение которого будет идти электрофорез, а также температуру. Было проведено более сотни опытов. Прежде всего предпринимались попытки улучшить бумагу с помощью предварительной обработки, так как с самого начала было отмечено, что она сильно адсорбирует изучаемые белки. С этой целью полосы смачивали буфером, содержащим около 1% (по объему) глицерина, или дигитонина, или некоторые другие вещества, которые могут вызвать уменьшение адсорбирующей способности бумаги. Работа эта не была доведена до конца. Отчетливое положительное влияние обнаружено лишь для глицерина.

Для выяснения возможного влияния температуры проводили электрофорез при 2—5°C в холодильной камере и при комнатной температуре. Хотя при пониженной температуре уменьшается адсорбция, однако значительно уменьшаются также и подвижности белковых компонентов и разделение получается даже хуже, чем при комнатной температуре. Поэтому все рассматриваемые в настоящей работе электрофореграммы получены при комнатной температуре (17—19°).

Для подбора наиболее подходящего буфера были испытаны боратный, ацетатный и гликоколовый буферные растворы. Установлено, что наилучшее разделение альбуминов можно получить в гликоколовом буфере с рН 7,8 и ионной силой 0,1. Весьма хорошие результаты были получены также при работе с ацетатным буфером с рН 4,7 и ионной силой 0,1. При работе с боратным буфером наблюдали значительную адсорбцию и сравнительно небольшой разгон компонентов, а также плохое разделение.

Глобулины делились почти одинаково хорошо в гликоколовом буфере с рН 7,8 и ионной силой 0,1 и с рН 8,5 и ионной силой 0,05. При этом суммарный глобулин (и кукурузы и сорго) делился на два компонента, из которых один решительно преобладал. В ацетатном же буфере с рН 4,7 и ионной силой 0,1 тот же суммарный глобулин делился на три компонента, причем преобладали два.

Напряжение не могло быть изменено в достаточно больших пределах по техническим причинам: напряжение варьировало от 150 до 300 в. Сила тока при заданном градиенте потенциала и ионной силе буфера составляла величину вполне определенную.

Для отчетливого разделения альбуминов понадобилось 20—24 часа. Глобулины делились за меньшее время (около 18 часов).

Обсуждение полученных данных

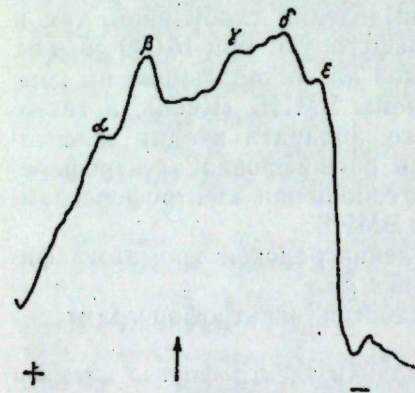


Рис. 1. Денситограмма суммарного альбумина кукурузы Молдаванка оранжевая урожая 1959 года

Электрофорез суммарных альбуминов семян кукурузы Молдаванка оранжевая урожая 1959 года проводили в гликоколовом буфере с рН 7,8 и ионной силой 0,1. Градиент потенциала изменялся от 7,50 до 6,75 в/см, а сила тока на 1 см ширины полосы бумаги составляла вначале опыта 2,5 ма, а в конце его — 4,25 ма. Место нанесения экстракта находилось на 16-м сантиметре от катодного конца полосы. Электрофорез длился 19 часов 30 минут.

На рис. 1 приведена соответствующая денситограмма, полученная с помощью денситографа ЭФА-1, из которой видно, что суммарный аль-

бумин кукурузы сорта Молдаванка оранжевая состоит из 5 компонентов, три из которых преобладают. Это хорошо согласуется с данными, полученными при свободном электрофорезе [12, 17]. Вероятно, однако, что в действительности компонентов несколько больше. Потеря некоторых компонентов возможна в процессе концентрирования суммарного альбумина, а также во время диализа. Вероятно, что некоторые компоненты содержатся в крайне небольших количествах. Также вероятно, что достигнутое разделение не предел. Следует продолжить работу с привлечением новых буферных систем. Группа авторов [16] разделила альбумины пшеницы на 11 компонентов. Было отмечено большое различие в количестве отдельных компонентов. Характерно также и то, что авторам удалось разогнать компоненты альбуминов пшеницы на 28 см (разгон, достигнутый нами, примерно в двое меньше).

Можно предположить также, что денситограф ЭФА-1 не дает точной расшифровки электрофореграмм. При измерении планиметром (слева направо, или, что то же самое, от минуса к плюсу) было установлено, что компоненты содержатся в количестве 11,7; 22,4; 26,4; 24,4 и 15,1%. Однако данные о содержании отдельных компонентов носят ориентировочный характер и в значительной степени зависят от конкретных условий опыта, а также от того, что при расчетах мы вынуждены были делать ряд приближений ввиду не очень четкого разделения.

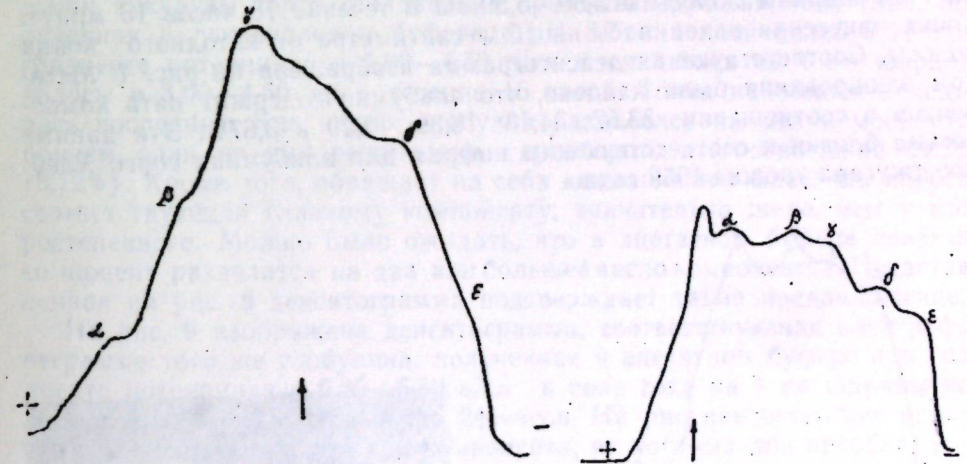


Рис. 2. Денситограмма суммарного альбумина кукурузы Молдаванка оранжевая урожая 1960 года

Рис. 3. Денситограмма суммарного альбумина сорго Хлебное джугара прямостоящее урожая 1959 года

На рис. 2 изображена денситограмма, полученная при расшифровке электрофореграммы суммарных альбуминов семян кукурузы сорта Молдаванка оранжевая урожая 1960 года. Электрофорез вели в ацетатном буфере с рН 4,7 и ионной силой 0,1 при градиенте потенциала 6,25—5,50 в/см и силе тока на 1 см ширины полосы в 2,50—5,50 ма в течение 24 часов. На денситограмме мы находим 5 компонентов, однако в несколько другом количественном соотношении. Ввиду того, что условия электрофореза были различны, а также потому, что материал был взят из урожая другого года, эти сравнительно небольшие количественные отклонения вполне естественны.

Суммарный альбумин семян сорго сорта Хлебное джугара прямо стоячее урожая 1959 года подвергали электрофорезу в ацетатном буфере с рН 4,7 и ионной силой 0,1. Градиент потенциала менялся от 5,25 до 4,50 в/см, а сила тока на 1 см ширины бумажной полосы составляла 2,50—3,00 ма. Опыт длился 20 часов. Точка нанесения находилась посредине полосы. Приведенная на рис. 3 денситограмма говорит о пятикомпонентности суммарного альбумина семян сорго Хлебное джугара. Планиметр дал следующее соотношение для компонентов (от минуса): 25,5; 33,3; 17,5; 15,3 и 8,4%. Методом элюирования отдельных компонентов было найдено несколько другое соотношение для компонентов: 30,10; 34,85; 16,95; 12,40 и 5,70%. Следует отметить, что планиметром изучалась денситограмма, соответствующая боковой полосе, а данные элюирования относятся к центральным полоскам одного и того же опыта.

Суммарный альбумин семян сорго Хлебное джугара прямо стоячее урожая 1960 года был подвергнут электрофорезу в гликоколовом буфере с рН 8,5 и ионной силой 0,05 при градиенте потенциала 7,70—7,30 и силе тока на 1 см ширины полосы в 2,00—3,10 ма в течение 21 часа. Точка нанесения находилась на 17-м сантиметре от катодного конца полосы. Соответствующая денситограмма приведена на рис. 12.

С помощью электрофореза на бумаге был также изучен суммарный альбумин семян гибрида сорго ВИР 16. Электрофорез вели в ацетатном буфере при градиенте потенциала в 6,25—5,62 в/см и силе тока на 1 см ширины полосы в 3,50—5,50 ма в течение 18 часов 15 минут. Точка нанесения находилась на 16-м сантиметре от катодного конца полосы. Соответствующая денситограмма изображена на рис. 4. Методом элюирования было найдено, что альбумин содержит пять компонентов в соотношении: 33,52; 34,13; 16,39; 12,29 и 3,67%. Эти данные весьма близки к соответствующим цифрам для альбумина сорго Хлебное джугара урожая 1959 года.

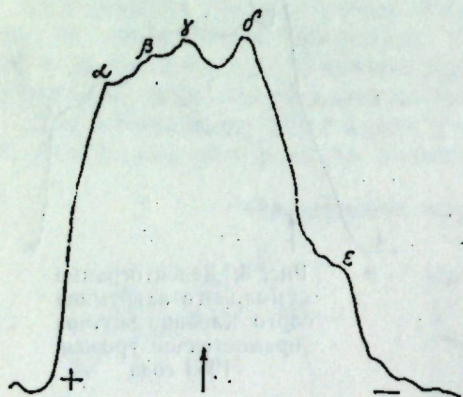


Рис. 4. Денситограмма суммарного альбумина сорта ВИР 16 урожая 1960 года

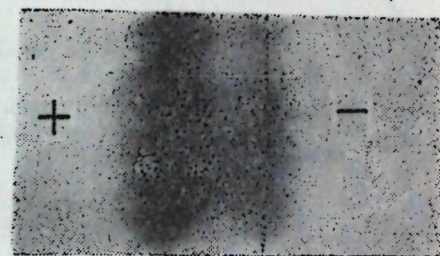


Рис. 5. Электрофореграмма суммарного глобулина кукурузы Молдаванка оранжевая урожая 1959 года

На рис. 5 представлена электрофореграмма суммарного глобулина семян кукурузы Молдаванка оранжевая урожая 1959 года, полученная в гликоколовом буфере с рН 7,8 и ионной силой 0,1 при градиенте потенциала 6,25—5,50 в/см и силе тока на 1 см ширины полосы в 3,00—7,50 ма в течение 12 часов. Точка нанесения была смещена от середины на 0,5 см в сторону анода. Получили отчетливое разделение на

два компонента, из которых один решительно преобладал. Соответствующая денситограмма приведена на рис. 6. При количественной оценке методом элюирования целых компонентов было получено соотношение 70,3; 29,7%.

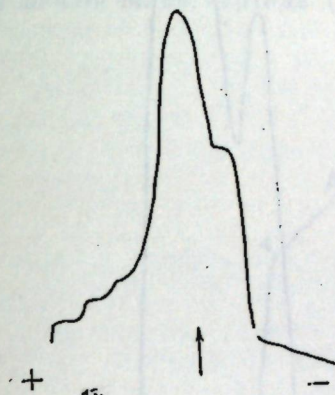


Рис. 6. Денситограмма суммарного глобулина кукурузы Молдаванка оранжевая урожая 1959 года

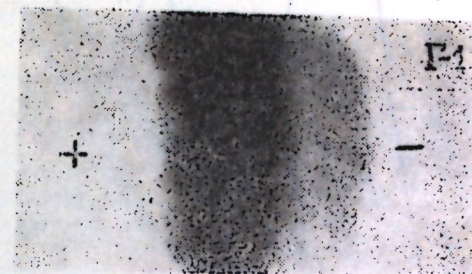


Рис. 7. Электрофореграмма суммарного глобулина кукурузы Молдаванка оранжевая урожая 1960 года

На рис. 7 представлена электрофореграмма суммарного глобулина семян кукурузы сорта Молдаванка оранжевая урожая 1960 года, полученная в гликоколовом буфере с рН 8,7 и ионной силой 0,11 при градиенте потенциала в 5,00—4,50 в/см и силе тока на 1 см ширины полосы в 3,00—4,50 ма в течение 15 часов. Точка нанесения находилась посредине. Как видно, глобулин разделился на два компонента, причем один из них решительно преобладал (соотношение 81,28; 18,72%). Кроме того, обращает на себя внимание тот факт, что полоса, соответствующая главному компоненту, значительно шире, чем у второстепенного. Можно было ожидать, что в ацетатном буфере главный компонент разделится на два или большее число компонентов. Представленная на рис. 8 денситограмма подтверждает такое предположение.

На рис. 9 изображена денситограмма, соответствующая электрофореграмме того же глобулина, полученная в ацетатном буфере при градиенте потенциала в 6,25—5,50 в/см и силе тока на 1 см ширины полосы в 2,50—5,50 ма в течение 24 часов. На рисунке отчетливо видно, что глобулин делится на три компонента, из которых два преобладают. Методом элюирования компонентов было найдено следующее количественное соотношение между ними: 48,3; 50,4; 7,3%.

На рис. 10 представлена денситограмма, соответствующая электрофореграмме глобулина сорго Хлебное джугара прямо стоячее урожая 1959 года, полученной в ацетатном буфере с рН 4,7 и ионной силой 0,1 при градиенте потенциала 6,25—5,51 в/см и силе тока на 1 см ширины полосы в 3,75—6,25 ма в течение 17 часов. Место нанесения находилось посредине полосы. Глобулин разделился на три компонента, два из которых значительно преобладали. Планиметром получено соотношение компонентов: 53,3; 28,8; 17,9%. В другом опыте этот же белок подвергали электрофорезу в гликоколовом буфере с рН 8,5 и ионной силой 0,05 при градиенте потенциала в 6,25—5,75 в/см и силе тока на 1 см ширины полосы в 2,50—4,75 ма в течение 16 часов. Точка нанесения находилась посредине полосы. Глобулин разделился на два компонента, один из которых преобладал.

1739543

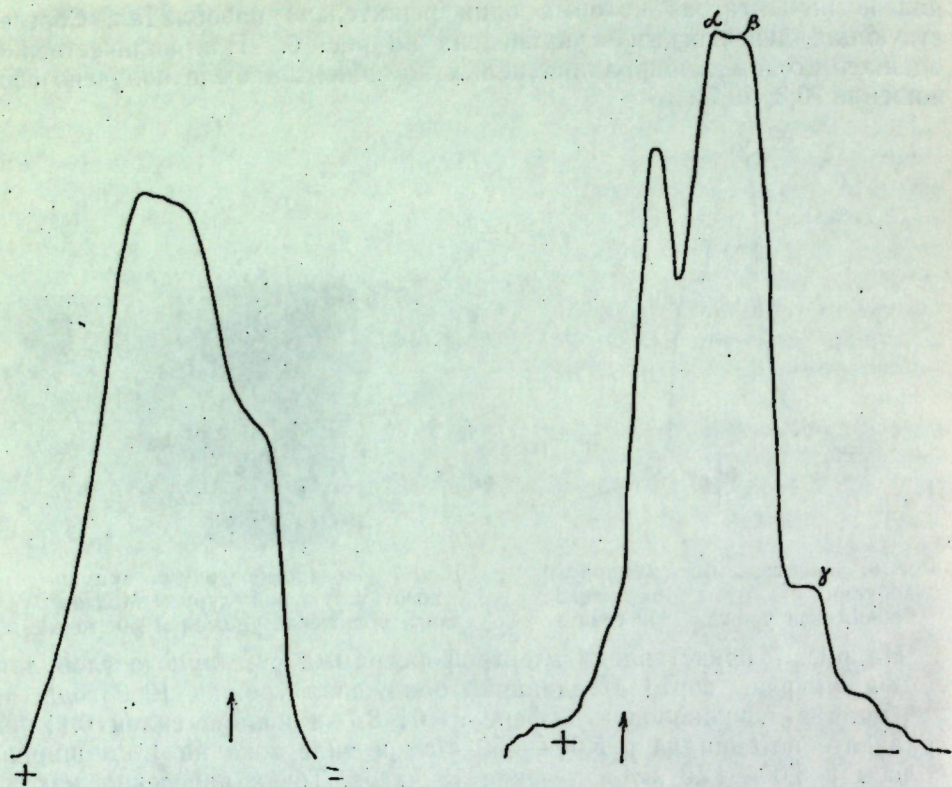


Рис. 8. Денситограмма суммарного глобулина кукурузы Молдаванка оранжевая урожая 1960 года

Рис. 9. Денситограмма суммарного глобулина кукурузы Молдаванка оранжевая урожая 1960 года (ацетатный буфер)

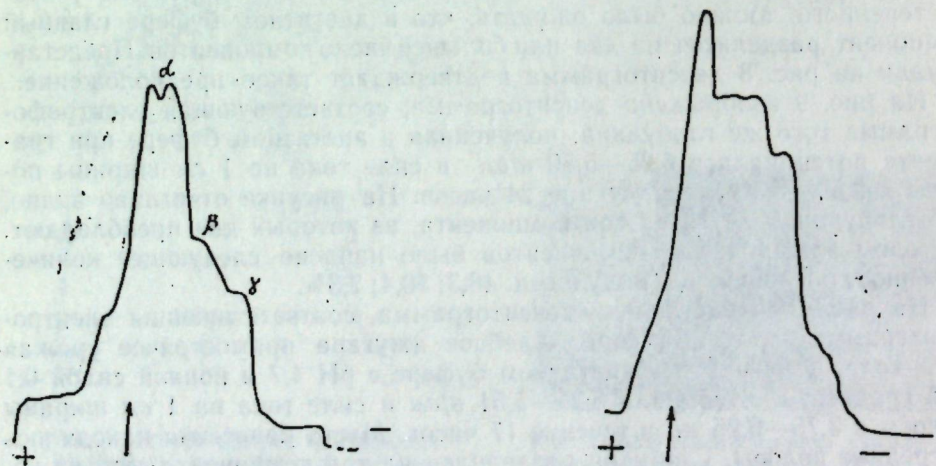


Рис. 10. Денситограмма суммарного глобулина сорго Хлебное джугара прямостоячее урожая 1959 года

Рис. 11. Денситограмма суммарного глобулина сорго Хлебное джугара прямостоячее урожая 1960 года

На рис. 11 представлена денситограмма, отражающая картину электрофоретического разделения глобулинов семян сорго Хлебное джугара прямостоячее урожая 1960 года в ацетатном буфере с рН 4,7 и ионной силой 0,1 при градиенте потенциала в 4,38—3,88 в/см и силе

тока на 1 см ширины полосы в 3,00—5,00 ма в течение 22 часов. Точка нанесения находилась посредине полосы. Было получено три компонента в соотношении 32,8; 56,9; 10,3%.

Для глобулинов гибрида ВИР 16 урожая 1960 года была получена аналогичная картина (соотношение компонентов не определяли).

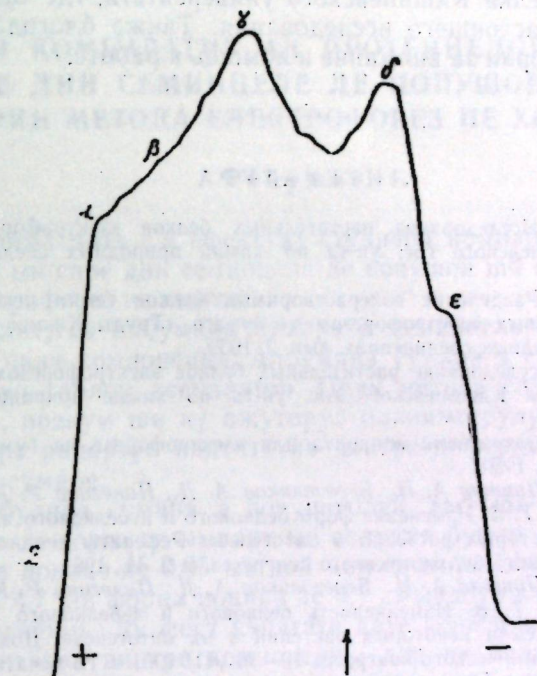


Рис. 12. Денситограмма суммарного альбумина сорго Хлебное джугара прямостоячее урожая 1960 года

При электрофорезе в гликоловом буфере глобулины семян сорго часто не делятся, то есть являются монокомпонентами. Это мы объясняем тем, что в семенах сорго содержание второго компонента весьма незначительное (как, впрочем, и в кукурузе) и при работе с небольшими навесками материала получают экстракты солерастворимых белков, из которых не удастся приготовить суммарный глобулин достаточно большой концентрации.

ВЫВОДЫ

1. Впервые было проведено сравнительное изучение солерастворимых белков семян кукурузы и сорго методом электрофореза на бумаге. Установлено, что суммарный альбумин кукурузы состоит из 5 компонентов. Для семян сорго получены аналогичные данные. Получены также данные о количественном соотношении различных компонентов суммарных альбуминов семян кукурузы и сорго.

2. Суммарный глобулин семян как кукурузы, так и сорго в гликоловом буфере делится на два компонента. В ацетатном же буфере те же суммарные глобулины делятся на три компонента. Количественные данные не позволяют решить вопрос о сущности этого явления. Не ясно, расщепляется ли один из компонентов гликолового разделения на

два новых компонента (это предположение наиболее правдоподобно), или все три компонента являются новыми.

Суммарный глобулин семян сорго дает аналогичную картину.

В заключение благодарю доктора биологических наук В. Г. Клименко за предоставление возможности работать в руководимой им лаборатории химии белка Кишиневского университета, где была выполнена большая часть настоящего исследования. Также благодарю сотрудников этой лаборатории за внимание и помощь в работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гофман Ю. Я. Исследование растительных белков электрофорезом на бумаге. «Труды Кишиневского гос. ун-та по химии природных соединений», вып. 1, 1958.
2. Гофман Ю. Я. Разделение солерастворимых белков семян некоторых растений семейства бобовых электрофорезом на бумаге. «Труды Кишиневского гос. ун-та по химии природных соединений», вып. 2, 1959.
3. Гофман Ю. Я. Исследование растительных белков электрофорезом на бумаге (обзор 2). «Труды Кишиневского гос. ун-та по химии природных соединений», вып. 4, 1961.
4. Инструкция по эксплуатации аппарата для электрофореза на бумаге и агар-агаре ЭФА-1. Фрунзе, 1960.
5. Клименко В. Г., Пушняк А. Н., Березовиков А. Д., Пинегина Р. И., Цуркан П. А. и Варенникова Т. В. Изменение форм белкового и небелкового азота в вегетативной массе некоторых растений в онтогенезе. Рефераты секционных сообщений V Международного биохимического конгресса, т. 2, М., 1961.
6. Клименко В. Г., Пушняк А. Н., Березовиков А. Д., Пинегина Р. И., Цуркан П. А. и Варенникова Т. В. Изменчивость белкового и небелкового азота вегетативной массы и семян некоторых растений в их онтогенезе. Доклады V Международного биохимического конгресса 10—16.VIII 1961 г. (В печати).
7. Цуркан П. А. Белковый и небелковый азот зерна и вегетативной массы кукурузы и сорго. «Труды Кишиневского гос. ун-та по химии природных соединений», вып. 3, 1960.
8. Цуркан П. А. Формы азота и белковые фракции зерна подвидов кукурузы, выращенной в Молдавии. «Труды Кишиневского гос. ун-та по химии природных соединений», вып. 3, 1960.
9. Цуркан П. А. Формы азота зерна и вегетативной массы кукурузы и сорго. Тезисы Второй конференции молодых ученых Молдавии. Кишинев, 1960, стр. 96.
10. Цуркан П. А. О некоторых методах извлечения белков вегетативной массы. «Известия Молдавского филиала АН СССР», № 4 (82), 1961.
11. Цуркан П. А. Динамика азотистых веществ в зерне и вегетативной массе кукурузы и сорго. «Труды Кишиневского гос. ун-та по химии природных соединений», вып. 4, 1961.
12. Craine E. M. and Fahrenholtz K. E. The proteins in water extracts of corn. «Cereal chemistry», v. 35, No 4, 1958.
13. Lloyd N. E. and Mertz E. T. Studies on corn proteins, III. The glutelins of corn. «Cereal chemistry», v. 35, No 2, 1958.
14. Mc Guire T. A., Craine E. M., Dimler R. J. Chromatographic method for fractionating globulins of corn. «Cereal chemistry», v. 37, No 3, 1960.
15. Mertz E. T., Lloyd N. E. and Bressani R. Studies on corn proteins, II. Electrophoretic analysis of germ and endosperm extracts. «Cereal chemistry», v. 35, No 2, 1958.
16. Pence J. W., Weinstein N. E. and Mecham D. K. Differences in the distribution of components in albumins preparations from durum and common wheat flours. «Cereal chemistry», v. 31, No 5, 1954.
17. Foster J. F., Jen Tsi Yang and N. Henry Yui. Extraction and electrophoretic analysis of the proteins of corn. «Cereal chemistry», v. 27, No 6, 1950.

П. А. ЦУРКАН

СТУДИУЛ КОМПАРАТИВ АЛ ПРОТЕИНЕЛОР СОЛУБИЛЕ ЫН САРЕ ДИН СЕМИНЦЕЛЕ ДЕ ПОПУШОЙ ШИ СОРГО ПРИН МЕТОДА ЕЛЕКТРОФЕРЕЗ ПЕ ХЫРТИЕ

Резумат

Пентру прима датэ с'а ефектуат студия компаративэ а протеинелор солубиле ын саре дин семинцеле де попушой ши сорго ку ажуторул методей електрофорез пе хыртие.

С'а стабилит, кэ албумина сумарэ а семинцелор де попушой есте компусэ дин чинч компонентэ. Албумина сумарэ а семинцелор де сорго презинтэ ун таблоу асемэнэтор. Прин метода елуэрий компоненти-лор ынтрежь, прекум ши ку ажуторул планиметрулуй ау фост кэпэ-таге дате деспре рапортул кантитатив динтре диференций компонентэ ай албуминелор сумаре.

Атыт глобулина сумарэ а попушоюлуй, кыт ши глобулина сумарэ а семинцелор де сорго се ымпарт ын солуция буфер де гликокол ку рН 8,5 ши форца ионикэ де 0,05 ын дой компонентэ. Ын солуция буфер де ачетат ку рН 4,7 ши форца ионикэ де 0,1 амындоуэ глобулинеле дау кыге трей компонентэ. Ау фост кэпэ-тате дате кореспунзэтоаре деспре рапортул кантитатив динтре компонентэ, дар пе база ачестор дате с'а доведит а фи ку непутинэ дизлегаря кестиуний: сынт оаре чей трей компонентэ ай сепарацией «ачетиче» ной, орь унул дин ей кореспунде компонентулуй инфериор ал сепарацией «гликоколиче», яр чейлалць дой с'ау кэпэ-тат ын резултатул десфачерий а компонентулуй причипал ал сепарацией «гликоколиче».

С. В. БАЛТАГА

К ВОПРОСУ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕКТИНА ИЗ КОРМОВОГО АРБУЗА В УСЛОВИЯХ ГИДРОЛИЗА СЕРНИСТОЙ КИСЛОТОЙ

Пектиновые вещества — высокомолекулярные углеводные соединения кислотного характера, построенные из звеньев галактуроновой кислоты. Они широко распространены в растительном мире. Главная масса пектиновых веществ входит в качестве постоянного спутника полисахаридов растительных тканей в состав клеточных стенок и срединных пластинок, небольшое количество растворено в клеточном соке плодов и ягод. Наряду со структурной функцией пектины вовлекаются в жизненно важные процессы обмена.

Вследствие способности пектинов в определенных условиях к студнеобразованию они широко применяются в пищевой промышленности, особенно в кондитерском и консервном производстве, где пектин используется как студнеобразующий агент для изготовления желе, джемов, повидла, конфитюров, зефира, мармелада и других изделий, а также в медицине.

Основным материалом, используемым в ряде стран для производства пектина, являются отходы от переработки яблок (выжимки и вытерки) и цитрусовых.

В послевоенные годы в СССР впервые в практике пектинового производства разработана и внедрена технологическая схема получения пищевого пектина из совершенно нового сырья — обмолоченных корзинок подсолнечника и из свекловичного жома [13]. Известны и другие высокопектиновые растительные материалы. Исследованиями, проведенными в нашей лаборатории в течение ряда лет, показано, что кормовой арбуз является ценным источником получения пектина [2, 6]. Разработанный нами метод позволяет получать из него пищевой пектин по схеме, принятой в отечественном производстве для переработки корзинок подсолнечника и свекловичного жома [4]. Это дает возможность перерабатывать различные виды пектинсодержащего сырья на одной технологической линии.

Молдавия богата сырьевыми ресурсами для организации крупного пектинового производства. Сахарная промышленность может поставлять большое количество свекловичного жома; большой удельный вес в сельском хозяйстве республики занимает и культура подсолнечника. В республике, как и в Краснодарском крае, на Украине, в Поволжье, Средней Азии, возделывается кормовой арбуз (вид *C. colocynthoides*). Отделом бахчевых Молдавского научно-исследовательского института орошаемого земледелия и овощеводства выведен новый сорт — Пектиновый, отличающийся высоким устойчивым содержанием пектиновых веществ и большой урожайностью плодов [5, 9, 10].

На консервных заводах республики накапливается много яблочных выжимок (отходы при производстве сока). Для их переработки Научно-техническим комитетом Молдавии рекомендована в качестве основной технологическая схема пектинового завода, действующего в Болгарии. Подробно эта схема описана в работе В. И. Образцова [8].

В отличие от технологии производства пектина из свекловичного жома и корзинок подсолнечника, по которой гидролиз ведется соляной кислотой, схема получения яблочного пектина предусматривает экстрагирование в условиях гидролиза сернистой кислотой с последующим двукратным извлечением пектина водой и коагуляцией последнего из концентрированного экстракта этанолом.

В литературе описаны различные режимы гидролиза растительного материала сернистой кислотой. Так, Ф. В. Церевитнинов [14] сообщает о методе экстрагирования пектина из цитрусовых повторной обработкой 1%-ной сернистой кислотой при 90° в течение 2 часов. Б. Отенрот [16] описал режим гидролиза сырья 5%-ной сернистой кислотой при 70°; З. Кэртеш [17] предлагает проводить гидролиз свекловичного жома кислотой такой же концентрации при 40° в течение 48 часов; извлечение пектина из яблочных выжимок в Болгарии осуществляется при рН 1,9—2,0 в течение 3 часов при температуре 80° [7].

Для коагуляции пектина применяется подкисленный соляной кислотой этиловый спирт либо раствор соли поливалентного металла с последующей деминерализацией коагулята рассчитанным количеством соляной кислоты, включенной в данный объем спирта.

Преимущество использования сернистой кислоты по сравнению с соляной состоит в том, что сернистая кислота не приводит к глубокой деполимеризации молекул пектина и легко может быть удалена. Кроме того, одновременно с основным процессом гидролиза проявляются и отбеливающие свойства сернистой кислоты. Однако работа с сернистой кислотой требует полной герметизации аппаратуры и тщательной аэрации помещения.

Задача настоящего исследования состояла в выяснении возможности выделения высококачественного пектина из кормового арбуза гидролизом сернистой кислотой. Положительное решение этого вопроса позволило бы приблизить ранее разработанный метод выделения данного пектина к технологической схеме, предлагаемой для яблочных выжимок, и использовать оборудование одной линии на производстве для переработки различного сырья.

Экспериментальная часть

Материалом для исследования служили зрелые плоды кормового арбуза сорта Пектиновый урожая 1959 и 1960 годов. Содержание пектиновых веществ (кальция пектата) в них составляло 16,1—19,7% от веса сухих веществ (0,48—0,64% на сырой вес).

Пектиновые вещества в плоде распределены неравномерно: количество их увеличивается от центра плода к периферии. Неодинаков и фракционный состав: в мякоти плода значительно преобладает воднорастворимая фракция, для которой требуется более мягкий гидролиз, чем для протопектина, преобладающего в периферийной части плода. Поэтому при гидролизе соляной кислотой мы перерабатывали плод без сердцевинки.

Поскольку сернистая кислота незначительно разрушает молекулу пектина в процессе гидролиза, исключается надобность дифференциро-

ванного использования плода. В связи с этим в настоящем исследовании, в отличие от ранее разработанного метода, для выделения пектина брали весь плод (без семян). Материал измельчали на дробилке до частиц размером 3—4 мм и отбирали среднюю пробу.

Как известно, растворимость сернистого ангидрида при температуре 70—80° ничтожно мала. Поэтому гидролиз проводили в специально оборудованном и герметически закрытом сосуде емкостью 4 л, снабженном лопастной мешалкой с механическим приводом (60 об/мин), внутренним змеевиком, термометром и отводной трубкой.

Экстракционный аппарат в процессе опыта помещали в водяную баню с заданной и постоянной температурой. Это позволяло поддерживать температуру гидролизующей массы при незначительных колебаниях.

Гидролиз материала проводили при значениях рН экстракционной среды 0,8; 1,0; 1,4, температуре 80°, продолжительности процесса от 3 до 6 часов и гидромодуле (отношение веса измельченного материала к весу применяемой кислоты) 1:1. При таком гидромодуле экстракты имели относительно небольшую вязкость, что облегчало прежде всего процесс фильтрования.

В силу специфических особенностей исследуемого материала гидролиз при более высоких значениях рН совершенно не пригоден даже при длительном процессе. В этих условиях отделение экстракта от материала происходит очень трудно и недостаточно полно. По технологической схеме для яблочных выжимок, после 3-часового гидролиза сернистой кислотой и свободного фильтрования материал дополнительно экстрагируется двукратно (по 3 часа) водой при температуре первой фазы процесса выделения.

В проведенных нами опытах масса после гидролиза отфильтровывалась (свободное стекание) и затем отжималась. Оказалось, что целесообразно ограничиться только операцией кислотного гидролиза (табл. 1).

Таблица 1

Выход пектина, осажденного этанолом, на 1000 г арбузной массы

Характер экстрагирования	Пектин на 1000 г материала, г
Гидролиз сернистой кислотой при рН 1,4	5,28 — 6,85
Первое извлечение водой	0,65 — 0,81
Повторное извлечение водой	0,06 — 0,07

Из приведенных данных видно, что при первом и особенно повторном извлечении водой в раствор переходит незначительное количество пектина. Длительность процесса и дополнительные расходы экономически не оправдывают такую схему экстрагирования для исследуемого нами материала.

В литературе описаны различные методы осаждения пектина после гидролиза сернистой кислотой.

Так, этанол количественно осаждает пектин. Однако для осаждения пектина из экстрактов кормового арбуза он мало пригоден, так

как «соосаждает» и другие полисахариды клеточных стенок. Ранее нами было установлено, что плоды кормового арбуза содержат высокий процент гемицеллюлозы [3].

Таблица 2

Сравнительные данные содержания пектина и его выхода при различной продолжительности гидролиза (рН 1,4) (Материал урожая 1959 года)

Продолжительность экстрагирования, мин	Сухие вещества, %	Содержание пектина в экстракте	Выход пектина при осаждении этанолом 1:1
		% от веса сухих веществ	
180	3,72	11,5	16,7
240	3,72	11,3	17,4
300	2,96	16,6	21,4
360	2,96	17,0	21,6
420	3,14	15,8	21,7

Из приведенных в табл. 2 данных видно, что при осаждении этанолом выход препарата на 5—6% больше истинного содержания пектина в экстракте. Очистка же пектина от соосаждающихся веществ фракционным переосаждением затруднительна и требует большого расхода спирта.

В связи с этим нами был избран метод коллоидно-химического осаждения пектина солями поливалентных металлов. Таким образом, мы совместили элементы обеих технологических схем.

Пектин осаждают обычно растворами хлористого кальция или алюминия, сернокислого алюминия или меди и алюминиевыми квасцами. Мы применяли 20%-ный раствор хлористого кальция и 25%-ный раствор сернокислого алюминия.

Осаждение пектина кальцием сводится к дегидратации молекул пектина и образованию труднорастворимой соли пектината кальция.

В литературе сообщается, что при гидролизе материала соляной кислотой осаждение пектина ионами кальция происходит только при низких значениях рН — меньше 1,3 [15].

Гидролиз исследованного нами материала проводился при рН 1,4 и более низких значениях, продолжительность варьировала от 3 до 6 часов. Казалось, что пектин должен был осаждаться хлористым кальцием. К полученным экстрактам, частично нейтрализованным аммиаком до рН 4,5—4,7, добавлялись различные количества раствора хлористого кальция. Опыты проводились при температурах 32 и 45°С. Однако ни в одном случае пектин не осаждался. Вместе с тем в ранее проведенных опытах при гидролизе этого же материала соляной кислотой при одинаковых значениях рН наблюдалась очень хорошая коагуляция пектина. Следовательно, на процесс осаждения оказывает влияние не только рН экстракционной среды, но и действие гидролизующего агента.

В дальнейшем мы применяли метод коллоидного осаждения пектина раствором сульфата алюминия. Метод основан на выделении пектина гидроокисью алюминия независимо от количества в нем свободных карбоксильных групп. К экстракту прибавлялось различное количество миллилитров 25%-ного раствора осадителя и добавлением аммиака рН доводилось до 4,0—4,1. Образующиеся коллоидные, положительно заряженные мицеллы гидрата окиси алюминия адсорбируют пектин и другие полисахариды, увлекая их в осадок. Не исключено и образование пектината алюминия за счет свободных карбоксильных групп.

Для выяснения природы соосажающихся полисахаридов проводилось хроматографирование продуктов гидролиза осадков. Навески коагулятов гидролизовались 2%-ной серной кислотой при гидромодуле 1:100 в течение 12 часов на кипящей водяной бане. Нейтрализованные по метил-рот твердым углекислым кальцием растворы упаривались в вакууме при остаточном давлении 20—30 мм рт. ст. и температуре 35—40° до 1/12 первоначального объема.

При восходящем методе хроматографирования растворителем служил верхний слой *n*-бутилового спирта, уксусной кислоты и воды (4:1:5). Хроматограммы проявлялись 1%-ным спиртовым раствором анилинфталата. После восьмикратного хроматографирования было достигнуто четкое разделение сложной смеси исследуемых веществ. Установлено, что кроме галактуроновой кислоты и олигогалактуронидов в продуктах гидролиза содержатся галактоза, глюкоза, арабиноза и ксилоза (рис. 1).

Очистка, то есть деминерализация коагулятов, промытых водой, измельченных и высушенных при 50°C, производилась двукратно 70%-ным этанолом, содержащим рассчитанное количество (4—5%) соляной кислоты, которая затем отмывалась 60%-ным этиловым спиртом. Препараты пектина высушивались при 45°C.

Высокий выход пектина в сочетании с хорошим качеством его является определяющим в выборе условий метода выделения. Качество пектина характеризуется прежде всего студнеобразующей способностью. Для ее определения приготавливались сахаро-пектинно-кислотные студни с содержанием 0,8% пектина, 65% сахара и 0,8% лимонной кислоты и измерялась их прочность по методу Л. Б. Сосновского [12].

Определялось также количество золы и содержание пектиновой кислоты объемным методом по С. Я. Раик [11].

Методом хроматографии, описанным выше, изучены также и продукты гидролиза полученных препаратов пектина.

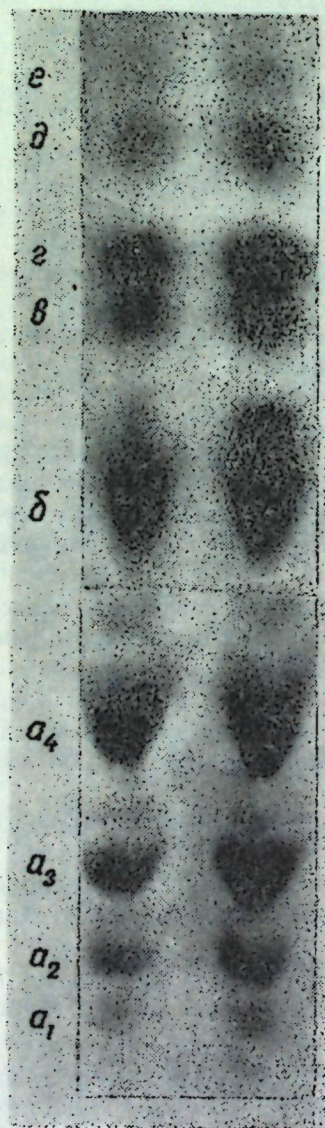


Рис. 1. Продукты гидролиза коагулята:

*a*₁—*a*₄—олигогалактурониды;
б—*d*-галактуроновая кислота;
в—*d*-галактоза; *г*—*d*-глюкоза;
д—*l*-арабиноза; *е*—*d*-ксилоза

Результаты опытов экстрагирования при рН 1,4

Выделение пектина из плодов кормового арбуза гидролизом сернистой кислотой при высоких значениях рН не представляет практического интереса. Данные табл. 3 показывают, что выход пектина даже при семичасовом гидролизе очень мал (6,6%). В этих условиях осаждается примерно половина содержащегося в экстракте пектина. При менее продолжительном воздействии гидролизующего агента выход снижается до 5,7%. Для коагуляции пектина в этих условиях потребовалось большое количество осадителя (35 мл на 1000 мл экстракта), что экономически невыгодно.

Таблица 3

Выход пектина в зависимости от продолжительности гидролиза при рН 1,4

Продолжительность гидролиза, мин	% сухих веществ в исходном материале	% пектина в экстракте	% отн. экстракта при 20°	Выход пектина		Зола, %	Студнеобразующая способность, мм рт. ст.
				% от сухого вещества	% от веса коагулята		
300	3,44	13,6	8,5	5,74	71,4	1,76	330—360
360	3,32	13,5	6,8	6,03	70,9	1,07	
420	3,70	14,9	8,0	6,57	79,5	1,58	

Неполное осаждение объясняется, вероятно, тем, что пектин прочно связан с сопутствующими веществами, препятствующими коагуляции. В продуктах гидролиза коагулятов обнаружены моносахариды, являющиеся основными звеньями полисахаридов группы пентозанов и гексозанов. Это, по-видимому, и определяет высокую вязкость экстрактов. Убыль веса коагулята в процессе очистки превосходит количество золы в нем. Следовательно, одновременно с минеральными веществами удаляется и часть соосажающихся веществ.

Студнеобразующая способность образцов пектина выше, чем пектина, полученного в условиях солянокислотного гидролиза, на 50—80 мм рт. ст.

Препараты пектина имели светло-зеленую окраску, то есть отбеливающее действие сернистой кислоты в этих условиях проявляется мало.

Результаты опытов экстрагирования при рН 1,0 и 0,8

Повышение концентрации сернистого ангидрида дало значительное увеличение выхода пектина и снизило расход осадителя. Кроме того, в этих условиях, особенно при рН 0,8, хорошо проявляется отбеливающее действие сернистой кислоты. Получены препараты пектина белого цвета с светло-серым оттенком, то есть чистые, что ценно для использования в пищевой промышленности.

Из данных табл. 4 видно, что выход пектина при пяти- и шестичасовом гидролизе достигает 12,1—13,2%; он не уступает выходу пектина по ранее разработанному методу (гидролиз соляной кислотой).

Выход пектина убывает с уменьшением продолжительности экстрагирования. Следовательно, непродолжительный гидролиз мало эффективен. Кроме низкого выхода, особенно при рН 1,0, значительно затрудняются процессы фильтрации и отжатия отработанного жома.

Экстракты имеют повышенную вязкость. При более длительном гидролизе пектины осаждаются полнее.

Установлено, что хорошее осаждение достигается при добавлении 15—20 мл раствора осадителя к 1000 мл экстракта. Расход осадителя в этих условиях экстрагирования почти в два раза меньше, чем в опытах при pH 1,4. Происходит четкое отделение коагулята от прозрачного маточного раствора; фильтрование и отжатие осадка в этих условиях происходит легко.

Таблица 4

Влияние pH и продолжительности экстрагирования на выход и качество пектина

Продолжительность гидролиза, мин	Содержание сухих веществ в исходном материале, %	Содержание пектиновой кислоты в экстракте, %	% отн экстракта при 20°	Выход пектина (абс. сухой вес в % от сухих веществ)	Зола, %	Содержание пектиновой кислоты в препарате, %	Студнеобразующая способность, мм рт. ст.
При pH 0,8							
360	3,24	—	3,16	13,2	0,81	88,9	437
300	3,34	14,5	4,16	12,1	0,88	88,1	446
240	3,00	14,0	4,51	11,3	0,89	79,8	380
180	2,80	14,1	4,35	11,6	1,01	87,2	430
При pH 1,0							
360	2,90	16,6	3,4	12,8	—	—	—
300	2,99	15,4	4,9	12,7	1,61	84,7	420
240	3,44	14,9	5,5	10,1	0,65	87,4	410
180	3,32	13,4	7,9	8,6	0,93	63,3	320

Таблица 5

Выход и качество пектина в зависимости от условий выделения

Гидролизующий агент	Продолжительность гидролиза, мин	Содержание пектиновой кислоты в экстракте, %	% отн экстракта при 20°	Выход пектина (% от сухого вещества)	Зола, %	Содержание пектиновой кислоты в препарате, %	Студнеобразующая способность, мм рт. ст.
H ₂ SO ₄ pH 0,8	360	15,3	8,8	13,6	1,14	89,1	590
HCl pH 0,9	360	13,8	5,0	12,8	2,73	84,6	280

Полученные образцы пектина были значительно очищены от балластных веществ. У большинства содержание пектиновой кислоты составляло 80—88%, количество золы было значительно меньшим по сравнению с пектином, осажденным солью кальция.

При растворении в воде полученные образцы пектина образуют очень вязкие растворы, что предопределяет их хорошее студнеобразование — оно превышает 410 мм рт. ст., то есть в полтора раза выше, чем при гидролизе сырья соляной кислотой. Мармеладные студни по-

лучаются светлыми, совершенно прозрачными и свободны от постороннего привкуса.

Нами были проведены опыты экстрагирования при температуре 70° и полученные результаты сопоставлены с данными для пектина, осажденного хлористым кальцием из солянокислого гидролизата. Из данных табл. 5 видно преимущество метода гидролиза сернистой кислотой: качество пектина лучше и студнеобразующая способность в два раза больше по сравнению с гидролизом соляной кислотой. Увеличение же выхода сравнительно небольшое. Вязкость экстрактов, полученных при гидролизе материала сернистой кислотой, намного превышает вязкость солянокислых экстрактов. Это значительно ухудшает фильтрование и отжатие жома. Увеличение же гидромодуля технологически и экономически мало перспективно.

Методом хроматографирования нами изучены также и продукты гидролиза различных образцов пектина. Установлено, что препараты пектина не являются однокомпонентными веществами. Кроме галактуроновой кислоты (основное количество) и олигогалактуронидов в гидролизатах содержатся галактоза, арабиноза и ксилоза (рис. 2). В отличие от продуктов гидролиза коагулятов, здесь не найдено глюкозы. Можно предположить, что полисахарид, построенный из звеньев глюкозы, не связан с пектином.

При исследовании продуктов гидролиза пектина, осажденного кальцием из солянокислого экстракта, обнаружены те же продукты.

Выделенные пектины отличаются высокими вкусовыми качествами. Они свободны от посторонних привкусов и могут быть использованы в пищевой промышленности.

Сравнивая оба метода по выходу и качеству пектина, предпочтение следует отдать методу гидролиза сырья сернистой кислотой.

Предварительные ориентировочные расчеты показывают, что в условиях проведенных опытов стоимость пектина, полученного гидролизом сернистой кислотой, выше, чем при его получении гидролизом соляной кислотой.

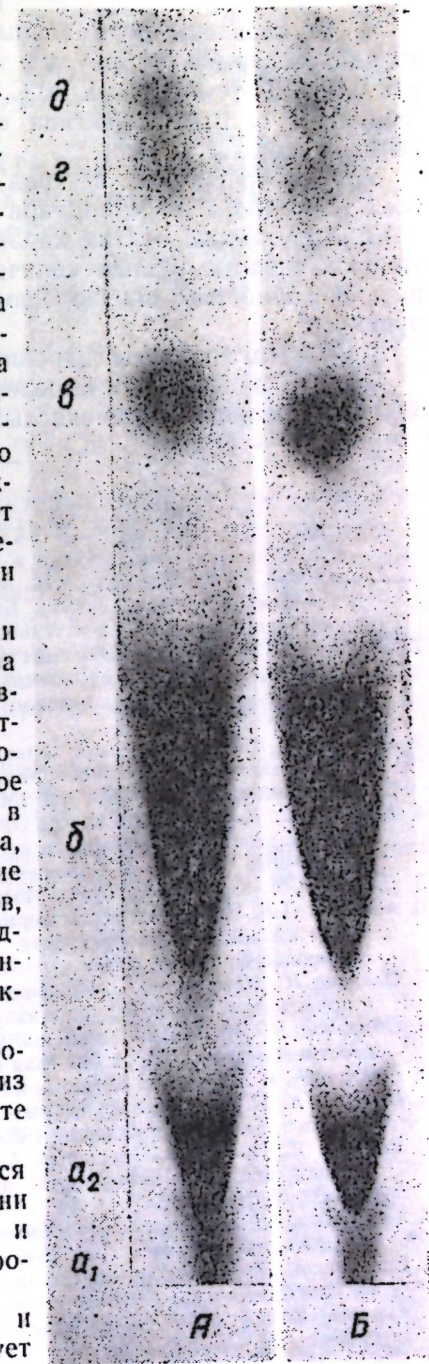


Рис. 2. Продукты гидролиза пектинов, полученных при экстрагировании сернистой (А) и соляной (Б) кислотами: α_1 — α_2 —олигогалактурониды; β — d -галактуронозная кислота; δ — d -галактоза; γ — l -арабиноза; θ — d -ксилоза

ВЫВОДЫ

1. Установлены оптимальные параметры экстрагирования пектина из плодов кормового арбуза в условиях гидролиза сернистой кислотой: рН 0,8—1,0, температура 80°C, продолжительность 5—6 часов, гидро-модуль 1:1. Выход пектина составляет 12,1—13,2% от сухого веса сырья.

2. Для коагуляции пектина следует применять метод коллоидного осаждения солью алюминия при рН 4,0.

3. Выделенный пектин характеризуется высоким содержанием пектиновой кислоты, малым количеством золы и хорошей студнеобразующей способностью; они хорошо обесцвечены и не имеют постороннего привкуса.

4. Изучены продукты гидролиза препаратов пектина.

5. Установлено, что выделенный пектин по качеству превосходит образцы пектина из солянокислых гидролизатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арасимович В. В., Балтага С. В., Мельник А. В., Раик С. Я. Получение пищевого пектина из кормового арбуза. Бюллетень научно-технической информации. Вопросы использования растительного сырья в Молдавии. Кишинев, 1958.
2. Балтага С. В. Пектиновые вещества бахчевых. Сообщение 6. Выделение студнеобразующего пектина из кормового арбуза. Сообщение 7. Коллоидно-химические свойства пектина кормового арбуза. «Известия Молдавского филиала АН СССР», № 5(59), 1959.
3. Балтага С. В. Биохимическая характеристика некоторых сортов кормового арбуза, возделываемого в условиях Молдавии. «Труды Института биологии Молдавского филиала АН СССР», т. 1, 1960.
4. Балтага С. В., Гримпель М. С., Арасимович В. В. Технологическая схема производства пектина из кормового арбуза. «Труды Молдавского научн.-исслед. ин-та орошаемого земледелия и овощеводства», т. III, 1961.
5. Еришов Е. Н. Кормовой арбуз в Молдавии. Кишинев, Госиздат Молдавии, 1955.
6. Мельник А. В. Пектолитические ферменты и динамика пектиновых веществ при хранении плодов кормового арбуза. Труды Первой конференции молодых ученых Молдавии. Кишинев, 1959.
7. Огнянов И., Кораколев Г., Маринов М. Пектинови вещества. Химия, производство и приложение. Изд-во Наука и искусство. София, 1956.
8. Образцов В. И. Производство пектина в Болгарской Народной Республике. Экспресс-информация, серия пищевая промышленность. Кишинев, 1960.
9. Пангало К. И. Кормовые бахчевые в Молдавии. Кишинев, 1954.
10. Пангало К. И. Бахчевые культуры — ценные ресурсы консервной промышленности. Кишинев, Госиздат Молдавии, 1955.
11. Раик С. Я. Пектиновые вещества бахчевых. Сообщение 2. Объемный метод определения пектинов в кормовом арбузе. «Известия Молдавского филиала АН СССР», № 5(50), 1958.
12. Сосновский Л. Б. Способ определения прочности студней. Описание к авторскому свидетельству № 64999, 31.IV 1945 г.
13. Сосновский Л. Б. Производство пищевого студнеобразующего пектина из корзинок подсолнечника и свекловичного жома и его применение. Рефераты научных работ Всесоюзного научн.-исслед. ин-та кондитерской промышленности, вып. 1, 1957.
14. Церевитинов Ф. В. Пектиновые вещества. В кн.: Химия и товароведение свежих плодов и овощей, ч. 1. М., 1949.
15. Хатина А. И. Исследование процесса осаждения пектина из корзинок подсолнечника. «Труды Всесоюзного кондитерского научн.-исслед. ин-та», вып. 14. М., Пищепромиздат, 1959.
16. Hottenroth B. Die Pektine und ihre Verwendung. München, 1951.
17. Kertesz Z. The pectic substances. New York, 1951.

С. В. БАЛТАГА

КУ ПРИВИРЕ ЛА ОБЦИНЕРЯ ПЕКТИНЕЙ ДИН ХАРБУЖИЙ ФУРАЖЕРЬ ЫН КОНДИЦИИЛЕ ХИДРОЛИЗЕЙ КУ АЧИД СУЛФУРОС

Резумат

Дин харбужий фуражерь се поате екстраже о пектинэ де калитате суперноарэ при хидролизэ ку о солуцие де ачид сулфурос (H_2SO_4). Прочесул де хидролизэ се продуче ку солуцие, авинд коэффициентул рН де валорь 0,8—1,0, температура 80°, ын тимп де 5—6 оре ши хидромодул 1:1.

Пречипитаря пектиней се фаче ку ажурол уней солуций де сулфат де алюмину ($Al_2(SO_4)_3$), рН финд де 4,0. Коагулатул есте курэцит ку о солуцие де спирт, ачидулатэ ку ачид клорхидрик. Ын ачесте кондициунь кантитатя пектиней обцинуте конституе 12—13% дин греутатя субстанцелор ускате дин харбужий фуражерь.

Пектина е бине курэцитэ де субстанце стрэине (85—88% де ачид пектиник), аре ун концинут мик де субстанце минерале ($\approx 1\%$), есте инколорэ ши аре о капачитате суперноарэ де коагуларе (430—440 мл дупэ метода луй Л. Б. Сосновский).

Ын ачеляшь кондициунь де хидролизэ ку о солуцие де ачид клорхидрик се обцине о пектинэ ку капачитате де коагуларе мулт май инферноарэ (280 мл).

Продуктеле де хидролизэ але пектиней концин, ын афарэ де ачид галактуроник, кантитэць мичь де галактозэ, арабинозэ ши ксилозэ.

Н. И. ДЬЯЧЕНКО, Р. А. БАТЫР, Е. И. ИОВВА

ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ МОЛДАВИИ ПО СОДЕРЖАНИЮ ВИТАМИНОВ

Общезвестно, что витамины играют огромную роль в обмене веществ, влияя на процессы роста и развития живого организма. А. Н. Бах* на заре развития витаминологии писал: «Трудно найти такой раздел физиологии и биохимии, который не соприкасался бы с учением о витаминах. Обмен веществ организма, деятельность нервной системы, ферментативные процессы, явления роста и размножения и т. д.— все эти разнообразные и коренные по своей важности области биологических дисциплин теснейшим образом связаны с витаминами».

Многие витамины комплекса В принимают участие в образовании ферментативных систем, обеспечивающих обмен углеводов, жиров и белков (В₁—входит в состав кокарбоксылазы и участвует в углеводном обмене; В₂—составная часть нескольких ферментных систем (флаво-протеидов), выполняющих роль переносчиков водорода).

Значительна роль витаминов в кормлении сельскохозяйственных животных [1, 10, 11, 15]. Был изучен витаминный состав естественных кормов и установлены нормы витаминной подкормки, способствующие повышению продуктивности животных. А. Р. Валдманом [1], например, детально изучено значение некоторых витаминов естественных кормов и кормовых рационов и установлено, что процесс усвоения корма, повышение общего веса сельскохозяйственных животных, увеличение надоя молока, яйценоскости и выживаемости птиц зависит от содержания витаминов в кормах.

В прудовом рыбоводстве витамины также играют важную роль в пищевом рационе рыб, на что указывают Н. В. Пучков [13], А. Л. Федорова [17], Е. К. Суворов [14], Ф. Г. Мартышев [7], В. А. Мовчан [8], наблюдавшие различные авитаминозы и функциональные нарушения в жизнедеятельности рыб при недостатке того или другого витамина комплекса В. Тем не менее значение витаминов в пищевом рационе рыб и их роль в процессах обмена выяснены еще недостаточно.

В настоящее время, когда в прудовом рыбном хозяйстве применяются различные подкормки (комбикорм), встает вопрос о витаминизировании их и, следовательно, об использовании в первую очередь естественных источников витаминов: водной и прибрежной растительности.

В литературе есть указания, что прибавление к кормам водной и наземной растительности способствует лучшему усвоению их рыбой и повышает рыбопродуктивность.

Я. Я. Магоне [6] рекомендует скармливать рыбе хвойную муку, так как она содержит каротин, витамины Е, В₁, К, провитамин Д, а также микроэлементы.

По данным В. М. Ильина [2], при добавлении к комбикормам 1—2% сена и сырой крапивы рыбопродуктивность повышается на 5%. Он ре-

* Цит. по К. Е. Овчарову [9].

комендует также применять в качестве компонентов кормовой смеси ряску, поросль водной растительности, осоку, тростник, из наземной растительности — луговые травы.

Эти кормовые смеси частично поедаются рыбами непосредственно, а частично служат промежуточным звеном, так как поедаются различными беспозвоночными, которые, в свою очередь, являются кормом для рыб.

Отсутствие сведений о содержании витаминов в водной и прибрежной растительности затрудняет оценку и усложняет подбор их как естественных источников витаминов для обогащения комбикорма. Это и явилось одной из причин изучения содержания витаминов группы В и аскорбиновой кислоты в некоторых водных растениях.

Нами изучались водные растения, распространенные в прудах Молдавии: камыш озерный (*Scirus lacustris* L.), тростник обыкновенный (*Phragmites communis* Trin.), рогоз широколистный (*Typha latifolia* L.), осока береговая (*Carex riparia* Curt.), ряска малая (*Lemna minor* L.). Последняя является обычным кормом водоплавающих птиц и некоторых рыб. Остальная растительность — сорная прудовая, которая широко используется в настоящее время в прудовом рыбоводстве в качестве растительного удобрения.

Из наземных растений анализировался лисохвост вздутый (*Alopecurus ventricosus* Per.). Растения отбирали из прудов Кишиневского рыбхоза МССР и эфиромасличного комбината в 1959—1960 годах в весенне-летний период, так как они представляют кормовую ценность в молодом возрасте — до фазы цветения. Позже ткани грубеют, пропитываясь солями кальция.

Растения исследовались на содержание витаминов воднорастворимой группы В, именно: В₁ и В₂, так как стимулирующее влияние последних на рост рыб отмечалось в литературе [13, 14, 17], и, кроме того, на содержание аскорбиновой кислоты.

Витамины В₁ и В₂ определялись флюорометрическим методом, аскорбиновая кислота (восстановленная форма) — методом титрования кислотной вытяжки 2,6-дихлорфенолиндофенолом. Все анализы выполнены в трехкратной повторности. Средние данные по содержанию витаминов В₁ в микрограммах (γ) на 1 г сырого материала приводятся в табл. 1.

Таблица 1

Содержание витамина В₁ в водных растениях
(в γ/г, нф. сырой вес)

Исследованные растения	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Ноябрь
Ряска	0,480	0,653	0,724	1,06	0,826	0,247
Рогоз	0,577	0,280	0,340	0,642*	0,496	—
Камыш	—	0,166	0,280*	0,220	0,120	—
Тростник	1,0	1,67	0,720	0,980*	0,872	—
Осока	—	0,18	0,804*	0,320	—	—
Лисохвост	2,77*	0,857	0,323	—	—	—

* Фаза бутонизации или начала цветения.

Наибольшее содержание витамина В₁—2,77 γ/g обнаружено в лисохвосте. В ряске содержание его изменялось в пределах от 0,247 до 1,06 γ/g, причем с начала весны до июля шло постепенное увеличение, а с августа содержание витамина начинало снижаться, достигая в ноябре своего минимума. В осоке, рогозе и камыше наибольшие количества этого витамина были соответственно 0,804, 0,642 и 0,280 γ/g.

В рогозе, камыше, осоке и лисохвосте содержание В₁ было максимальным в фазе бутонизации. В тростнике содержание витамина В₁ изменялось в пределах от 0,720 до 1,67 γ/g, причем определенной зависимости содержания витамина от стадии развития не наблюдалось.

При исследовании водных растений на содержание витамина В₂ и С максимум отмечался почти у всех растений в период бутонизации и начала цветения (данные представлены в табл. 2 и 3). Наибольшим содержанием аскорбиновой кислоты отличаются тростник (92,01 мг%) и камыш (71,82 мг%). Много ее содержится в осоке и в лисохвосте. Беднее других растений ряска, у которой наибольшее содержание витамина С наблюдается в апреле-мае. Рибофлавин (витамина В₂) также больше в камыше, осоке, рогозе, лисохвосте. Ряска содержит и этого витамина меньше других растений.

Таблица 2

Содержание витамина В₂ в водных растениях
(в γ/g на сырой вес)

Исследованные растения	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Ноябрь
Ряска	1,33	2,08	2,2	1,7	1,06	0,625
Рогоз	2,26	3,59	4,47	4,8*	4,2	—
Камыш	—	3,82	5,63*	3,9	2,1	—
Тростник	2,63	3,02	3,8	4,1	5,32*	—
Осока	—	2,91	5,26*	3,07	—	—
Лисохвост	4,76*	3,29	2,47	—	—	—

Таблица 3

Содержание аскорбиновой кислоты в водных растениях
(в мг% на сырой вес)

Исследованные растения	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Ноябрь
Ряска	9,7	7,6	2,06	1,46	1,66	3,02
Рогоз	16,10	14,26	22,46	28,96*	12,65	—
Камыш	—	71,82*	53,96	44,21	22,71	—
Тростник	20,8	76,6	92,01	53,01*	48,14	—
Осока	—	31,62	48,84*	28,19	—	—
Лисохвост	22,3	27,02*	32,37	—	—	—

* Фаза бутонизации или начала цветения.

Таким образом, у большинства исследованных растений максимум содержания витаминов наблюдался либо в фазу бутонизации, либо в начале цветения, что соответствует имеющимся в литературе данным для других растений. Следовательно, растения эти должны использоваться в качестве витаминизированного растительного удобрения прудов в молодом возрасте.

Наибольшее содержание витаминов в фазу бутонизации связано с подготовкой растения к цветению и плодоношению, когда существенно изменяется обмен веществ: расходуется большое количество белковых и других веществ и активизируется действие ферментов, а в состав последних, как отмечалось выше, входят витамины.

Сравнивая количество витаминов в исследованных нами растениях с содержанием их в некоторых культурных растениях (пшеница, ячмень, горох зеленый, томаты, капуста) [4], следует отметить, что водная растительность богата витаминами и, следовательно, рогоз, осока, тростник, ряска, камыш, лисохвост могут служить дополнительным источником витаминной подкормки для рыб и сельскохозяйственных животных.

Мы изучали содержание витаминов не только в свежих растениях, но и в оставшихся в скошенном виде в воде, так как в виде зеленых удобрений применяется скошенная растительность водоемов, остающаяся в течение некоторого времени в воде. Содержание витаминов при этом может изменяться как за счет частичного перехода их в воду (уменьшение), так и за счет развития микробиологических процессов (накопление витаминов).

Известно, что при различных микробиологических процессах (брожение, гниение) может происходить образование и накопление витаминов в той или иной степени в зависимости от видового состава микрофлоры, так как многие микроорганизмы способны синтезировать и накапливать витамины. Так, например, *Eremothecium ashbyii* накапливает и выделяет в среду 1,8 мг В₂ на 1 мл [16], что используется для промышленного получения этого витамина.

Для выяснения вопроса, какие изменения в содержании витаминов происходят в изучавшихся нами растениях при оставлении их в течение 10 дней в воде, мы провели предварительные лабораторные опыты по следующей методике.

Свежесрезанные в пруду растения помещались в сосуды (каждый вид в отдельный сосуд) с прудовой водой из расчета 15 г растений на 1 л воды и после 10-дневного пребывания растений в воде комнатной температуры определялось содержание витаминов в растениях и в воде (табл. 4).

Увеличение содержания витамина В₁ у растений, находившихся 10 дней в воде, обнаружено только у камыша и осоки, у остальных растений наблюдается снижение; в водной вытяжке содержание В₁ по сравнению с контролем значительно увеличилось при разложении рогоза (0,154 γ/мл, в контроле 0,03 γ/мл), то есть у большинства растений витамин В₁ не переходит в воду. Иное наблюдалось в отношении витамина В₂—через 10 дней концентрация его в воде была очень сходной с концентрацией в растениях, следовательно, витамин В₂ в большом количестве переходит в воду. Например у рогоза в 15 г растения было всего 43,5 γ/g (15×2,9), а в 1 л воды через 10 дней его оказалось 1940 γ/g (1,94×1000). Аскорбиновая кислота почти полностью разрушалась за 10 дней, так как в растениях ее оставалось очень мало, а в воде, как видно из опытов, совсем не было.

Таблица 4

Содержание витаминов в свежесрезанных растениях, в растениях через 10 дней и в воде, в которой они находились

Исследованные растения	Витамин В ₁ , γ/г			Витамин В ₂ , γ/г			Аскорбиновая кислота, мг %		
	в свежесрезанных растениях	через 10 дней		в свежесрезанных растениях	через 10 дней		в свежесрезанных растениях	через 10 дней	
		в растениях	в воде		в растениях	в воде		в растениях	в воде
Рогоз	0,302	0,137	0,154	2,92	2,59	1,94	18,06	1,84	0
Камыш	0,242	0,342	0,023	4,75	2,31	1,78	—	—	—
Тростник	0,692	0,365	0,04	4,08	2,53	1,86	22,8	2,11	0
Осока	0,311	0,422	0,051	3,01	1,37	1,50	—	—	—
Лисохвост	0,298	0,123	0,051	2,89	1,75	0,808	24,5	2,11	0
Вода прудовая (контроль)			0,03			0,042		0	

Следовательно, в срезанных растениях, находящихся в воде в течение 10 дней, присутствует еще достаточное количество витаминов В₁ и В₂ и может происходить обогащение до некоторой степени окружающей среды (воды) витамином В₂.

В результате выполненных нами исследований можно заключить, что водная растительность прудов (ряска, рогоз, камыш, тростник, осока и лисохвост) содержит значительное количество воднорастворимых витаминов В₁, В₂ и С и ее целесообразно использовать для обогащения искусственного корма витаминами. Из срезанных и оставленных в воде растений витамин В₂ в значительном количестве переходит в воду и, что особенно важно, накапливается там в больших количествах за счет микробиологических процессов, развивающихся на водной растительности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Валдман А. Р. Значение витаминов в питании с.-х. животных и птиц. Изд-во АН Латв. ССР, 1957.
2. Ильин В. И. Повышение рыбопродуктивности прудов. Госпищепромиздат, 1955.
3. Карзинкин Г. С. и Карзинкин С. Г. Удобрение прудов водной растительностью. М., 1955.
4. Кудряшов Б. А. Физиологическое и биохимическое значение витаминов. М., 1953.
5. Кузнецов С. И. Опыт применения зеленых и минеральных удобрений в прудах. «Труды Всесоюзного гидробиологического об-ва», т. VII, 1956.
6. Магоне Я. Я. Новая витаминная подкормка для животных. «Известия АН Латв. ССР», 1955, № 12.
7. Мартышев Ф. Г. Прудовое рыбоводство. М., изд-во «Сов. наука», 1958.
8. Мовчан В. А. Вопросы прудового рыбного хозяйства УССР. Киев, 1955.
9. Овчаров К. Е. Роль витаминов в жизни растений. М., Изд-во АН СССР, 1955, стр. 7.
10. Попандонупуло П. Х. Витамины А и его роль в животноводстве. М., Сельхозгиз, 1952.
11. Попов И. С. Кормление с.-х. животных. М., Сельхозгиз, 1946.
12. Просяной В. С. Применение водной и болотной растительности в рыбоводных прудах. «Рыбное хозяйство», 1954, № 7.
13. Пучков Н. В. «Влияние витаминов на рост рыбы и усвоение ею искусственных кормов. «Рыбное хозяйство», 1937, № 8.

14. Суворов Е. К. Основы ихтиологии. М., изд-во «Сов. наука», 1948.
15. Солун А. А. Витаминное питание с.-х. животных. М., Сельхозгиз, 1944.
16. Труфанов А. В. Биохимия и физиология витаминов и антивитаминов. М., Сельхозгиз, 1959.
17. Федорова А. Л. Явление авитаминоза у карпов. Труды Мосрыбвуза. М., 1911.

Н. И. ДЬЯЧЕНКО, Р. А. БАТЫР, Е. И. ИОВВА

КУ ПРИВИРЕ ЛА КАРАКТЕРИСТИКА УНОР ПЛАНТЕ АКВАТИЧЕ ДИН МОЛДОВА ДУПЭ КОНЦИНУТУЛ ВИТАМИНЕЛОР

Резумат

Ын лукраре сынт арэтате резултателе концинутулуй витаминелор В₁, В₂ ши С ын кытева планте акватиче ши де пе малуриле апелор.

Пентру детерминаре с'ау луат планте проаспэт тэяте ындатэ ши анализате, апой с'ау анализат плантеле че ау фост тэяте ши цинуте 10 zile ын апэ.

Плантеле анализате: *Lemna minor* L., *Typha latifolia* L., *Scirus lacustris* L., *Alopecurus ventricosus* L., *Phragmites communis* Trin., *Carex riparia* Curt. концин кантитэць марь де витамине ши пот фи фолосите ка извор де витамине пентру ымбогэциря храней артифициале а пеш-тилор.

С. М. ИВАНОВ и Г. В. ШИШКАНУ

НАРУШЕНИЯ ФУНКЦИЙ ЛИСТЬЕВ У ЯБЛОНИ ПРИ РАССТРОЙСТВЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ

Яблоня, как и другие виды растений, нуждается в определенных условиях произрастания.

Проведенными ранее исследованиями установлено, что несоответствие условий произрастания требованиям растений приводит к нарушению нормального хода процессов обмена и к функциональным заболеваниям [2].

Плодовые деревья подвержены многообразным функциональным заболеваниям. Наиболее распространенными являются хлороз [8], розеточная болезнь [10] и непаразитарный некроз древесины, ведущий к усыханию деревьев косточковых плодовых пород [4].

Установлено, что еще до появления симптомов заболевания у внешне совершенно здоровых деревьев значительно изменяются процессы обмена. Это наблюдается при заболевании хлорозом [8], розеточной болезнью [10] и при непаразитарном некрозе молодой древесины у косточковых плодовых пород [4, 7].

Различные проявления функционального заболевания обусловлены нарушениями процессов обмена, имеющими в значительной мере общий характер и возникающими в результате нарушения деятельности корневой системы под влиянием неблагоприятных факторов почвенной среды [2].

Характерными изменениями в состоянии растений при их функциональном заболевании являются: замедление окислительных процессов в надземных органах, о чем свидетельствует увеличение содержания восстановленной аскорбиновой кислоты и других йодредуцирующих веществ; изменения в процессе превращения углеводов и задержка оттока сахаров в осевые надземные органы и корни деревьев; замедление первичных процессов синтеза органических азотистых веществ. Усиленное поступление нитратов в растение и интенсивное восстановление их ведет к увеличению содержания аммиачного азота в тканях растений, в критических случаях достигающего токсичных количеств, что обуславливает проявление некроза [2, 4, 7, 8].

С проявлением некроза и внешних симптомов заболевания наблюдаются изменения в направленности обмена веществ и возвращение отмеченных отклонений к норме или даже ниже нормы. Это отмечено при летнем проявлении непаразитарного некроза молодой древесины у деревьев косточковых плодовых пород [4], при проявлении розеточной болезни у яблони [10] и при заболевании хлорозом [8].

Выяснение некоторых сторон расстройства обмена веществ, обуславливающего проявление функционального заболевания у плодовых деревьев, позволило выявить внешние факторы, вызывающие эти явления.

С этой целью были проведены вегетационные опыты, в которых плодовые растения выращивались в различных контролируемых условиях. Изучался характер нарушения процессов обмена у яблони при избыточном содержании извести в почве [5], выяснялись изменения, вызываемые малым количеством отдельных основных элементов корневого питания [6], временным затруднением аэрации почвы [9], недостатком влаги в почве в жаркий период лета и высокой температурой воздуха и почвы [7].

Результаты проведенных исследований показали, что под влиянием изучаемых факторов у яблони еще до проявления внешних признаков страдания наблюдались изменения окислительно-восстановительного режима, активности ферментов, направленности углеводного и азотного обмена, а также замедление процессов синтеза органических азотсодержащих веществ, ведущее к повышению содержания аммиачного азота в растении.

В случаях наиболее резкого нарушения процессов обмена веществ у яблони отмечалось отмирание мелких корешков и пожелтение и опадение листьев розеток в наиболее жаркий период лета [7, 10].

Особенно резкое нарушение процессов обмена и проявление первых симптомов функционального заболевания плодовых деревьев наблюдается в жаркий период лета. Это указывает на то, что высокая температура является важнейшим фактором в комплексе причин, вызывающих функциональное заболевание плодовых деревьев [10].

Проведенными исследованиями установлено, что функциональное заболевание плодовых деревьев начинается расстройством физиологических функций корневой системы вследствие неблагоприятных условий почвенной среды. Но корневая система растения и листья, как указывал еще К. А. Тимирязев, находятся в состоянии постоянного обмена продуктами их деятельности. Следовательно, малейшее расстройство деятельности корневой системы неизбежно должно отразиться на работе листового аппарата растения. Возникающие при этом отклонения в деятельности листьев, в свою очередь, не могут не отразиться на деятельности корневой системы.

В связи с этим при изучении природы функциональных заболеваний плодовых деревьев необходимо было выяснить влияние расстройства деятельности корневой системы под действием неблагоприятных факторов почвенной среды на функции листьев у яблони до проявления внешних симптомов функционального заболевания.

Более детально этот вопрос изучался в вегетационных опытах, проведенных в период с 1958 по 1961 год.

В качестве объекта исследования были взяты саженцы яблони Папировка и Шафран летний, привитые на дикой яблоне. Изучалось изменение проницаемости протоплазмы клеток листьев, содержание воды в листьях, состояние устьичного аппарата, содержание хлорофилла в листьях, интенсивность транспирации, фотосинтеза и дыхания под влиянием следующих факторов: недостаточности отдельных основных элементов минерального питания, рН почвы, недостаточной аэрации, влажности и температуры почвы.

Степень открытия устьиц определялась инфильтрационным методом Молиша; проницаемость протоплазмы — по экзоосмосу, определяемому электрометрическим методом; интенсивность транспирации — ве-

совым методом; содержание хлорофилла — колориметрическим методом с применением ФЭК; интенсивность фотосинтеза и дыхания — газометрическим методом по Х. Н. Починку [13].

В результате проведенных опытов было отмечено, что неблагоприятные условия почвенной среды вызывают значительные изменения деятельности листьев яблони задолго до проявления внешних симптомов страдания растений.

Ранее проведенными исследованиями установлено, что одной из причин проявления функционального заболевания у плодовых деревьев является недостаточная обеспеченность их отдельными элементами минерального питания. В этих случаях у плодовых деревьев наблюдаются изменения окислительно-восстановительного режима и значительные отклонения в процессах углеводного и азотного обмена [2, 7].

Результаты проведенного нами вегетационного опыта показали, что недостаточная обеспеченность растений калием, фосфором или азотом способствует изменению поведения устьиц: они позже открываются и раньше закрываются, чем у контрольных растений.

Недостаточность питания приводит к повышению интенсивности транспирации и к уменьшению содержания хлорофилла в листьях (табл. 1).

Таблица 1

Влияние недостаточности минерального питания на концентрацию хлорофилла в листьях яблони сорта Папировка

Вариант опыта	Содержание хлорофилла в 1 дм ² листа							
	17.VI 1959 г.		3.VII 1959 г.		14.VII 1959 г.		3.VIII 1959 г.	
	мг	%	мг	%	мг	%	мг	%
NPK	6,83	100	7,59	100	8,11	100	8,35	100
NP	5,16	75,5	5,85	77,0	7,77	95,8	6,21	74,3
NK	6,13	89,7	6,66	87,7	7,58	93,4	8,05	96,8
PK	2,43	35,5	3,89	51,2	4,34	53,5	3,48	41,6

Особенно заметное снижение концентрации хлорофилла было отмечено в случае недостаточности азотного питания.

В зависимости от минерального питания у яблони изменяется также интенсивность фотосинтеза [16]. Результаты определения интенсивности фотосинтеза у яблони сорта Шафран летний (1960 год) показали, что при недостатке калия в почве (вариант с NP) фотосинтез снизился в среднем за день на 23,8% (среднее из 35 определений) по сравнению с контрольными растениями.

Недостаточное фосфатное питание в нашем опыте привело к снижению интенсивности фотосинтеза на 22,8% (среднее из 17 определений) по сравнению с контролем.

При недостаточном азотном питании интенсивность фотосинтеза снизилась на 14% по сравнению с растениями, выращиваемыми в условиях полного минерального удобрения. Из этого следует, что интенсивность фотосинтеза у яблони сорта Шафран летний больше снижается при недостаточности калийного и фосфатного питания и меньше — при

недостатке азотного питания. Интенсивность дыхания листового аппарата также зависит от степени обеспечения яблони основными элементами минерального питания. Недостаточность питания во всех случаях приводит к ослаблению интенсивности дыхания. Так, например, при нехватке калийного питания (вариант NP) у яблони сорта Папировка интенсивность дыхания листьев в среднем за день (24 июня 1959 года) снизилась примерно на 17% по сравнению с растениями, получившими полное минеральное удобрение. В тот же день интенсивность дыхания растений с недостатком азотного питания снизилась на 14%. При недостаточном фосфатном питании 13 июля 1959 года у этого же сорта яблони интенсивность дыхания листьев была на 21% ниже, чем у контрольных растений.

Таким образом, недостаточность калийного, фосфатного или азотного питания приводит к подавлению физиологических функций листового аппарата яблони.

Одним из неблагоприятных факторов почвенной среды, влияющих на жизнедеятельность растения, является избыточное содержание извести в почве или повышение кислотности почвы.

Данные табл. 2 показывают, что реакция почвенной среды оказывает определенное влияние на содержание различных форм азота в побегах и листьях яблони.

Таблица 2

Изменение содержания различных форм небелкового азота в листьях и побегах яблони в зависимости от pH почвы (в мг азота на 100 г абсолютно сухого материала)

pH почвы	Л и с т ь я					П о б е г и				
	Нитратный	Аммиачный	Амидный	Аминный	Амидный аммиачный	Нитратный	Аммиачный	Амидный	Аминный	Амидный аммиачный
5,5	20,313	14,446	75,835	33,825	5,25	35,583	13,396	214,340	242,689	16,00
7,0	58,640	17,141	101,944	35,578	5,95	129,856	12,538	259,712	270,182	20,71
8,5	43,303	12,763	85,696	26,965	6,71	187,152	11,820	161,543	164,706	13,67

Как было отмечено ранее [17], у растений яблонь, выращенных на почвах с pH 5,5 и 8,5, снижается проницаемость протоплазмы клеток, увеличивается содержание воды, изменяется состояние устьичного аппарата, снижается содержание хлорофилла в листьях, а также уменьшается интенсивность транспирации, фотосинтеза и дыхания по сравнению с растениями, выращенными на почвах с нейтральной реакцией. Отмечено также, что на почвах с pH 5,5 и 8,5 в состоянии корневой системы яблони происходят изменения, вызывающие расстройство ее метаболической функции, что приводит к нарушению физиологических процессов листового аппарата.

Недостаточная аэрация почвы, как известно, оказывает неблагоприятное влияние на деятельность корневой системы растений — нарушается ее нормальная деятельность, что приводит к изменению процессов обмена веществ и проявлению функциональных заболеваний растений. Особенно резко это проявляется при временном ухудшении аэрации в наиболее жаркое время вегетационного периода [2, 7, 9, 12].

Изучение влияния временного ухудшения аэрации почвы на состояние и деятельность листового аппарата позволило установить, что не-

достаточная аэрация корневой системы вызывает уменьшение содержания воды в листьях и проницаемости протоплазмы клеток.

При недостаточной аэрации почвы растения испаряют меньше воды, чем при хорошей аэрации. Так, например, 29 июля 1960 года яблони сорта Шафран летний израсходовали за сутки в условиях недостаточной аэрации 24,3 г воды, а в условиях хорошей аэрации 29,1 г воды на 1 дм² листа.

Значительные изменения отмечены и в поведении устьиц: утром они позже открываются, а вечером раньше закрываются, чем у растений, выращиваемых при хорошей аэрации почвы.

Под влиянием ослабления аэрации почвы заметно уменьшается содержание хлорофилла в листьях яблони (до 35% по сравнению с контролем).

Значительно снижалась также интенсивность фотосинтеза и дыхания. Как видно из данных табл. 3, под влиянием недостаточной аэрации 22 июля интенсивность фотосинтеза снизилась на 47%, а 27 июля — на 36% по отношению к контролю.

Таблица 3

Влияние недостаточности аэрации почвы на интенсивность фотосинтеза у яблони (сорт Шафран летний)

Дата определения	№ определения	Время (середины экспозиции)		Количество мг СО ₂ , поглощенных 1 дм ² листа за 1 ч	
		ч	мин	в контроле	при недостаточной аэрации
22.VII 1960 г.	1	7	25	7,2	4,3
	2	9	32	11,4	8,8
	3	11	22	19,3	10,4
	4	13	15	13,5	6,1
	5	15	54	15,3	7,3
	6	17	18	8,4	2,9
Среднее				12,5	6,63
%				100	53,0
27.VII 1960 г.	1	8	12	6,9	4,3
	2	9	48	10,7	6,3
	3	11	28	17,2	11,9
	4	13	44	13,7	8,3
	5	15	39	15,7	9,2
	6	17	20	7,9	5,5
Среднее				12,0	7,6
%				100	63,3

Недостаточная аэрация почвы вызывает снижение энергии дыхания до 30% по отношению к таковой у растений, выращиваемых в оптимальных условиях. При определении 1 августа 1960 года недостаточная аэрация почвы способствовала уменьшению энергии дыхания по сравнению с контролем в среднем на 32% (табл. 4).

Таблица 4

Влияние недостаточной аэрации почвы на интенсивность дыхания листьев у яблони (сорт Шафран летний)

Дата определения	№ определения	Время (середины экспозиции)		Количество мг СО ₂ , выделенных 1 дм ² листа за 1 ч	
		ч	мин	в контроле	при недостаточной аэрации
1.VIII 1960 г.	1	8	24	5,3	4,3
	2	9	56	7,4	5,5
	3	11	37	11,7	8,3
	4	13	42	13,6	9,9
	5	15	50	9,2	5,4
	6	18	12	7,7	3,8
Среднее				9,15	6,2
%				100	67,75
3.VIII 1960 г.	1	8	38	6,7	5,6
	2	10	14	9,8	6,2
	3	11	54	12,4	9,4
	4	13	52	8,9	5,6
	5	16	08	6,8	4,9
Среднее				8,92	6,34
%				100	71,76

Исследованиями установлено, что основной причиной массового преждевременного опадения листьев у яблони является неблагоприятный воздушный режим корневой системы [1, 11, 14].

В наших опытах растения, временно поставленные в условия слабой аэрации почвы, в период изучения деятельности листьев внешне не отличались от контрольных растений. Позднее, при длительном действии недостаточной аэрации почвы, отмечалось преждевременное пожелтение и опадение листьев.

Следовательно, ослабление аэрации почвы, ведущее к расстройству деятельности корневой системы, вызывает нарушение нормальной деятельности листового аппарата яблони.

Недостаточная влажность почвы в наиболее жаркий период лета

также является неблагоприятным фактором почвенной среды, способствующим проявлению функциональных заболеваний у плодовых деревьев [2, 3, 7].

В наших опытах недостаточная влажность почвы способствовала повышению содержания аскорбиновой кислоты в надземных органах, изменению превращения углеводов и азотистых веществ у яблони.

Под влиянием недостаточного водоснабжения в листьях яблони отмечено значительное ослабление физиологических процессов [15, 16].

С изменением влажности почвы заметно меняется содержание воды в растениях. В листьях растений, выращиваемых при 40% влажности почвы от ее полной влагоемкости, содержалось меньше воды, чем в листьях растений, выращиваемых в оптимальных условиях влажности. Так, например, 1 августа 1959 года листья первой группы яблонь сорта Папировка содержали 62,5% воды, в то время как листья второй группы яблонь — 66,2%. При этом у растений, поставленных в условия недостаточной влажности почвы (40% от полной влагоемкости) во второй половине лета, проницаемость протоплазмы клеток листьев по сравнению с контрольными растениями уменьшилась.

При недостаточном обеспечении растений водой устьица утром открываются меньше и позднее, а вечером закрываются раньше, чем у растений при оптимальном водоснабжении.

Уменьшение содержания воды в листьях, а также снижение степени открытия устьиц приводит к тому, что растения, выращиваемые в условиях недостаточной влажности почвы, транспирируют меньше, чем растения, обеспеченные водой. Так, например, определение интенсивности транспирации, проведенное 21 июля 1959 года, показало, что у растений сорта Папировка, выращиваемых при 40% влажности почвы от ее полной влагоемкости, транспирация была на 38,8% ниже, чем при 60% влажности. Такие же результаты были получены и в 1960 году, в вегетационном опыте у яблонь сорта Шафран летний.

Условия водоснабжения яблони, как показали результаты проведенных исследований, оказывают большое влияние и на интенсивность процессов фотосинтеза и дыхания.

У растений, выращиваемых при недостаточной влажности почвы, интенсивность фотосинтеза в среднем за день была меньше на 30—35%, чем у растений, обеспеченных водой. Интенсивность дыхания листьев у растений, выращиваемых в тех же условиях, также была ниже в среднем на 19—21% по сравнению с растениями, произрастающими при 60% влажности почвы (табл. 5).

Таким образом, недостаточная влажность почвы также способствует торможению важнейших функций листьев яблони.

Ранее было отмечено, что наиболее резко выраженное расстройство процессов обмена веществ, обуславливающее проявление функциональных заболеваний плодовых деревьев, наблюдается в самый жаркий период лета [3, 4, 8, 9].

Позднее, в условиях вегетационного опыта, было установлено, что расстройство процессов обмена связано не только с высокой температурой воздуха, но и в значительной мере с высокой температурой почвы [7].

В связи с этим возникла необходимость выяснить зависимость деятельности листьев яблони от температуры почвы. Проведенные вегетационные опыты показали, что с изменением температуры почвы изменяется деятельность не только корневой системы, но и листьев. Так, например, при повышенной температуре почвы (36—39°) листья яблони содержали меньше воды, чем при температуре 25—30°.

Таблица 5
Влияние степени увлажненности почвы на интенсивность дыхания листьев у яблони (сорт Шафран летний)

Дата определения	№ определения	Время (середина экспозиции)		Количество $\mu\text{г}$ CO_2 , выделенных 1 дм^2 листа за 1ч при влажности почвы	
		ч	мин	60%	40%
1. VIII 1960 г.	1	8	24	5,3	5,2
	2	9	56	7,4	6,8
	3	11	37	11,7	8,5
	4	13	42	13,6	10,4
	5	15	50	9,2	7,3
	6	18	12	7,7	5,1
Среднее				9,15	7,21
%				100	78,9
3. VIII 1960 г.	1	8	38	6,7	5,8
	2	10	14	9,8	7,3
	3	11	51	12,4	10,2
	4	13	52	8,9	7,1
	5	16	08	6,8	5,5
Среднее				8,92	7,18
%				100	80,49

У яблонь при повышенной температуре почвы устьица в средние дни почти полностью закрываются, тогда как при меньшей температуре почвы в это же время дня устьица широко открыты.

Несмотря на то, что в листьях растений, выращиваемых в условиях повышенной температуры почвы, содержится меньше воды и продолжительность времени, когда устьица открыты, меньше, эти растения испаряют больше воды, чем при несколько пониженной температуре почвы. Так, например, 29 июля 1960 года у яблонь сорта Шафран летний в условиях повышенной температуры почвы интенсивность транспирации в среднем за сутки составляла 26,2 г на 1 дм^2 площади листьев, а в условиях пониженной температуры на ту же площадь листьев испарялось только 17,9 г воды.

Такое увеличение интенсивности транспирации при повышении температуры почвы, когда общее содержание воды в листьях уменьшается, по-видимому, является следствием уменьшения водоудерживающей способности протоплазмы клеток листьев.

Содержание хлорофилла в листьях яблони при изменении температуры почвы изменялось в пределах от 11 до 20%. Интенсивность

фотосинтеза и дыхания также подвергалась значительным изменениям в зависимости от температуры почвы.

Нами отмечено, что у яблони наиболее интенсивно проходят процессы фотосинтеза при температуре почвы 25—30°. При температуре почвы 16—20° фотосинтез идет менее интенсивно, а при повышении температуры почвы до 36—39° и выше — значительно замедляется.

Зависимость энергии дыхания листьев яблони от температуры почвы иная. С повышением температуры почвы интенсивность дыхания листьев возрастает. Следовательно, при повышенной температуре почвы (36—39°) интенсивность фотосинтеза у яблони понижается, а энергия дыхания листьев возрастает, что, безусловно, сказывается отрицательно на накоплении органических веществ растениями.

Таким образом, проведенные исследования показали, что неблагоприятные для яблони факторы почвенной среды вызывают нарушение важнейших функций листового аппарата, обусловленное расстройством деятельности корневой системы.

Вследствие постоянного взаимодействия корней и листьев нарушение деятельности последних в свою очередь способствует дальнейшему усилению расстройства функций корневой системы и ведет к проявлению функционального заболевания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Драгавцев А. П. К вопросу изучения биологии корневых систем. «Советские субтропики», 1938, № 6.
2. Иванов С. М. О функциональных заболеваниях растений, вызываемых неблагоприятными условиями произрастания. «Известия Молдавского филиала АН СССР», № 3(6), 1952.
3. Иванов С. М. О причинах усыхания сливовых деревьев в молодых орошаемых садах. «Известия Молдавского филиала АН СССР», № 2(29), 1956.
4. Иванов С. М. Внутренние причины проявления непаразитарного некроза молодой древесины у сливовых деревьев. «Известия Молдавского филиала АН СССР», № 5(38), 1957.
5. Иванов С. М. Нарушения процессов обмена у яблони при избыточном содержании азота в почве. «Известия Молдавского филиала АН СССР», № 3(57), 1959.
6. Иванов С. М. Влияние недостаточности отдельных основных элементов минерального питания на процессы обмена веществ у яблони. «Известия Молдавского филиала АН СССР», № 3(57), 1959.
7. Иванов С. М. Причины усыхания деревьев косточковых плодовых пород. Кишинев, изд-во «Штиинца», 1961.
8. Иванов С. М. и Васильева Л. А. О характере функционального расстройства у деревьев яблони при заболевании хлорозом, вызываемом неблагоприятными условиями почвы. «Известия Молдавского филиала АН СССР», № 6(26), 1955.
9. Иванов С. М. и Каракаш Л. А. Влияние недостаточной аэрации почвы на обмен веществ у яблони. «Известия Молдавского филиала АН СССР», № 3(57), 1959.
10. Иванов С. М., Раик С. Я. и Каракаш Л. А. Розеточная болезнь деревьев яблони, причины ее проявления в МССР и меры предупреждения. «Известия Молдавского филиала АН СССР», № 2(22), 1955.
11. Колесников В. А. Причины преждевременного опадения листьев у яблони в Крыму. «Сады и огороды», 1941, № 2.
12. Муромцев И. А. Развитие и деятельность корней в условиях нормальной и недостаточной аэрации. «Труды плодовоовощного ин-та им. И. В. Мичурина», т. VIII, 1955.
13. Починок Х. Н. Установака для газометрического определения фотосинтеза в естественных условиях. «Физиология растений», т. 5, вып. 2, 1958.
14. Сахаров И. П. Влияние физических свойств почвы на рост и плодоношение яблони. «Труды Крымского с.-х. ин-та им. М. И. Калинина», т. II, 1947.

15. Шишкану Г. В. Влияние температуры и влажности почвы на функции листа у яблони. Тезисы докладов Второй конференции молодых ученых Молдавии. Кишинев, изд-во «Штиинца», 1960.
16. Шишкану Г. В. О влиянии почвенных условий на интенсивность фотосинтеза у яблони. «Известия Молдавского филиала АН СССР», № 4(82), 1961.
17. Шишкану Г. В. Влияние pH почвы на функции листа у яблони. В сб.: Вопросы физиологии и биохимии культурных растений, вып. 1, 1962.

С. М. ИВАНОВ и Г. В. ШИШКАНУ

СКИМБАРЯ ФУНКЦИЛОР ЫН ФРУНЗЕЛЕ МЭРУЛУЙ ЫН ЛЕГЭТУРЭ КУ ТУЛБУРАРЯ АКТИВИТЭЦИИ СИСТЕМЕЙ РАДИКУЛАРЕ

Резумат

Ын курсул черчетэрилор антериоре а фост стабилит, кэ ынкэ пынэ ла апарияция клорозей ши але алтор симптоме екстерноаре а ымболнэвирилор функционале ла мэр, се обсервэ о тулбураре а прочеселор де метаболизм, кондиционате де тулбурэриле активитэций системей радикуларе.

Черчетэриле ау фост фэкуте ку скопул де а афла кум ынрыуреск тулбурэриле активитэций радикуларе, каре сынт провокате де ынвоелиле неприелниче дин сол, асупра функциунилор фрунзелор. Пентру а резолва ачастэ проблемэ, ау фост ефектуате експериенце вежетативе, ын каре с'ау студият скимбаря пермеабилитэций протоплазмей ын челулеле фрунзелор, кантитатя де апэ ын фрунзе, старя апаратулуй остиолик, кантитатя де клорофилэ ын фрунзе, интенситатя транспирацией, фотосинтезей ши а респирацией ын резултатул ынрыуририй инсуфициенцей унор елементе нугритиве де базэ, аерацией ши умидитэций инсуфициенте, а уней кантитэць пря марь де калкар орь де ачид ши температурий пря ыналте а солулуй. С'а констатат, кэ ынвоелиле неприелниче дин сол проваокэ тулбурэриле челор май ынсемнате прочесе дин фрунзе, каре се манифестэ ынкэ пынэ ла ивиря симптомелор екстерноаре де ымболнэвире а помилор фруктиферь. Ын резултатул ынрыуририй речипроче а системей радикуларе ши а фрунзелор, тулбураря активитэций челор дин урмэ контрибуе ла рындул ей ла слэбрия функциилор системей радикуларе, каре ши проваокэ ын сфыршит ымболнэвирь функционале ла помь.

С. М. ИВАНОВ

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОЧВЫ НА ПРОЦЕССЫ ОБМЕНА И СОДЕРЖАНИЕ ПОДВИЖНОГО И СВЯЗАННОГО ЖЕЛЕЗА У ЯБЛОНИ*

При изучении функциональных заболеваний плодовых деревьев установлено, что наиболее резко выраженное расстройство процессов обмена веществ, обуславливающее проявление заболеваний, наблюдается в жаркое время лета.

В этот период, как было установлено ранее, при наличии неблагоприятных почвенных условий проявляется непаразитарная «корневая гниль» у розовой герани и «бронзовая болезнь» у тунговых деревьев [4, 5], непаразитарный некроз молодой древесины у деревьев косточковых плодовых пород [6, 7, 8], резкое усиление хлороза у плодовых деревьев. В это же время особенно сильно проявляются нарушения в обмене веществ, связанные с хлорозом [9].

Следствием нарушения обмена является расстройство процессов превращения азотистых веществ, ведущее к увеличению содержания небелкового азота и в частности аммиачного. Накопление в тканях растений токсичных количеств аммиака и других ядовитых продуктов восстановления нитратов приводит к некрозу молодой древесины, преждевременному пожелтению и опадению листьев, а также и к их некрозу.

Высокая температура может оказывать неблагоприятное влияние на деятельность листьев и корней деревьев. При этом такое влияние на деятельность корней может быть косвенным вследствие нарушения нормальной деятельности листьев и прямым вследствие изменения температурного режима почвы.

Проведенные нами исследования позволили сделать вывод, что функциональные заболевания деревьев связаны с расстройством процессов прогрессивного превращения азотистых веществ в растениях, то есть процессов превращения поступающего в растение из почвы неорганического азота в органический.

Но известно также, что основной причиной гибели растений в условиях высокой температуры при атмосферной засухе является распад белковых веществ клетки, ведущий к накоплению продуктов протеолиза и токсичных количеств аммиака [1, 2, 11, 12].

В связи с этим мы изучали значение повышенной температуры воздуха и почвы в расстройстве процессов обмена веществ, наблюдаемом

* В выполнении экспериментальной части исследования принимали участие Л. А. Каракаш, Е. И. Костик и Б. А. Оргянн.

при функциональных заболеваниях плодовых деревьев. Исследование показало, что в комплексе причин, вызывающих нарушения процессов жизнедеятельности растений, обуславливающих проявления функциональных заболеваний, значительную роль играет высокая температура окружающей среды и в первую очередь высокая температура почвы [8].

Хлороз растений, как известно, вызывается не только недостаточным поступлением железа в растение, но и состоянием железа, переходом его из подвижной формы в связанную.

Усиление процесса преципитации железа в тканях растения объясняется повышением рН клеточного сока [13], высоким содержанием фосфора [14, 16, 17], особенно в присутствии меди [15, 18].

Нами установлено, что степень связывания железа в тканях растений зависит не только от рН почвы, но и от степени аэрации и влажности ее [10].

В настоящем сообщении излагаются основные результаты изучения влияния температуры почвы на процессы обмена веществ и на содержание связанного и растворимого железа у яблони.

Для выяснения значения повышения температуры почвы в жаркий период лета в расстройстве обмена и проявлении функционального заболевания у плодовых деревьев был проведен вегетационный опыт с яблоней. Сажены яблони сорта Ренет бумажный высаживались в вегетационные сосуды, вмещающие 14 кг почвы. Почва была взята из яблоневого сада (рН около 7). При набивке сосудов внесено полное минеральное удобрение (NPK) из расчета 0,1 г действующего начала на 1 кг почвы. Полив проводился ежедневно по весу до 80% от полной влагоемкости почвы.

В первую половину вегетационного периода растения выращивались в одинаковых оптимальных условиях. С 12 июня растения были разделены на 3 группы (по 5 растений в каждой) и поставлены в различные температурные условия почвы.

Изменение температуры почвы в вегетационных сосудах достигалось следующим путем. На сосуды первой группы (1-й вариант) плотно одевались чехлы из толстой хлопчатобумажной белой ткани и ставили их в металлические кюветы с водой так, чтобы нижний край чехлов постоянно был погружен в воду на 4—5 см. Вследствие испарения поднимающейся по ткани воды температура почвы в сосудах понижалась. У второй группы растений (2-й вариант) сосуды были окрашены белой краской, у третьей (3-й вариант) — черной. Так удалось достигнуть значительных изменений температурного режима почвы. Наибольшая разница средней температуры за время опыта составляла между первым и вторым вариантами 6°, а между первым и третьим — 10,8° (табл. 1).

При выращивании растений отмечалось некоторое отставание роста новых побегов в условиях повышенной температуры почвы. Листья новых побегов в условиях нормальной интенсивно-зеленую окраску. Но у всех растений имели нормальную интенсивно-зеленую окраску. Но у растений, выращиваемых в условиях повышенной температуры почвы, 9 июля было отмечено побурение и усыхание отдельных листьев розеток и нижней части побегов. Побурение листьев начиналось с краев листовых пластинок и участков между жилками и происходило без завядания листьев. Это явление очень напоминает «ожог» листьев, наблюдаемый при калийном голодании у ряда растений и в частности у яблони [3].

31 июля растения были убраны, после чего был проведен учет их морфологических различий, изменения прироста массы основных органов, отобраны образцы листьев, веток и корней для исследования,

Таблица 1

Средняя температура почвы в вегетационных сосудах по декадам за время проведения опыта

Время проведения опыта, месяц, декада	1-й вариант			2-й вариант			3-й вариант		
	8.00	12.00	17.00	8.00	12.00	17.00	8.00	12.00	17.00
Июнь, II	12,7	20,5	22,2	15,0	26,3	29,8	15,0	28,2	33,0
III	14,8	20,7	22,1	16,4	23,8	28,1	16,6	28,0	32,4
Июль, I	13,9	21,2	24,9	16,6	28,4	31,6	16,6	35,4	35,5
II	15,1	22,3	24,6	17,9	26,2	29,1	17,9	31,4	35,2
III	14,3	20,7	22,8	16,0	23,8	28,0	16,0	29,0	34,2
Среднее	16,2	21,1	23,3	16,4	25,7	29,3	16,2	30,4	34,1

Как видно из приведенных в табл. 2 данных, повышение температуры почвы способствовало значительному замедлению процессов роста: заметно уменьшился размер листовых пластинок и длина побегов, значительно уменьшился вес листьев, побегов и особенно корней, развившихся в год проведения опыта.

Таблица 2

Развитие надземных органов и корней яблони в зависимости от температуры почвы

Температура почвы	Средний размер листовой пластинки, см		Вес листьев г	Средняя общая длина побегов I растения см	Средний вес побегов г	Средний вес корней, развившихся в год опыта г
	длина	ширина				
Пониженная . . .	8,1	6,4	43,7	98,8	17,8	16,2
Средняя (естественная)	7,8	6,1	45,2	94,6	19,7	12,8
Повышенная . . .	7,5	6,3	25,3	70,4	10,7	9,7

Установлено также, что температура почвы оказывает заметное влияние на водный режим растения. Повышение температуры почвы вызвало некоторое уменьшение содержания воды в корнях и в меньшей степени — в ветках и листьях (табл. 3).

Таблица 3

Содержание воды в листьях, ветках и корнях яблони в зависимости от температуры почвы (в %)

Температура почвы	Листья	Ветки	Корни
Пониженная	59,2	60,1	70,9
Средняя (естественная)	58,7	60,3	61,1
Повышенная	58,9	56,2	60,4

Приведенные в табл. 4 результаты определения содержания аскорбиновой кислоты в растениях указывают на значительные изменения окислительно-восстановительного режима под влиянием температуры почвы. Содержание восстановленной аскорбиновой кислоты в корнях и в лубе веток не имело существенных различий у сравниваемых растений. В листьях же количество ее заметно увеличивалось под влиянием понижения и в меньшей мере повышения температуры почвы.

Таблица 4

Содержание аскорбиновой кислоты в листьях, ветках и корнях яблони, выращиваемых при различной температуре почвы (в мг на 100 г свежего материала)

Температура почвы	Листья			Луб веток			Корни		
	Восстановленная	Окисленная	Всего	Восстановленная	Окисленная	Всего	Восстановленная	Окисленная	Всего
Пониженная	380,8	12,6	393,4	26,9	314,4	341,3	17,9	109,0	126,9
Средняя (естественная)	355,5	14,2	369,7	26,9	30,0	56,9	15,8	52,1	67,9
Повышенная	357,1	101,1	458,2	26,9	91,6	118,5	15,8	126,4	142,2

При относительно небольших изменениях в содержании восстановленной аскорбиновой кислоты отмечены большие различия в содержании окисленной ее формы. При повышенной и пониженной температуре почвы наблюдалось усиление процессов окисления аскорбиновой кислоты. На это указывает увеличение содержания окисленной аскорбиновой кислоты в корнях (более чем в 2 раза) и в ветках (более чем в 3 раза) по сравнению с содержанием ее в растениях, выращиваемых при средней (оптимальной) температуре. В листьях же очень резко возросло содержание окисленной аскорбиновой кислоты у растений, выращиваемых при повышенной температуре почвы.

Определение содержания различных форм углеводов показало, что температура почвы оказывает значительное влияние также и на процессы углеводного обмена у яблони (табл. 5).

В процессах превращения сахаров в листьях и ветках с повышением температуры почвы наблюдается хорошо выраженное преобладание синтетических процессов; в корнях же, наоборот, преобладают гидролитические процессы, на что указывает характер изменения соотношения редуцирующих сахаров и сахарозы, содержащихся в листьях, ветках и корнях растений.

Содержание крахмала под влиянием повышенной температуры почвы в листьях уменьшается, а в ветках увеличивается. Это указывает на изменение направленности процессов превращения сахаров и крахмала, что приводит к резкому изменению снабжения корневой системы углеводами. С повышением температуры почвы отмечено резкое уменьшение содержания в корнях сахарозы, общего сахара и особенно крахмала.

При определении методом хроматографии на бумаге качественного состава сахаров, содержащихся в листьях и ветках, различий не наблюдалось. В корнях же растений при повышенной температуре (3-й вари-

ант) не найдена мальтоза, содержащаяся в корнях растений 1-го и 2-го вариантов.

Таблица 5

Содержание различных форм углеводов в листьях, ветках и корнях яблонь, выращиваемых при различных условиях температуры почвы (в % на воздушносухой вес)

Орган растения	Температура почвы	Редуцирующие сахара	Сахароза	Сумма сахаров	Крахмал	Редуцирующие сахара
						сахароза
Листья	Пониженная . . .	0,76	1,98	2,34	0,49	0,38
	Средняя (естественная)	0,42	2,50	3,05	0,33	0,17
	Повышенная . . .	0,40	2,51	3,04	0,35	0,16
Ветки	Пониженная . . .	0,27	0,64	0,94	0,40	0,42
	Средняя (естественная)	0,27	1,12	1,45	0,65	0,24
	Повышенная . . .	0,18	0,87	1,10	0,47	0,21
Корни	Пониженная . . .	0,27	2,07	2,45	2,82	0,13
	Средняя (естественная)	0,25	1,47	1,80	0,72	0,17
	Повышенная . . .	0,30	1,34	1,70	0,82	0,22

Уменьшение поступления углеводов в корневую систему растений под влиянием повышенной температуры почвы, естественно, способствовало задержке использования поступающих в корни нитратов в процессе синтеза азотистых веществ. Как показывают результаты определения различных форм азота, приведенные в табл. 6, с повышением температуры почвы содержание нитратов в корнях увеличивается. Возрастает также содержание нитратов в листьях, особенно при наиболее высокой температуре почвы.

Температура почвы оказала большое влияние на интенсивность процессов синтеза органических азотистых веществ. В листьях растений как повышение, так и понижение температуры способствовало ослаблению процессов синтеза азотистых веществ. Об этом свидетельствует увеличение содержания аммиачного азота при уменьшении содержания амидного азота и увеличении количества азота аминокислот.

В ветках растений с повышением температуры почвы также наблюдалось увеличение количества аммиачного азота, но при этом значительно повышалось содержание амидного и аминного азота.

Очевидно, использование аммиака, образующегося при восстановлении нитратов, задерживается вследствие замедления процессов синтеза органических азотистых веществ, что ведет к накоплению аммиака в токсичных количествах. Это, по-видимому, и вызвало некроз листьев у растений, выращиваемых в условиях повышенной температуры почвы.

Таблица 6

Содержание различных форм небелкового азота в листьях, ветках и корнях яблонь, выращиваемых при различной температуре почвы (в мг на 100 г свежего материала)

Орган растения	Температура почвы	Нитратный	Аммиачный	Амидный	Аминный	Амидный
						аммиачный
Листья	Пониженная	88,61	3,84	7,48	152,04	1,95
	Средняя (естественная)	90,88	2,91	10,64	135,24	3,66
	Повышенная	122,69	3,64	8,79	172,48	2,42
Ветки	Пониженная	154,50	4,56	62,58	149,52	12,74
	Средняя (естественная)	97,70	7,00	67,59	164,08	9,66
	Повышенная	81,79	7,00	94,02	200,20	13,43
Корни	Пониженная	68,16	32,68	9,94	45,36	0,30
	Средняя (естественная)	84,06	46,83	3,23	28,00	0,06
	Повышенная	86,34	31,56	13,30	29,40	0,42

Вызванное указанными причинами накопление аммиака в токсичных количествах могло иметь место в период наиболее резкого нарушения процессов азотного обмена перед началом проявления некроза листьев. С проявлением же некроза дальнейшего усиления повреждения не происходило вследствие наличия у растений «защитной реакции», подобной реакции у сливовых деревьев при летнем поражении молодой древесины непаразитарным некрозом [6]. Такая защитная реакция у растений заключается в том, что с проявлением некроза, вызванного глубоким нарушением процессов обмена, меняется направленность этих процессов в сторону приближения к нормальному состоянию. Очевидно, этим можно объяснить то, что при исследовании растений после появления некроза листьев очень высокое содержание аммиачного азота не наблюдалось.

Отмеченные нарушения в процессах превращения неорганических азотистых веществ в органические влияют на содержание белкового азота у изучаемых растений.

Приведенные в табл. 7 результаты определения белкового и общего азота показывают, что понижение и повышение температуры почвы способствовало заметному уменьшению содержания белкового и общего азота в листьях яблонь. В корнях же, наоборот, повышение и понижение температуры способствовало повышению количества общего и белкового азота. Это же наблюдалось и в ветках у растений, выращиваемых при пониженной температуре почвы. Повышение же температуры почвы вызвало уменьшение содержания белкового азота в ветках.

Таблица 7

Содержание общего и белкового азота в листьях, ветках и корнях яблонь, выращиваемых при различной температуре почвы (в % на абсолютно сухой вес)

Температура почвы	Листья		Ветки		Корни	
	общий	белковый	общий	белковый	общий	белковый
Пониженная	2,71	2,53	1,29	0,56	1,47	1,11
Средняя (естественная)	3,02	2,78	1,06	0,35	1,40	1,06
Повышенная	2,71	2,50	1,27	0,23	1,64	1,39

Изменение температурного режима почвы, оказавшее влияние на процессы обмена веществ, рост и состояние растений, вызвало резкое изменение в поглощении железа корневой системы и в распределении его в растении.

С повышением температуры почвы общее содержание железа в корнях резко возрастает. Увеличивается также и количество растворимого железа, но в меньшей мере, чем общее содержание его. Это обусловлено усилением связывания железа при повышении температуры. В корнях растений первого варианта связанное железо составляло 19,8% от общего количества железа, а в корнях растений второго и третьего вариантов 48,1 и 43,4% соответственно (табл. 8).

Таблица 8

Влияние температуры почвы на содержание железа в листьях, ветках и корнях яблони (в сотых долях процента на абсолютно сухой вес)

Температура почвы	Корни		Древесина веток		Луб ветки		Листья	
	Общее	Растворимое	Общее	Растворимое	Общее	Растворимое	Общее	Растворимое
Пониженная	2,32	1,861	1,91	1,652	3,55	1,455	11,58	0,432
Средняя (естественная)	5,99	3,110	2,16	1,325	3,27	2,090	5,50	0,756
Повышенная	16,62	9,425	1,53	0,515	4,06	—	5,71	0,608

В древесине веток наибольшее содержание общего железа отмечено у растений, выращиваемых при средней температуре почвы. С понижением и особенно с повышением температуры почвы общее содержание железа в древесине несколько уменьшилось. Содержание же растворимого железа в древесине веток с повышением температуры почвы резко снизилось. Это явилось следствием резкого усиления процесса связывания железа в древесине при повышении температуры почвы. Так, в условиях пониженной температуры почвы связанное железо составляло 13,6% от общего количества железа в древесине веток. При средней и повышенной температуре почвы процент связанного железа, содержащегося в древесине, увеличился соответственно до 38,4 и 66,0.

Наибольшее общее содержание железа в листьях наблюдалось у растений, выращиваемых при пониженной температуре почвы. Содержание же растворимого железа в листьях этих растений было наименьшим. Наиболее высокое содержание растворимого железа в листьях отмечено у растений, выращиваемых при средней температуре почвы, что обусловлено наименее интенсивным связыванием железа по сравнению с листьями растений первого и третьего вариантов. Это указывает на существование температурного оптимума почвенной среды, при котором листья яблони лучше обеспечиваются подвижным железом.

Связи между соотношением связанного и растворимого железа с рН клеточного сока листьев, веток и корней не наблюдалось, хотя различные температурные условия почвы и вызвали некоторые изменения рН сока исследуемых органов растений (табл. 9).

Таблица 9

Влияние температуры почвы на рН сока листьев, веток и корней яблони

Температура почвы	Корни	Древесина веток	Луб веток	Листья
Пониженная	5,75	6,35	4,7	5,75
Средняя (естественная)	6,15	6,05	4,6	4,82
Повышенная	5,80	6,35	6,0	5,75

Таким образом, результаты вегетационного опыта показали, что температура почвы оказывает большое влияние на состояние растений и характер протекающих в них процессов обмена веществ. Как понижение температуры почвы, так и повышение ее способствуют снижению содержания растворимого железа в листьях вследствие усиления процесса связывания его. У яблони в условиях повышенной температуры почвы отмечено появление некроза листьев, связанного с расстройством азотного обмена. Полученные данные указывают, что высокая температура почвы является одним из факторов сложного комплекса неблагоприятных внешних условий, способствующих расстройству процессов обмена и проявлению хлороза.

ВЫВОДЫ

1. Изменение температуры почвы в летний период как в сторону повышения, так и в сторону понижения от близкой к оптимальной вызывает у яблони расстройство процессов обмена, подобное наблюдаемому при функциональном заболевании деревьев. Повышенная температура почвы вызывает характерный некроз листовых пластинок.
2. Изменение температуры почвы оказывает большое влияние на поступление железа в корневую систему, на степень связывания его при передвижении из корней в листья и в листьях. Наиболее высокое содержание растворимого железа в листьях было отмечено у растений, выращиваемых в условиях средней температуры почвы.
3. Отмеченные изменения содержания растворимого и связанного железа не зависят от рН исследуемых органов яблони и, очевидно, связаны с наблюдаемым расстройством процессов обмена веществ.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Альтергог В. Ф.* Самоотравление растительной клетки при высоких температурах как результат необратимого хода биохимических процессов. «Труды Ин-та физиологии растений АН СССР», т. I, вып. 2, 1937.
2. *Альтергог В. Ф.* Направленность обмена веществ при перегреве растений и вопросы их теплоустойчивости. Тезисы докладов конференции по физиологии устойчивости растений. М., Изд-во АН СССР, 1959.
3. *Дэвидсон О. и Юджинс П.* Симптомы недостаточности питательных веществ у плодовых и ягодных культур. В кн.: Причины голодания растений. М., Изд-во иностр. лит., 1957.
4. *Иванов С. М.* О функциональных заболеваниях растений, вызываемых неблагоприятными условиями произрастания. «Известия Молдавского филиала АН СССР», № 3(6), 1952.
5. *Иванов С. М.* Причины, вызывающие непаразитарную корневую гниль герани. «Доклады ВАСХНИЛ», вып. 5, 1953.
6. *Иванов С. М.* О причинах усыхания сливовых деревьев в молодых орошаемых садах. «Известия Молдавского филиала АН СССР», № 2(29), 1956.
7. *Иванов С. М.* Внутренние причины непаразитарного некроза молодой древесины у сливовых деревьев. «Известия Молдавского филиала АН СССР», № 6(39), 1957.
8. *Иванов С. М.* Причины усыхания деревьев косточковых плодовых пород. Кишинев, изд-во «Штиинца», 1961.
9. *Иванов С. М. и Васильева Л. А.* О характере функционального расстройства у деревьев яблони при заболевании хлорозом, вызываемом неблагоприятными условиями почвы. «Известия Молдавского филиала АН СССР», № 6(26), 1955.
10. *Иванов С. М. и Каракаш Л. А.* Изменения процессов обмена веществ и содержания железа в различных органах яблони при недостаточной аэрации и влажности почвы. (В печати).
11. *Хлебникова Н. А.* Химическая природа стойкости растительного организма к воздействию температурного фактора. «Труды Ин-та физиологии растений АН СССР», т. I, вып. 2, 1937.
12. *Хлебникова Н. А. и Болондзь Г. В.* К биохимическому контролю жаростойкости. «Доклады АН СССР», т. II, № 9, 1934.
13. *Baxter P. a. Belcher R.* The role of the bicarbonate ion in lime-induced-chlorosis. «J. Aust. Inst. of agr. sci.», v. 21, 1956, pp. 32—33.
14. *Biddulph O a. Woodbridge C. G.* The uptake of phosphorus by bean plants with particular reference to the effects of iron. «Plant Physiol.», v. 27, 1952, pp. 431—444.
15. *Brown J. C., Holmes R. S., Shapiro R. E. a. Specht A. W.* Effects of phosphorus and copper salts on iron chlorosis of rice in flooded and non-flooded soil and the associated enzymic activity. «Soil sci.», v. 79, 1955, pp. 363—372.
16. *De Kock P. C.* Iron nutrition of plants at high pH. «Soil sci.», v. 79, 1955, pp. 167—175.
17. *Olsen C.* Iron absorption and chlorosis in green plants. «Compt. Rend. Trev. Lab. Carlsberg, Ser. Chim.», v. 21, 1936, pp. 15—53.
18. *Reuther W. a. Smith P. F.* Iron chlorosis in Florida citrus groves. «Citrus Ind.», v. 34(2), No 5—6, 1953, pp. 10—12.

С. М. ИВАНОВ

**ИНФЛУЕНЦА ТЕМПЕРАТУРИЙ СОЛУЛУЙ
АСУПРА МЕТАБОЛИЗМУЛУЙ ШИ А КОНЦИНУТУЛУЙ
ДЕ ФЕР ЛИБЕР ШИ ЛЕГАТ ЛА МЭР**

Резумат

Ын кондициле експериментелор вежетативе с'а студият ынрыуриря температурий солулуй асупра режимулуй де оксидаре-редучере, асупра метаболizmuлуй хидрацилор де карбон ши а компушилор азотошь ши асупра концинерий ферулуй солубил ши инсолубил ын рэдэчинэ, тулпинэ ши фрунзе.

С'а калкулат, кэ скимбаря температурий солулуй ын тимпул верий атыт ын дирекция микшорэрий, кыт ши а мэририй фацэ де чя оптималье проваокэ ла мэр тулбураря метаболizmuлуй — старе асемэнэтоаре ымболнэвирилор функционале. Температура ридикатэ а солулуй проваокэ о некрозэ карактеристикэ фрунзелор.

Скимбаря температурий солулуй екзерчитэ о маре инфлуенцэ асупра абсорбцией ферулуй де кэтре система радикулярэ ши асупра интензитэций прочесулуй де синтезэ а ферулуй пе мэсура ридикэрий луй дин рэдэчинэ ын фрунзе. Чя май маре кантитате де фер солубил а фост ын фрунзеле плантелор, крескуте ын ынвоелиле температурий оптималье а солулуй.

Г. М. СЕМЕНЮК

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АЗОТА, ФОСФОРА И КАЛИЯ В ПОЧВЕ И РАСТЕНИИ СЛИВЫ*

Усыхание деревьев косточковых плодовых пород — широко распространенное явление, наносящее значительный ущерб промышленному садоводству Молдавии.

Основной причиной усыхания деревьев является функциональное заболевание, которое вызывается рядом неблагоприятных условий внешней среды [14, 15, 18]. В условиях вегетационного опыта на почве, взятой из сада совхоза им. М. В. Фрунзе Тираспольского района, при изучении характера обмена веществ в растениях было установлено, что причиной функционального заболевания и усыхания сливы является недостаточность калийного и в меньшей мере фосфатного питания [17].

Проведенными исследованиями в саду колхоза «Фруктовый Донбасс» Дубоссарского района выяснено, что причиной усыхания сливы и в этом саду является функциональное заболевание деревьев [28]. В условиях вегетационного опыта на почве, взятой из указанного насаждения, было установлено, что саженцы сливы испытывали недостаток в калийном и фосфатном питании [29].

О потребности растений в элементах минерального питания судили по интенсивности и направленности превращения азотистых веществ, а также по некоторым другим показателям.

Так как характер обмена веществ у растений в течение летнего периода изменяется, то, следовательно, меняется и потребность растений в различных элементах питания. Ранее проведенные исследования [18, 29] показали, что в наиболее жаркий период лета, когда растения испытывают недостаток в калийном питании, происходит ослабление процессов синтеза органических азотистых веществ.

Это согласуется с литературными данными. Так, например, Гарт [32] указывал на значительное ослабление процессов синтеза в растении при калийном голодании.

Шмальфус [34], Риппель и др. [33] наблюдали, что при недостатке калия в растении заметно повышается содержание аммиачного азота. Д. Н. Прянишников [26], Ф. В. Турчин [30], Л. С. Любарская [23], А. В. Владимиров [6], Е. Т. Бойченко [6], С. С. Баславская [4], П. И. Власюк и З. М. Климовицкая [8], Л. М. Дорохов [12], С. М. Иванов [16]

указывают на положительную роль калия в синтезе белковых веществ у растений.

В литературе имеются сведения о том, что при неблагоприятных внешних условиях растения могут испытывать калийное голодание даже при достаточном содержании калия в почве. Так, Ф. В. Турчин [30] отмечает, что причиной этого может служить избыток кальция и натрия в почве. Наличие хлора в удобрениях усиливает поступление кальция в растение в значительных количествах. Вследствие большего количества кальция, чем калия в растительной ткани, растения начинают проявлять явные симптомы калийного голодания. «Таким образом,— пишет Турчин,— в этих условиях может иметь место парадоксальное явление — внесенная в качестве калийного удобрения низкопроцентная калийная соль вызывает калийное голодание растений».

Д. А. Сабинин и С. С. Колотова [27], исследуя характер поступления зольных веществ в растение, отмечают, что увеличение концентрации кальция при подщелачивании $\text{Ca}(\text{OH})_2$ приводит к снижению поступления калия.

П. Г. Адерихин и Е. П. Тихова [2], изучая динамику подвижного калия в разных почвах и под различными культурами на воронежских черноземах, установили, что содержание калия резко меняется на протяжении одного месяца.

В. Г. Александровым [3] было обнаружено, что содержание подвижного калия на сероземах Туркменской ССР может уменьшаться от значительных количеств до нуля. Автор объясняет падение подвижного калия пробуждением к жизнедеятельности микроорганизмов, которыми он поглощается.

А. В. Петербургский [25] отмечает, что значительная часть обменного калия настолько прочно удерживается почвенными коллоидами, что становится недоступной растениям. Одновременно в почве наблюдается фиксация (закрепление) калия, которая особенно усиливается, если почва переманно то увлажняется, то сохнет, что обычно бывает в верхнем слое. Калий фиксируется как минеральными частицами почвы, так и гумусом. Для устранения фиксации калий следует вносить в более глубокие слои почвы.

Волк и Горбунов* наблюдали, что при температуре почвы 60—70° калий переходит из обменной формы в необменную, то есть недоступную для питания растения.

О влиянии климатических факторов на питание растения имеется довольно мало сведений. «До последнего времени,— отмечает Н. С. Авдонин [1],— сфера деятельности агрохимиков укладывалась в известный треугольник Прянишникова «растение — почва — удобрение», при котором роль климатических факторов внешней среды не учитывалась. В настоящее время назрела необходимость изучения влияния климатических факторов на питание растений и эффективность удобрений».

Немногочисленные литературные данные говорят о том, что этот вопрос нуждается в изучении. Так, например, Колбе [21] наблюдал, что степень адсорбирования калия деревьями сливы Венгерка ажанская в течение большей части сезона зависит от температуры. Е. В. Бобко [5] считает, что на поступление калия в растение влияет различное увлажнение почвы.

М. В. Журавлева [13] отмечает, что поглощение НРК растениями

* Цит. по Н. А. Масловой [24].

* Работа проведена под руководством С. М. Иванова.

древесных пород происходит неравномерно в течение суток. Поглощение калия зависит от условий освещения среды. Так, максимальное поглощение его отмечается в утренние часы. Ночью поглощение калия снижается и наблюдается его выделение.

А. М. Гродзинский и К. М. Ситник [9] с помощью меченых атомов показали, что освещение влияло на интенсивность поступления меченого кальция в листья. Однако Венема [35], анализируя ряд работ, пришел к противоположному выводу о том, что на поглощение калия не влияли ни дневной свет, ни транспирация.

Таким образом, поступление калия в растение и основная причина задержки его почвой остаются мало выясненными. Л. И. Кораблева и З. А. Прохорова [22], изучая эффективность удобрений на пойменных почвах, отмечают, что вопрос о применении удобрений, дозах и их соотношении под разные культуры не изучен.

В связи с этим нами была поставлена задача выяснить характер изменения содержания основных элементов минерального питания в почве и растений при функциональном заболевании деревьев сливы в саду.

Объектом исследования служили молодые деревья в промышленном сливовом саду колхоза «Фруктовый Донбасс», расположенном на пойменных почвах р. Днестр. В этом саду, по данным обследования 1959 года [28], деревья сливы подвержены функциональным заболеваниям. В междурядьях сада выращиваются овощные культуры. В течение летнего периода производится до 10 орошений тракторной дождевальная установкой.

Изучение почвенных условий и условий произрастания деревьев производилось в два периода. Первый — до постановки опыта, в летний период 1959 года, второй — после закладки опыта, в 1960 году.

В течение летнего периода исследовались образцы почвы и растений в несколько сроков. Образцы почвы в 1959 году отбирались из трех точек площади сада, предназначенной под закладку опыта. В образцах почвы определялись: влажность, нитратный азот — дисульфифеноловым методом, калий — путем вытеснения 1 н. уксуснокислым аммонием и определения на пламенном фотометре, фосфор — по Мачигину, рН — потенциометром.

В трех различных точках сада было выделено по 10 здоровых деревьев сливы сорта Венгерка ажанская, с которых брались образцы листьев и побегов. В образцах общий азот и фосфор определяли по Пиневицу, калий — на пламенном фотометре.

Таблица 1

Содержание воды в почве в течение летнего периода 1959 года (в %)

Повторность	Глубина взятия образца см	Содержание воды в почве в течение летнего периода 1959 года (в %)				
		22.V	22.VI	24.VII	24.VIII	22.IX
1-я	0—40	21,7	15,23	12,74	14,55	15,31
	40—80	19,7	17,21	14,75	14,33	11,75
2-я	0—40	—	17,01	13,45	14,50	12,21
	40—80	—	18,85	17,07	16,45	11,85

Данные, приведенные в табл. 1, показывают, что на протяжении всего вегетационного периода шло снижение влажности почвы, которое достигло в сентябре наименьшей величины.

Установлено, что исследуемая почва — карбонатная, рН 8. Это может являться одной из причин расстройства обмена веществ у деревьев, произрастающих на этих почвах [18].

Результаты исследования содержания нитратного азота, подвижного калия и фосфора показывают, что в почве основные элементы питания содержатся в достаточном количестве, а соотношение их в различное время значительно меняется (табл. 2). Так, если в конце мая в горизонте 0—40 см подвижного калия было 32,5 мг, то в июне его содержание в этом же горизонте уменьшилось до 24,0 мг, а в горизонте 40—80 см соответственно уменьшилось с 18,6 до 13,9 мг, что, по данным Л. И. Кораблевой и З. А. Прохоровой [22], является недостаточным для растений, произрастающих на пойменных почвах.

При недостатке калия [11] растения могут испытывать азотное голодание несмотря на более чем достаточное содержание азота в почве. Цифровые величины отношения подвижного калия к нитратному азоту в нашем опыте подтверждают вышесказанное (табл. 2). Так, если в мае эта величина в верхнем горизонте равнялась 23,0, то в июле она уменьшилась до 3,19, в нижнем горизонте — соответственно с 13,5 до 2,12.

Таблица 2

Содержание нитратного азота, подвижного калия и фосфора в почве сада в течение вегетационного периода 1959 года (мг на 100 г абсолютно сухой почвы)

Дата взятия образца	Глубина взятия образца см	Нитратный N		K ₂ O		P ₂ O ₅		K ₂ O / NO ₃	
		В а р и а н т							
		1-й	2-й	1-й	2-й	1-й	2-й	1-й	2-й
22.V	0—40	1,41	—	32,5	—	8,4	—	23,05	—
	40—80	1,37	—	18,6	—	5,08	—	13,57	—
22.VI	0—40	5,01	6,93	36,1	24,5	10,4	7,0	7,20	3,53
	40—80	6,88	11,33	14,6	23,3	5,1	7,8	2,12	2,06
24.VII	0—40	7,51	7,39	24,0	28,8	6,6	7,4	3,19	3,89
	40—80	—	—	13,9	16,9	6,0	3,4	—	—
24.VIII	0—40	5,98	5,47	26,9	36,1	7,0	7,4	4,49	6,60
	40—80	5,47	5,18	19,4	15,8	6,3	5,6	3,54	3,05
22.IX	0—40	8,42	11,52	27,5	30,7	8,0	8,0	3,38	2,66
	40—80	10,30	8,47	14,6	22,7	5,6	5,6	1,41	2,68

Таким образом, несмотря на большое количество основных элементов питания в почве, несоответствие в соотношении их может создавать менее благоприятные условия для физиолого-биохимических процессов

в растении сливы в этот период. Это может быть причиной расстрой-ства обмена веществ, характерного при функциональных заболеваниях растений [28]. Содержание подвижного фосфора изменялось так же, как содержание калия, но в меньшей мере. Так, в июне было отмечено уменьшение его в обоих горизонтах. Такие же данные получены И. И. Канивцем [19], наблюдавшим изменение содержания фосфатов от сравнительно высоких количеств весной до «следов» летом.

Результаты определения содержания основных элементов минерального питания в растениях (табл. 3) показывают, что в период наблюдаемого несоответствия в соотношении элементов питания в почве отмечается некоторое увеличение содержания калия в листьях. Это, очевидно, связано с повышенной потребностью растения в калии в данный период. Затем содержание калия уменьшается до уровня ниже первоначального, что, возможно, является результатом выделения его растением в почву. Содержание азота и фосфора в растениях к концу вегетации уменьшилось.

Величина отношения азота к калию в июне была наименьшей в листьях и наибольшей в побегах. Это свидетельствует о том, что к этому времени содержание азота в листьях уменьшается, в связи с чем, возможно, задерживается и синтез сложных азотистых веществ.

Увеличение содержания калия в растениях можно рассматривать и как защитное приспособление от аммиачного отравления, так как в этот период нами [29] наблюдалось значительное накопление аммиачного азота в контрольных растениях.

Таблица 3

Содержание общего азота, калия и фосфора в листьях и побегах сливы в течение летнего периода 1959 года (в % на абсолютно сухое вещество)

Дата взятия образца	Общий N		K ₂ O		P ₂ O ₅		N K ₂ O	
	Лис- тья	Побеги	Лис- тья	Побеги	Лис- тья	Побеги	Лис- тья	Побеги
22.V	4,77	2,56	2,62	1,94	1,17	0,72	1,82	1,32
22.VI	3,56	1,27	2,91	1,05	0,77	0,44	1,20	1,20
24.VII	3,61	1,03	3,03	0,72	0,66	0,47	1,18	1,43
24.VIII	3,40	0,92	2,47	0,77	0,54	0,23	1,37	1,19
22.IX	3,11	0,94	2,43	0,48	0,49	0,34	1,28	1,96

В начале апреля 1960 года на исследуемом участке сада был заложен опыт по следующей схеме:

1) Контроль; 2) K; 3) PK₂; 4) NPK₂.

Азотные удобрения в виде аммиачной селитры, фосфатные в виде гранулированного суперфосфата и калийные в виде хлористого калия вносились специально переоборудованной машиной ВУМ-60 из расчета 90 кг действующего вещества на гектар в междурядьях сада на расстоянии 1 м от штамба деревьев и на глубину 25—27 см. Площадь сада каждого варианта — 1,5 га (по 400 деревьев).

В течение летнего периода 1960 года в три срока были отобраны образцы почвы и растений для определения содержания азота, фосфора и калия. Образцы почвы отбирались на глубине 0—30 и 30—60 см.

Влажность почвы изменялась незначительно (табл. 4).

Таблица 4

Содержание влаги в почве при различных условиях минерального питания (в %) (Полевой опыт, 1960 год)

Вариант опыта	5.VII		1.VIII		1.IX	
	Глубина взятия образца, см					
	0—30	30—60	0—30	30—60	0—30	30—60
Контроль	17,24	18,23	19,37	18,84	17,59	15,46
K	18,15	18,58	19,17	20,81	20,28	20,18
PK ₂	18,15	19,01	16,33	18,91	18,45	17,76
NPK ₂	19,26	18,61	19,31	19,13	17,33	17,03

Внесенные удобрения оказывают влияние на содержание основных элементов в почве и их соотношение.

В опытах Г. Давыдовского [10], например, почвы, получившие калийное удобрение, имели более высокое содержание нитратов. Это объясняется тем, что калий стимулирует биологическую деятельность почвы и окисление азота, то есть способствует более полному переводу аммиачных форм азота в нитратные.

А. Т. Кирсанов [20], развивая высказанное Расселом положение о зависимости действия калийных удобрений от азотных и наоборот, при недостатке калия получил резкое снижение урожая ячменя, а внесенный калий устранял депрессию от избытка азота. Автор сделал вывод, что увеличение содержания доступного калия в почве уменьшает поступление азота в растение.

По мнению Мак Колмана*, «на бедных калием почвах внесение азотных удобрений должно сопровождаться калийными, для того чтобы избежать уменьшения поглощения калия из-за антагонистического действия, вызываемого азотными удобрениями».

В нашем опыте также наблюдалось изменение содержания основных элементов питания в почве под влиянием внесенных удобрений.

Так, если в контрольном варианте имело место уменьшение содержания подвижного калия и увеличение нитратного азота, что подтверждает результаты, полученные в 1959 году, то в варианте с применением калийного удобрения была иная закономерность. В отмеченный период разрыва соотношения $\frac{K_2O}{NO_3}$ наблюдалось уменьшение содер-

жания нитратного азота и увеличение подвижного калия. Этим было создано более сбалансированное соотношение этих элементов в почве, что подтверждается примерно одинаковыми величинами отношения $\frac{K_2O}{NO_3}$: в июне 4,00, в июле 4,63, в августе 4,72. В нижнем горизонте эта величина уменьшилась с 5,08 в июне до 3,37 в августе. Уменьшение содержания нитратного азота в почве, очевидно, связано с созданием более благоприятных условий для использования его растениями.

Калийное удобрение оказывает влияние на равномерное распределение нитратного азота в горизонтах почвы. Так, если в контроле со-

* Цит. по Дотти [31].

держание нитратного азота в июле в верхнем горизонте было 9,34 мг, а в нижнем 4,63 мг, в августе соответственно 7,89 и 3,84, то в варианте с применением калийного удобрения наблюдалось почти одинаковое содержание его в обоих горизонтах в июле и августе (табл. 5).

Таблица 5

Содержание нитратного азота, подвижного фосфора и калия в почве сада при различных условиях питания в течение летнего периода 1960 года (мг на 100 г абсолютно сухой почвы)

Дата взятия образца	Вариант опыта	NO ₃		K ₂ O		P ₂ O ₅		$\frac{K_2O}{NO_3}$	
		Глубина взятия образца, см							
		0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60
I.VII	Контроль	4,29	4,83	30,7	24,0	9,2	7,0	7,15	4,96
	K	8,12	5,41	32,5	27,5	10,0	8,4	4,00	5,08
	PK ₂	9,66	4,94	41,0	31,7	9,7	7,0	4,24	6,39
	NPK ₂	7,93	5,17	40,3	26,3	10,8	7,8	5,20	5,08
I.VIII	Контроль	9,34	4,62	20,4	19,4	8,6	6,6	2,18	4,19
	K	7,57	7,72	36,1	26,3	10,2	9,2	4,63	3,40
	PK ₂	6,72	4,62	37,4	30,6	10,0	8,3	5,56	6,62
	NPK ₂	10,84	10,66	43,9	27,5	11,6	6,3	4,12	2,57
I.IX	Контроль	7,89	3,84	28,2	17,7	8,6	6,3	3,57	4,60
	K	8,00	7,98	38,2	26,9	9,7	9,7	4,72	3,37
	PK ₂	4,17	3,90	23,3	27,5	9,7	9,2	5,58	7,05
	NPK ₂	8,77	15,97	46,9	32,5	11,6	9,7	5,34	2,03

Фосфатно-калийное удобрение с двойной дозой калия (PK₂) вызвало значительное уменьшение содержания нитратного азота и подвижного калия в почве к концу вегетации. Это также можно объяснить созданием благоприятных условий для использования их растениями.

При применении полного удобрения с двойной дозой калия (NPK₂) в верхнем горизонте почвы содержание нитратов в июле несколько увеличилось, а в августе уменьшилось. Содержание подвижного калия к концу августа увеличилось на 6,6 мг, а величина отношения $\frac{K_2O}{NO_3}$ в июле уменьшилась. Во втором горизонте наблюдали резкое увеличение содержания нитратного азота (с 5,17 мг до 15,97 мг). Содержание калия также увеличилось, но не столь значительно, как в верхнем горизонте. Величина отношения $\frac{K_2O}{NO_3}$ в июле уменьшилась до 2,57, в августе — до 2,03.

Содержание подвижного фосфора колебалось в незначительных пределах с тенденцией увеличения к осени, за исключением контроля, где

в июле — августе наблюдалось некоторое уменьшение в обоих горизонтах.

Одновременно со взятием образцов почвы были отобраны образцы растений на определение содержания в них общего азота, фосфора и калия.

Полученные данные (табл. 6) показывают, что удобрения способствовали изменению содержания основных элементов в растении. Так, в контроле содержание азота к концу вегетации в листьях и побегах уменьшилось. В листьях в июле наблюдалось увеличение калия. Величина отношения $\frac{N}{K_2O}$ к концу вегетации в листьях уменьшилась, а в побегах увеличилась. Это подтверждает результаты, полученные в 1959 году.

При применении калийного и калийно-фосфатного удобрения величина отношения $\frac{N}{K_2O}$ в листьях и побегах увеличивалась.

Таблица 6

Содержание общего азота, фосфора и калия в листьях и побегах сливы при различных условиях питания (в % на абсолютно сухое вещество) (Полевой опыт, 1960 год)

Дата взятия образца	Вариант опыта	Общий N		K ₂ O		P ₂ O ₅		$\frac{N}{K_2O}$	
		Листья	Побеги	Листья	Побеги	Листья	Побеги	Листья	Побеги
		I.VII	Контроль	3,75	1,02	2,76	0,98	0,61	0,26
K	3,84		0,96	2,97	0,86	0,61	0,35	1,29	1,11
PK ₂	4,06		0,88	2,97	0,93	0,49	0,22	1,37	0,94
NPK ₂	3,26		0,92	2,93	0,96	0,44	0,34	1,11	0,95
I.VIII	Контроль	3,75	0,90	2,83	0,58	0,64	0,34	1,32	1,55
	K	3,60	0,93	2,75	0,75	0,59	0,37	1,30	1,24
	PK ₂	3,85	0,93	3,03	0,68	0,60	0,31	1,20	1,36
	NPK ₂	3,75	1,09	3,06	0,81	0,61	0,32	1,22	1,34
I.IX	Контроль	3,58	0,91	2,74	0,60	0,50	0,35	1,30	1,51
	K	3,52	0,98	2,64	0,57	0,53	0,26	1,33	1,71
	PK ₂	3,31	0,98	3,01	0,64	0,51	0,32	1,09	1,53
	NPK ₂	3,30	0,97	3,08	0,70	0,51	0,31	1,07	1,38

Полное удобрение с двойной дозой калия способствовало некоторому увеличению азота в листьях и побегах и калия в листьях. Содержание фосфора изменялось в незначительных пределах.

Таким образом, на основании результатов исследований установлено, что проявление функционального заболевания деревьев в изучаемом насаждении связано с неблагоприятными условиями почвенного питания.

Отмеченное уменьшение подвижного калия и увеличение нитратного азота в почве в период проявления заболеваний подтверждает ранее

полученные нами данные [29] о том, что в этот период лета растения испытывали недостаток в калийном питании. Это было отмечено как в условиях вегетационного, так и полевого опыта.

Примененные удобрения в полевом опыте способствовали увеличению содержания подвижного калия в почве и устранению избытка азота в критический период проявления заболевания. Увеличение подвижного калия, по-видимому, создало более благоприятные условия для использования нитратного азота растениями, так как известно, что недостаточное калийное питание способствует азотному голоданию растений.

Удобрения также вызвали изменения в накоплении азота и калия в растениях, в частности уменьшение величины отношения азота к калию как в листьях, так и в побегах.

Увеличение содержания калия в листьях до 3,08% и уменьшение числа больных деревьев в варианте с применением удобрения NPK_2 , видимо, является благоприятным для произрастания деревьев сливы в данных условиях. Калийные удобрения создают более нормальное соотношение основных элементов питания в почве, что, вероятно, обуславливает устойчивость растений к функциональным заболеваниям.

Следовательно, на основании полученных результатов исследования в данном насаждении можно рекомендовать внесение преимущественно калийных удобрений.

ВЫВОДЫ

1. Результаты двухлетних исследований почвы сливового сада колхоза «Фруктовый Донбасс» позволили прийти к выводу, что проявление функционального заболевания деревьев сливы связано с неблагоприятными условиями почвенного питания.

2. В наиболее жаркий период лета в почве имеет место несоответствующее требованиям сливы соотношение основных элементов питания, заключающееся в уменьшении подвижного калия и в значительном увеличении содержания нитратного азота.

3. Калийные удобрения способствуют снижению содержания нитратного азота в почве, что, вероятно, связано с улучшением условий использования его растениями.

Калий оказывает влияние на более равномерное распределение нитратов по горизонтам почвы.

4. В растениях калийные удобрения способствовали некоторому уменьшению содержания азота и увеличению калия в листьях.

5. Таким образом, в почву сада колхоза «Фруктовый Донбасс» необходимо внесение преимущественно калийных удобрений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдонин Н. С. Четвертый Международный конгресс агрохимиков. «Международный с.-х. журнал», 1961, № 5.
2. Адерхин П. Г. и Тихова Е. П. Динамика подвижного калия в разных почвах по различным культурам. «Труды Воронежского гос. ун-та», вып. 4, 1939.
3. Александров В. Г. Динамика подвижного калия и усвоение растениями обменного калия в серозем. «Известия Куйбышевского с.-х. ин-та», т. 10, 1950.
4. Баславская С. С. К вопросу о действии калия на содержание азота и синтез белков в растениях. «Известия АН СССР» (серия биологическая), 1945, № 3.
5. Бобко Е. В. О расположении и передвижении удобрений в почве. В сб.: Минеральные удобрения, вып. 7, 1935.
6. Бойченко Е. Т. Изменение белкового и углеводного обмена яровой пшеницы под влиянием периодического азотно-калийного питания. «Вестник сельскохозяйственной науки», вып. 3, 1941.

7. Владимиров А. В. Физиологические основы применения азотных и калийных удобрений. М., Сельхозгиз, 1948.
8. Власюк П. И., Климовицкая З. М. Влияние форм калийных удобрений на образование углеводов и содержание различных форм фосфора в хлопчатнике в условиях орошения. «Доклады АН СССР», т. 87, № 1, 1952.
9. Гродзинский А. М. и Ситник К. М. Новые данные о влиянии света на поступление питательных веществ в растения. «Украинский ботанический журнал», т. XVI, № 4, 1959.
10. Давыдовский Г. О влиянии калийных удобрений на содержание нитратов в почве. «Сов. хлопководство», 1940, № 11—12.
11. Девидсон О. и Юдкин П. Симптомы недостаточности питательных веществ у плодовых и ягодных культур. В кн.: Признаки голодания растений, М., Изд-во иностр. лит., 1957.
12. Дорохов Л. М. Минеральное питание как фактор повышения продуктивности фотосинтеза и урожая сельскохозяйственных растений. «Труды Кишиневского с.-х. ин-та», т. XIII, 1957.
13. Журавлева М. В. Поглощение минеральных питательных веществ древесными растениями. Автореферат. М., 1953.
14. Иванов С. М. О причинах усыхания сливовых деревьев в молодых орошаемых садах. «Известия МФ АН СССР», № 2 (29), 1956.
15. Иванов С. М. Внутренние причины непаразитарного некроза молодой древесины у сливовых деревьев. «Известия МФ АН СССР», № 6 (39), 1957.
16. Иванов С. М., Каракаш Л. А., Костик Е. И. О характере недостаточности минерального питания, способствующего усыханию сливовых деревьев в насаждениях массива № 7 совхоза им. М. В. Фрунзе. «Известия МФ АН СССР», № 2 (68), 1960.
17. Иванов С. М. Влияние недостаточности основных элементов минерального питания на процессы обмена веществ у яблони. «Известия МФ АН СССР», № 3 (57), 1959.
18. Иванов С. М. Причины усыхания деревьев косточковых плодовых пород. Кишинев, изд-во «Штиинца», 1961.
19. Канивец И. И. Почвенные условия и рост яблони. Кишинев, изд-во «Карта Молдовеныяскэ», 1958.
20. Кирсанов А. Т. Взаимная зависимость действия калийных и азотных удобрений. Сб. работ ЛОБИУА и ВАСХНИЛ. Л., 1935.
21. Колбе. Минеральное питание плодовых и ягодных культур. М., Изд-во иностр. лит., 1960.
22. Кораблева Л. И. и Прохорова З. А. Эффективность удобрений на пойменных почвах. «Почвоведение», 1953, № 10.
23. Любарская Л. С. Влияние калия на азотный обмен при аммиачном и нитратном питании растений. «Химизация соц. земледелия», 1933, № 3.
24. Маслова А. Л. Калий как элемент почвенного плодородия. В сб.: Калийные удобрения. Л., 1938.
25. Петербургский А. В. Значение калийных удобрений в повышении урожая. М., 1953.
26. Прянишников Д. Н. Аммиак в жизни растений и в практике удобрений. «Химизация соц. земледелия», 1932, № 9—10.
27. Сабинин Д. А. и Колотова С. С. Характер поступления зольных веществ в растение. Сборник работ за 1926 г. Пермь, 1927.
28. Семенюк Г. М. Об усыхании сливовых деревьев в молодом промышленном саду колхоза «Фруктовый Донбасс» Дубоссарского района. «Известия МФ АН СССР», № 4 (82), 1961.
29. Семенюк Г. М. О недостаточности минерального питания как причине функционального заболевания деревьев сливы. В сб.: Вопросы физиологии и биохимии культурных растений, вып. 1, 1962.
30. Турчин Ф. В. Влияние калия на азотный обмен в растениях. В сб.: Азотные и сложные удобрения. Л., 1937.
31. Dotti F. La diagnostica foliare e la concimazione delle piante de frutto. «Rivista della ortoflorofrutticoltura Italiana», v. XLII, n. 11—12, 1958.
32. Hartt C. Some effect of potassium upon the amounts of protein and amino forms of nitrogen, sugars, and enzyme activity of sugar cane. «Plant Physiology», v. 9, Nr. 3, 1934.
33. Rippel A., Behr G. u. Mayer R. Zur Kenntnis der Wirkung des Kaliums auf höhere Pflanzen. «Zeitschrift für Pflanzenernahrung, Düngung und Bodenkunde», Bd. 32, Nr. 1—2, 1933.
34. Schmalz K. Das Kalium. Naturwissenschaft und Landwirtschaft), H. 19, 1936.
35. Wenema K. C. The influence of light and transpiration on the uptake of potassium by plants. «Potash a. tropical Agriculture», No. 1, 1958.

Г. М. СЕМЕНЮК

ИНФЛУЕНЦА НУТРИЦИЕЙ МИНЕРАЛЕ АСУПРА КОНЦИНУТУЛУЙ ДЕ АЗОТ, ФОСФОР ШИ КАЛИУ ЫН СОЛ ШИ ЫН ПОМИИ ДЕ ПЕРЖЬ

Резумат

Ын лукраря де фацэ с'а студият инфлуенца нутрицией минерале асупра скимбэрий концинутулуй элементелор де базэ але нутрицией НРК ын сол ши ын помий де пержь дин ливада колхозулуй «Фруктовый Донбасс», районул Дубэсарь ын легэтурэ ку болиле функционале.

Ын резултатул а дой ань де черчетэрь с'а констатат, кэ ын чел май калд тимп ал верий ын сол се обсервэ ун рапорт де элементе нутритиве некореспунзэтор черинцелор помилор де пержь, фапт, че се манифестэ ын микшораря калиулуй либер ши ындеосебь а азотулуй нитрат.

Ынтродучеря ын сол а ынгрэшэминтелор де калиу стимулязэ микшораря концинутулуй де азот нитрат, каре ши адуче, пробабил, ла фолосиря май интенсивэ а челуй дин урмэ де кэтре помь.

Ынгрэшэминтеле де калиу ын планте, ынтр'о оарекаре мэсурэ, контрибуе ла микшораря кантитэций де азот ши мэрия концинутулуй де калиу ын фрунзе.

Пентру а ексклуде сурплюсул де азот ын сол се рекомандэ ынтродучеря ынгрэшэминтелор де калиу.

Б. Л. ДОРОХОВ, М. Н. ПРОХОРОВ, Е. И. ИОВВА

К МЕТОДИКЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФОТОСИНТЕЗА ПОЛЕВЫМ МИКРОПРИБОРОМ

В 1960 году Л. Н. Бабушкин [1] опубликовал весьма простой метод измерения фотосинтеза и дыхания у растений полевым микроприбором. Этот прибор состоит из двух типов ассимиляционных камер: камер, у которых верхняя часть закрыта целлофаном и камер, у которых верхняя часть открыта. Иными словами, в первом случае верхняя половинка листа отделена от окружающей атмосферы целлофановой пленкой, во втором — верхняя половинка листа остается открытой и свободно сообщается с окружающей атмосферой. Второй тип камер предназначен для проведения определений фотосинтеза и дыхания у тех растений, большая часть устьиц у которых расположена на нижней стороне листа. Методическую разработку и испытание прибора Л. Н. Бабушкин проводил на томатных растениях, у которых основная масса устьиц расположена на нижней стороне листа. Следовательно, в этих определениях фотосинтеза применялись открытые камеры, то есть камеры второго типа.

Исследованиями В. Р. Заленского [4], П. А. Баранова [2], Д. Д. Брежнева [3] и других ученых было установлено, что у томатов соотношение количества устьиц на верхнем и нижнем эпидермисе листа непостоянно. Оно зависит как от яруса их расположения, так и от сортовых особенностей растения. Д. Д. Брежневу не удалось найти какой-либо закономерности в увеличении или уменьшении числа устьиц в зависимости от ярусности листьев, так как различные сорта вели себя по-разному. В связи с этим представляет интерес определить интенсивность ассимиляции CO_2 отдельно у верхних и нижних сторон листьев томатов более точным методом.

Описываемые в настоящей статье опыты проводились с растениями томатов сортов № 10 и Бизон, которые выращивались в вегетационных сосудах Вагнера методом почвенной культуры при одинаковых условиях минерального питания и водного режима. Интенсивность фотосинтеза определялась газометрическим методом в токе атмосферного воздуха установками типа Х. Н. Починка [5] у листьев, которые не отделялись от основного растения. Повторность определений была трехкратная, экспозиция каждого определения равнялась 40—50 минутам. С помощью камер «прищепок» удавалось собирать воздух отдельно у верхних и нижних половинок листа и пропускать его через самостоятельные поглотители углекислоты с последующим, также отдельным измерением его объема. При расчете количества углекислоты, поглощенной

каждой половинкой листа, объемы воздуха приводились к нормальным условиям (температура 0°C и давление 760 мм рт. ст.). Полученные результаты приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Интенсивность фотосинтеза разных сторон листьев томатных растений

Опыт	Сорт	Сторона листа	Средняя интенсивность фотосинтеза		
			в мг CO ₂ на 1 дм за 1 ч	для целого листа	для каждой стороны листа в % от интенсивности целого листа
1-й	Бизон	Верхняя	12,45	46,85	26,86
		Нижняя	33,90		73,14
	№ 10	Верхняя	11,59	25,84	44,85
		Нижняя	14,25		55,15
2-й	Бизон	Верхняя	13,20	40,05	32,96
		Нижняя	26,85		67,04
	№ 10	Верхняя	7,82	25,72	30,40
		Нижняя	17,90		69,60
	№ 10	Обе половинки вместе	—	26,70	—

Примечание. 1-й опыт проводился 7 июня с листьями 5-го яруса при освещенности 72000 люкс, 2-й — 14 июня с листьями 7-го яруса при освещенности верхней половинки листа прямыми лучами, равной 81100 люксам, и нижней половинки — отраженным светом освещенностью 51000 люкс.

Таблица 2

Интенсивность фотосинтеза разных сторон листьев различных ярусов у томатных растений сорта Бизон

Ярус листа	Сторона листа	Средняя интенсивность фотосинтеза		
		в мг CO ₂ на 1 дм ₂ за 1 ч		для каждой стороны листа в % от интенсивности целого листа
		для одной стороны листа	для целого листа	
11-й	Верхняя	17,47	40,07	43,60
	Нижняя	22,60		56,40
15-й	Верхняя	20,09	64,72	31,04
	Нижняя	44,63		68,96

Как видно из табл. 1, у растений сортов № 10 и Бизон значительная часть общей интенсивности фотосинтеза приходится на долю верхних половинок листьев, то есть тех, которые в полевом микроприборе свободно сообщаются с атмосферным воздухом и ассимиляция CO₂ которых не учитывается. Помимо этого, для сортов № 10 и Бизон соотношение интенсивности фотосинтеза верхних и нижних сторон листьев неодинаково, что особенно важно отметить, так как это указывает на отсутствие возможности вычисления и применения какого-то коэффициента, позволяющего на основании определения интенсивности фотосинтеза только одной нижней половинки листа судить об общей интенсивности ассимиляции CO₂ целым листом. Здесь же необходимо отметить, что в полевом микроприборе соотношение фотосинтеза верхних и нижних половинок листа должно быть больше сдвинуто в сторону увеличения доли фотосинтеза верхних половинок. Такое предположение можно сделать на том основании, что в этом приборе освещенность нижних половинок гораздо слабее, чем в естественных условиях, при которых, как было определено в наших опытах, на долю отраженного света приходилось 62,88% от интенсивности прямых падающих лучей. Причиной снижения освещенности нижней стороны листа в полевом микроприборе является и то, что отраженный свет на своем пути к нижней пластинке листа должен пройти через колбу, буферный раствор и отверстие в пробке. По всей вероятности, основным источником лучистой энергии, которая используется в процессе фотосинтеза в этом микроприборе, будут те солнечные лучи, которые падают на верхнюю сторону листа и поглощаются хлорофиллом клеток столбчатой паренхимы, и те, которые проходят через эти клетки и поглощаются хлорофиллом клеток губчатой паренхимы.

Интенсивность фотосинтеза разных сторон листьев различных ярусов у томатных растений сорта Бизон оказалась неодинаковой. Как видно из табл. 2, у листьев разных ярусов одного и того же растения соотношение между интенсивностью ассимиляции CO₂ верхними и нижними сторонами листа различно. К такому же заключению можно прийти на основании результатов опытов, которые приведены в табл. 1. На основании данных табл. 2 можно также отметить, что ассимиляция CO₂ только нижних половинок более молодых листьев, то есть листьев 15-го яруса, была вдвое больше, чем у старых, то есть листьев 11-го яруса. Ассимиляция CO₂ верхних половинок меньше отличается между собой.

ВЫВОДЫ

Данные проведенных опытов позволяют сделать предварительные выводы о том, что нижние половинки листьев томатов сортов № 10 и Бизон обладают большей интенсивностью ассимиляции CO₂, чем верхние. Однако на долю верхних половинок приходится весьма значительная часть общей фотосинтетической активности целого листа, которая может в отдельных случаях у этих сортов превышать 40%. Соотношение интенсивности фотосинтеза верхних и нижних сторон листьев у разных сортов различно, а в пределах одного сорта зависит от яруса расположения листа, то есть от его возраста и условий, в которых он сформировался.

С указанными фактами необходимо считаться при выборе метода определения фотосинтеза у томатов, а при использовании полевого микроприбора системы Л. Н. Бабушкина — заранее знать ошибки, которые он допускает.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабушкин Л. Н. Полевой микроприбор для измерения фотосинтеза и дыхания. «Труды Молдавского научн.-исслед. ин-та орошаемого земледелия и овощеводства», т. 2, 1960.
2. Баранов П. А. К методике количественно-анатомического изучения растения. 1. Распределение устьиц. «Бюллетень Среднеазиатского гос. ун-та», 1924, № 7.
3. Брежнев Д. Д. Томаты. М., 1955.
4. Заленский В. Р. Материалы к количественной анатомии различных листьев одних и тех же растений. «Известия Киевского политехнического ин-та», т. 4, кн. 1, 1904.
5. Починок Х. Н. Установка для газометрического определения фотосинтеза в естественных условиях. «Физиология растений», т. 5, вып. 2, 1958.

Б. Л. ДОРОХОВ, М. Н. ПРОХОРОВ, Е. И. НОВВА

ДЕСПРЕ МЕТОДИКА ДЕТЕРМИНЭРИИ ФОТОСИНТЕЗЕИ КУ МИКРОАПАРАТУЛ ДЕ КЫМП

Резумат

Пе база детерминэрий интенситэций фотосинтезэи пе партя де сус ши де жос а фрунзелор де пэтлэжеле де сортуриле № 10 ши Бизон ку метода газометрике ын курентул аерулуй атмосферик пе инсталаций де типул Х. М. Починок, се комуникэ резултателе, каре карактеризязэ диферите интенситэць де асимиларе а CO_2 пе диферите пэрць але фрунзелор де пэтлэжеле. Ачесте резултате скот ла ивялэ унеле партикуларитэць ын детерминаря фотосинтезэи ку микроапаратул де кымп ал луй Л. Н. Бабушкин.

Н. Н. БУДУРЯН

ВЛИЯНИЕ ПРЕПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН МЕДЬЮ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ У ДЫНЬ

Микроэлементы, используемые как средство предпосевной обработки, играют значительную роль в регулировании жизненных процессов растения. Об этом свидетельствуют такие физиологические показатели, как активация процесса фотосинтеза, повышение содержания хлорофилла в листьях, усиление окислительно-восстановительных процессов [9] и повышение содержания углеводов [15, 17]. А от протекания физиологических и биохимических процессов зависят темпы роста и развития растений, а также их урожайность [4, 6, 10, 14, 18, 19].

Такие микроэлементы, как медь, марганец и бор, примененные для предпосевной обработки семян, благоприятно действуют на развитие и урожайность различных культур: зерновых [8, 15, 16], технических, масличных [1, 5, 10] и овощных [7, 11].

В настоящей работе мы сообщаем результаты исследований некоторых биохимических показателей растений дынь, выращенных из семян, предпосевно обработанных сернокислой медью, а также о связи этих показателей с ростом, развитием и урожайностью*.

Объектом исследования были дыни вида *Melo zard* сортов Умырваки и Асма и местная молдавская дыня № 44646. В опыте использовались семена молдавской репродукции.

Обработка семян заключалась в замачивании их в растворе сернокислой меди в концентрации 0,25% в течение 24 часов. Контролем служили семена, набухавшие в дистиллированной воде такое же время.

При выборе дозировки мы использовали растворы сернокислой меди в следующих концентрациях: 0,012, 0,06, 0,12, 0,25, 0,37%. Было установлено, что обработка семян CuSO_4 в концентрации 0,25% оказывает токсическое действие на развитие проростков при проращивании семян в чашках Петри на влажной фильтровальной бумаге, что проявляется в уродливой форме корней (короткие и чрезмерно утолщенные). Семена, обработанные раствором той же концентрации, но высеванные в горшочки с почвой, развили нормальные корни. Результаты измерения корней на 35-й день после посева показали, что растения вариантов с обработкой медью в концентрации 0,25% были лучше развиты, чем растения, выращенные из семян, обработанных растворами других концентраций (как более высоких, так и более низких), а также лучше, чем растения контроля.

Следовательно, можно полагать, что при предпосевной обработке

* Работа проводилась под руководством профессора Д. А. Шутова.

семян дынь солью меди в концентрации 0,25% через кожуру в семя проходит соль в значительно меньшей концентрации, которая положительно сказывается на развитии зародыша. Токсическое же действие высокой дозировки соли при выращивании на фильтровальной бумаге объясняется, по-видимому, действием на зародыш соли, накопленной в кожуре. В почвенных условиях это не наблюдается благодаря абсорбции.

В полевом опыте мы использовали те же дозировки CuSO_4 , что и в лабораторном. Здесь также наиболее эффективной оказалась обработка семян сернокислой медью в концентрации 0,25%, поэтому на ней мы и остановимся.

Исследования биохимических процессов в растениях дынь проводились в фазу семядолей, бутонизации и цветения в основном в растениях дынь сорта Умыр-ваки. Среднюю пробу семядолей получали из 35 растений, листьев — из 15. Методы исследования были следующими. Активность инвертазы и амилаз определялась по учету восстанавливающих сахаров, образующихся при расщеплении субстрата (сахарозы или крахмала) в болтушке; протеаз — по учету свободных аминок групп по Попе и Стивенсу, образующихся при действии фермента на пептон в болтушке. Содержание сахаров определялось микрометодом по Бьерри, общего и растворимого азота — микрометодом по Кьельдалю. Аскорбиновая кислота определялась по Тильмансу, а общая восстанавливающая способность — титрованием 0,001 н. раствором йода калия.

Проведенные исследования позволили установить ряд особенностей биохимических процессов в листьях дынь, выращенных из семян, предпосевно обработанных сернокислой медью.

Так, обработка семян раствором сернокислой меди повысила активность инвертазы в семядолях и амилаз в листьях в фазу цветения. В листьях растений варианта с обработкой медью в фазу цветения было обнаружено больше сахарозы, чем в листьях контрольных растений, тогда как в предыдущую фазу соотношение было обратным. В листьях растений с последствием меди в фазу бутонизации активность инвертазы оказалась ниже и содержание сахарозы меньше, чем у контрольных, а в фазу цветения, как видно из табл. 1, в них было обнаружено больше сахарозы, чем в листьях контрольных растений. Последствие меди сказалось на повышении активности амилаз и снижении содержания крахмала в листьях в фазу цветения.

Экспериментальный материал, полученный при изучении обмена азотсодержащих веществ (табл. 2), показал, что в листьях опытных растений активность протеолитических ферментов по сравнению с контролем выше. Следует отметить также, что активность протеаз в листьях значительно падает от фазы бутонизации к фазе цветения и особенно резко — в листьях растений из предпосевно обработанных семян.

Во все фазы роста в листьях растений из обработанных семян по сравнению с контрольными обнаруживается несколько больше азотсодержащих веществ.

Предпосевная обработка семян дынь сернокислой медью способствует повышению содержания хлорофилла в листьях. Это же наблюдается у зерновых культур [9] и огурцов [11]. Показатели содержания аскорбиновой кислоты в листьях и общей восстанавливающей способности их тканей у контрольных растений и растений из предпосевно обработанных семян равнозначны или даже ниже у последних.

Из сказанного выше можно сделать вывод, что предпосевная обра-

ботка семян сернокислой медью влияет на некоторые биохимические показатели растений, выращенных из этих семян. Такие изменения в обмене веществ в определенные фазы онтогенеза, как активация деятельности ферментов, повышение содержания хлорофилла и азотсодержащих веществ, вызывают изменения темпов роста и развития растений.

Таблица 1
Активность инвертазы и амилаз и содержание углеводов в листьях дынь сорта Умыр-ваки

Фаза роста	Вариант	Инвертаза, за 24 ч	Амилазы за 48 ч	Растворимые сахара			Крахмал
				редуцирующие	сахароза	сумма	
		мг глюкозы в 1,2 навески	% на абсолютно сухой вес				
Семядолевая	Контроль	257	9,86	0,18	0,25	0,43	0,47
	CuSO_4	301	—	0,21	0,16	0,37	0,64
Бутонизации	Контроль	210	45,40	0,18	0,77	0,95	1,25
	CuSO_4	202	—	0,21	0,61	0,82	1,42
Цветения	Контроль	341	61,24	0,14	0,43	0,57	0,30
	CuSO_4	342	73,06	0,14	0,62	0,76	0,04

Таблица 2
Активность протеолитических ферментов и содержание различных форм азота в листьях дынь сорта Умыр-ваки

Фаза роста	Вариант	Активность протеолитических ферментов, мг аминок азота за 24 ч на 1 г	Азот, % на абсолютно сухой вес			
			общий	белковый	растворимый	аминный
Семядолевая	Контроль	—	5,00	4,49	0,51	0,98
	CuSO_4	—	5,09	4,52	0,56	1,02
Бутонизации	Контроль	1,999	4,45	3,94	0,51	0,43
	CuSO_4	5,897	4,56	4,05	0,51	0,51
Цветения	Контроль	0,844	4,50	3,64	0,85	0,37
	CuSO_4	1,610	4,69	3,70	1,00	0,43

Так, результаты фенологических наблюдений показали, что предпосевная обработка семян среднеазиатских сортов дынь медью несколько задерживает появление всходов, а местной дыни № 44646, наоборот, ускоряет.

В дальнейшем растения среднеазиатских сортов дынь с последствием обработки сернокислой медью росли и развивались в более ускоренном темпе, чем контрольные растения: листья развивались быстрее и по размеру превосходили листья контрольных растений.

У растений опытного варианта надземная масса превышает такую у контрольных растений как по длине основного стебля, так и по числу и длине плетей первого и второго порядков ветвления (табл. 3).

Таблица 3
Влияние предпосевной обработки семян на развитие надземной массы дыни сорта Умыр-ваки (опыт 1956 года)

Вариант	Длина основного стебля см	Число междоузлий	Число плетей		Общая длина плетей, см	
			Порядок ветвления			
			I	II	I	II
Контроль	83	23	7,2	40	560	696
CuSO ₄	111,5	27,5	11,5	52,5	635,5	990,5

Изучение корневой системы показало, что растения, выращенные из семян, предпосевно обработанных медью, выделяют больше пасоки, чем контрольные (оценка мощности корневых систем проводилась методом учета количества выделенной пасоки). Это свидетельствует о лучшем развитии поглощающей части корневой системы у растений опытного варианта. Кроме того, пасока, выделенная растениями с последствием меди, содержит больше сухого вещества и обладает более высокой электропроводностью, чем пасока контрольных растений [2].

Из данных табл. 4 видно, что процесс развития растений и в частности плетевосстановления зависит от внешних воздействий на семена или растения. Прищипка значительно ускоряет плетевосстановление, чем внекорневая обработка суперфосфатом и борной кислотой. Но более высокий эффект достигается от сочетания предпосевной обработки семян сернокислой медью, прищипки и внекорневой обработки.

Таблица 4
Влияние различных воздействий на развитие плетей у дыни

Вариант предпосевного воздействия на семена	Прищипка над 6-м листом	Вариант внекорневой обработки	% растений, развивших плети I порядка					Среднее число плетей II порядка ветвления на 1 растение
			Число плетей I порядка					
			3	4	5	6	7	
—	Прищипка	—	12	17	50	21	—	1,6
—	—	Суперфосфат	31	42	27	—	—	1,1
—	—	Борная кислота	21	50	15	4	—	0,9
—	—	Вода	37	33	29	—	—	0,6
CuSO ₄	Прищипка	Суперфосфат	7	15	55	22	—	2,3
CuSO ₄	Прищипка	Борная кислота	4	28	32	24	12	2,0
CuSO ₄	Прищипка	Вода	7	34	38	17	3	1,8

В дальнейшем развитии растения из семян, получивших предпосевно медь, более ускоренно переходят к репродукции, чем контрольные. Об этом свидетельствуют ранняя бутонизация и начало цветения. Так, наши наблюдения на протяжении ряда лет показали, что дыни среднеазиатских сортов с последствием меди цветут раньше контрольных на 3—9 дней и образуют больше женских цветков, которые завязывают больше плодов (исключение в 1956 году составил сорт Асма). Об этом свидетельствуют данные табл. 5, из которых видно, что предпосевная обработка семян солью меди у сорта Умыр-ваки и местной дыни № 44646 способствует повышению продуктивности цветения (возможно, медь задерживает опадение завязей).

Таблица 5

Влияние предпосевной обработки семян медью на цветение и плодообразование у дыни (в пересчете на 1 растение)

Вариант	С о р т					
	Умыр-ваки		Асма		Местная № 44646	
	Цветков	Плодов	Цветков	Плодов	Цветков	Плодов
Контроль	4,48	1,6	4,18	1,2	11,3	3,4
CuSO ₄	4,89	2,6	5,33	1,2	15,7	7,0

Для ускорения созревания среднеазиатских зимних дынь в Молдавии большое значение имеет местоположение женских цветков на плети. У среднеазиатских зимних дынь женские цветки обычно образуются на плетях II порядка. Смещение их на плети I порядка (которые раньше образуются) может обеспечить более раннее созревание плодов. Наши наблюдения показали, что у дыни сорта Умыр-ваки контрольного варианта плоды в основном расположены на плетях II и III порядков ветвления, а у растений варианта с предпосевной обработкой медью встречаются плоды, образовавшиеся на плетях I порядка ветвления. У сорта Асма таких смещений в расположении женских цветков не наблюдалось.

Данные (хотя и единичные), полученные на дынях сорта Умыр-ваки, показывают, что предпосевной обработкой, а возможно, и другими способами, можно сместить месторасположение женских цветков на плети I порядка ветвления и, следовательно, добиться сокращения периода вегетации дынь вида *Melo zard* в Молдавии.

Последствие меди сказалось в ускорении созревания плодов дынь сорта Умыр-ваки и местной дыни № 44646. Так, если у дыни Умыр-ваки в контрольном варианте на 24 августа было 43% зрелых плодов, то у дынь из обработанных семян их было 75%, причем в отличие от контрольных плоды опытного варианта были крупнее и по весу превышали контрольные на 24%. Плоды дынь с последствием меди содержали несколько больше растворимых сахаров, чем плоды контрольных растений (табл. 6).

Таблица 6

Влияние предпосевной обработки семян на содержание сахаров в плодах дынь сбора 1954 года (в % на сырой вес)

Сорт	Вариант	После сбора			После хранения в течение 1,5 месяца		
		Редуцирующие сахара	Сахароза	Сумма растворимых сахаров	Редуцирующие сахара	Сахароза	Сумма растворимых сахаров
Умыр-ваки	Контроль	1,79	7,45	9,24	2,37	4,55	6,92
	CuSO ₄	2,21	7,61	9,82	1,58	6,42	8,00
Асма	Контроль	2,21	4,00	6,21	—	—	—
	CuSO ₄	2,37	4,86	7,23	—	—	—
Местная № 44646	Контроль	1,84	5,06	6,90	—	—	—
	CuSO ₄	1,52	5,59	7,11	—	—	—

Как видно из таблицы, плоды дыни сорта Умыр-ваки, полученные из семян, обработанных медью (так же, как и метиленовой синью [3]), в процессе хранения расходуют на дыхание меньше сахаров, чем плоды контрольных растений. Следовательно, после хранения они обладают лучшими вкусовыми качествами, чем плоды контрольных растений. Это подтвердилось дегустацией.

Следует также отметить, что медь повышает устойчивость растений дынь к положительным температурам близким к 0°, фузариозному увяданию и к поражению плодов антракнозом. Так, в мае 1955 года (когда минимальная температура на поверхности почвы достигала 1,8° при высокой влажности почвы) у растений дыни началось отмирание листьев. По-видимому, причиной явилось поражение растений, ослабленных действием низких весенних температур, патогенными микроорганизмами почвы [12, 13].

Как видно из табл. 7 и 8, предпосевная обработка семян медью повышает в некоторой степени сопротивляемость дынь к заболеваниям.

В 1956 году после дождей в III декаду июля и II декаду августа растения стали гибнуть от фузариозного увядания. И в данном случае растения дыни сорта Умыр-ваки с последствием предпосевной обработки семян медью гибли меньше (на 43%), чем растения, выращенные из необработанных семян.

Однако надо сказать, что фузариозное увядание не прошло бесследно и для растений, которые только частично были поражены им. Такие растения стали легко поражаться антракнозом. При этом плоды растений варианта с обработкой медью поражались меньше, чем плоды контрольных растений (табл. 8).

Наиболее устойчивыми были плоды местной дыни № 44646. Внешне заболевание проявлялось в образовании очагов бурого цвета на стеблях, прикорневой шейке и особенно на плодах. Очаги быстро прогрессировали и постепенно приводили растение к гибели, а плоды к загниванию. По-видимому, фузариозное увядание нарушило нормальный ход физиологических процессов в растениях и они стали легко поражаться другими болезнями.

Таблица 7

Влияние предпосевной обработки семян на устойчивость растений дынь к положительным температурам близким к 0°

Сорт	Вариант	% растений	
		сохранившихся	больных из сохранившихся
Умыр-ваки	Контроль	75	32
	CuSO ₄	78	24
Асма	Контроль	88	24
	CuSO ₄	91	10
Местная № 44646	Контроль	78	8
	CuSO ₄	90	0

Таблица 8

Влияние предпосевной обработки семян на устойчивость плодов дынь к поражению антракнозом

Вариант	% пораженных плодов		
	Умыр-ваки	Асма	Местная № 44646
Контроль	83	70	27
CuSO ₄	33	50	15

Вышеприведенные данные позволяют сделать следующие выводы:

1. Предпосевная обработка семян дынь сернокислой медью в концентрации 0,25% сказывается на протекании физиолого-биохимических процессов в листьях дынь на разных этапах онтогенеза. Повышенная деятельность ферментов (протеаз, амилаз и инвертазы) в листьях дынь, выращенных из семян, обработанных медью, является, по-видимому, показателем скороспелости растений.

2. Предпосевная обработка семян дынь сернокислой медью ускоряет появление листьев, плетей, начало цветения и плодообразования.

3. У дынь сорта Умыр-ваки и местной № 44646 обработка семян медью способствует повышению продуктивности цветения и ускорению созревания.

4. Предпосевная обработка семян дынь медью повышает устойчивость дынь к положительным весенним температурам близким к 0° и снижает поражаемость растений фузариозом, а плодов антракнозом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абаева С. С. К вопросу о роли марганца и бора в биологии развития хлопчатника. Рефераты докладов на конференции по микроэлементам. М., Изд-во АН СССР, 1950.
2. Будурян Н. Н. Влияние предпосевной обработки семян дынь на процесс выделения пасоки. «Известия Молдавского филиала АН СССР», № 5 (50), 1958.
3. Будурян Н. Н. Реакция среднеазиатских зимних дынь *Melo zard* на предпосевную обработку семян метиленовой синью. «Известия Молдавского филиала АН СССР», № 2 (68), 1960.

4. Бузовер Ф. Я. Влияние бора на накопление углеводов и ферментативную деятельность у картофеля. «Доклады АН СССР», т. XXVIII, № 6, 1951.
5. Дроздов Н. А. и Щербаков Ю. Н. Обработка семян льна медным купоросом. «Земледелие», 1955, № 4.
6. Заблуда Г. В. Влияние меди на образование и разрушение хлорофилла в растении. «Труды Ин-та физиологии растений им. К. А. Тимирязева», т. VII, вып. 1, 1950.
7. Каргополова Н. И. Влияние микроэлементов на урожай томатов. «Сад и огород», 1953, № 6.
8. Кокин А. Я., Рачкова Д. А. и Гульпина К. И. Влияние микроэлементов на повышение урожая зерновых культур. В кн.: Труды конференции по микроэлементам. М., 1952.
9. Кокин А. Я. Влияние микроэлементов на физиологические процессы зерновых культур. «Физиология растений», т. 4, вып. 4, 1957.
10. Ламбин А. З. Влияние допосевной обработки семян растворами микроэлементов на урожай сельскохозяйственных растений. В кн.: Труды конференции по микроэлементам, М., 1952.
11. Миронова М. П. Влияние некоторых микроэлементов на развитие и урожай огурцов. «Ученые записки Карело-Финского ун-та», т. V, вып. 3 (биологические науки), 1953.
12. Незговоров Л. А. и Соловьев А. К. Холодостойкость растений и патогенность почвы. «Физиология растений», т. 5, вып. 5, 1958.
13. Незговоров Л. А., Ибрагимов Ш. И., Соловьев А. К. Уменьшение предвсходовой гибели семян теплолюбивых растений при низких температурах. «Физиология растений», т. 8, вып. 3, 1961.
14. Окунцов М. М. и Левцова О. П. Влияние меди на водный режим и засухоустойчивость растений. «Доклады АН СССР», т. 132, № 4, 1952.
15. Школьник М. Я. Изменение химической природы растений под влиянием минерального питания и предпосевной обработки семян. «Советская ботаника», 1941, № 1—2.
16. Школьник М. Я., Макарова Н. А. Планкевич Ю. Е. О предпосевном закаливании растений к засухе в растворе борной кислоты. «Доклады АН СССР», т. XXXIV, № 4, 1952.
17. Школьник М. Я., Макарова Н. А. и Стеклова М. М. Влияние микроэлементов на углеводный обмен растений. «Ботанический журнал СССР», т. XXXII, № 6, 1947.
18. Школьник М. Я. Микроэлементы в жизни растений и в земледелии. М., Изд-во АН СССР, 1950.
19. Яковлева В. В. О роли бора в углеводном обмене растений. Рефераты докладов на конференции по микроэлементам, 1950.

Н. Н. БУДУРЯН

ИНФЛУЕНЦА ТРАТЭРИЙ ЫНАИНТЕ ДЕ СЕМЭНАТ А СЕМИНЦЕЛОР КУ СУЛФАТ ДЕ КУПРУ АСУПРА ПРОЧЕСЕЛОР ФИЗИОЛОЖИЧЕ ЛА ЗЭМОШЬ

Резумат

Ын лукраря де фацэ се експун резултателе студийерий инфлуенцей сулфатулуй де купру асупра прочеселор биокимиче, физиоложней крештерий ши дезволтэрий плантелор, родирий ши резистенцей ла фриг ши боль а зэмошилор ериатичь дин Асия Мижлочне, каре се аклиматизязэ ын Молдова.

Черчетэриле ау арэгат, кэ ын фрунзеле плантелор крескуте дин семинце тратате ынаинте де семэнат ку сулфат де купру, активитата протеолитикэ, концинутул де субстанце азотиче ши де хлорофилэ се мэреск. Ачаста дуче ла о крештере ши дезволтаре май интенсэ а плантелор, чея че констэ ын акчелераря ынфлоририй ши крештеря нумэрулуй флорилор фемеешть, ын акчелераря ритмулуй крештерий ши коачерий зэмошилор. Суб инфлуенца тратэрий семинцелор ку сулфат де купру се мэреште резистенца плантелор ла фриг ши ла боль, кум е фузариоза ла планте ши антрокноза ла фрукте.

СОДЕРЖАНИЕ

П. А. Цуркан. Азотистые вещества семян кукурузы и вегетативной массы кукурузы и сорго	3
П. А. Цуркан. Сравнительное изучение солерастворимых белков кукурузы и сорго электрофорезом на бумаге	12
С. В. Балтага. К вопросу получения пектина из кормового арбуза в условиях гидролиза сернистой кислотой	22
Н. И. Дьяченко, Р. А. Батыр, Е. И. Иовва. Характеристика некоторых водных растений Молдавии по содержанию витаминов	32
С. М. Иванов и Г. В. Шишкану. Нарушения функций листьев у яблони при расстройстве деятельности корневой системы	38
С. М. Иванов. Влияние температуры почвы на процессы обмена и содержание подвижного и связанного железа у яблони	48
Г. М. Семенюк. Влияние минерального питания на изменение содержания азота, фосфора и калия в почве и растении сливы	58
Б. Л. Дорохов, М. Н. Прохоров, Е. И. Иовва. К методике определения фотосинтеза полевым микроприбором	69
Н. Н. Будурян. Влияние предпосевной обработки семян медью на физиологические процессы у дынь	73

ИЗВЕСТИЯ
АКАДЕМИИ НАУК МОЛДАВСКОЙ ССР
№ 6, 1962

Редактор Ф. М. Юсим
Художественный редактор В. Л. Пленцовский
Технический редактор С. А. Полонский
Корректор И. В. Хлопцев

Сдано в набор 25.V 1962 г. Подписано к печати 2.VII 1962 г.
Формат бумаги 70×108¹/₁₆. Печ. л. 6,85. Уч. изд. л. 6,25.
ЛБ01714. Тираж 500 экз. Заказ № 426. Цена 45 к.

Издательство «Штинница» Академии наук Молдавской ССР
Кишинев, проспект Ленина, 1

Типография издательства «Штинница». Кишинев, Куйбышевский пер., 17