

МОЛДАВСКИЙ ФИЛИАЛ АКАДЕМИИ НАУК СССР

ИЗВЕСТИЯ
Молдавского филиала
АКАДЕМИИ НАУК СССР

№ 5 (59)

«КАРТЯ МОЛДОВЕНЯСКЭ»

1959

МОЛДАВСКИЙ ФИЛИАЛ АКАДЕМИИ НАУК СССР

ИЗВЕСТИЯ

Молдавского филиала
АКАДЕМИИ НАУК СССР

№ 5 (59)

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
«КАРТА МОЛДОВЕНЯСКЭ»
КИШИНЕВ * 1959

Х. Б. ШИФРИНА и Т. П. ДВОРНИКОВА

СОСТАВ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ

Ответственный редактор — действительный член Академии сельскохозяйственных наук имени В. И. Ленина, доктор геолого-минералогических наук **Н. А. Димо**

Зам. ответ. редактора — доктор биологических наук **А. И. Ирихимович**.

Зам. ответ. редактора — доктор биологических наук **В. А. Рыбин**,
 доктор сельскохозяйственных наук **И. Г. Дикусар**,
 доктор геолого-минералогических наук **П. К. Иванчук**

Члены редакционной коллегии:

доктор технических наук **К. В. Понько**
 доктор химических наук **А. В. Аблов**
 кандидат биологических наук **В. В. Арасимович**
 кандидат биологических наук **С. М. Иванов**
 кандидат биологических наук **Б. Г. Холоденко**
 кандидат сельскохозяйственных наук **Л. С. Мацюк**
 кандидат технических наук **Р. Д. Федотова**.

п 28848

ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ
 БИБЛИОТЕКА
 А. И. ДИМО

ФОРМЫ САХАРОВ И ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ В ПЛОДАХ РАЗНОВИДНОСТЕЙ ТОМАТА (*LYCOPERSICON ESCULENTUM* MILL)

В обосновании систематики растений по биохимическим признакам основное место должны занимать различия белков, изменчивость белкового обмена. Вместе с тем изучение изменчивости любого другого химического признака у растений различных систематических групп — будь это углеводы, жиры или вторичные продукты обмена — приближает нас к познанию эволюционного хода развития растений. Например, сравнительным изучением форм сахаров, органических кислот и дубильных веществ в культурной сливе (*Prunus domestica*), в терне (*Pr. spinosa*) и в алыче (*Pr. cerasiferae*) Е. Д. Левиной (10) удалось экспериментально подтвердить предположение цитогенетиков о том, что культурная слива появилась в процессе естественной гибридизации терна и алычи. Е. Д. Левина нашла, что культурная слива обладала химическими признаками терна и алычи.

В литературе приводится немало данных о различиях по содержанию форм сахаров и более высокомолекулярных полисахаридов у растений различных систематических групп. Так, исследованиями В. В. Арасимович (1) выяснено, что крахмал содержится только в одном роде *Cucurbita* (тыква) сем. *Cucurbitaceae*, что характерным химическим признаком другого рода этого же семейства *Luffa* является высокое содержание целлюлозы. По данным Е. В. Сапожниковой (13), отдельные группы косточковых различаются по составу сахаров. Соотношение инвертного сахара и сахарозы у слив С. О. Гребинский (7) расценивает как важнейший сортовой признак. Нашими исследованиями (14) установлено, что виды *All. schoenoprasum* — шнит лук и *All. fistulosum* — батун различаются по содержанию моно- и олигосахаридов. Отношение олигосахаридов к монозам в луковиче шнита равно 6,6, а у батун только 1,3. Такое различие в составе сахаров отмечено не только у разных видов рода *Allium*, но и в пределах вида *All. sera* (2, 9, 12, 15) — острые и салатные сорта репчатого лука (*All. sera*) различаются по содержанию моноз и олигосахаридов. Для острых сортов характерно содержание олигосахаридов от 70 до 98% от суммы сахаров, для салатных — не выше 70%. Этот признак устойчив для указанных сортов в разных условиях выращивания, в которых они вызревают. Возможно, что различия систематических групп по степени сложности состава растворимых сахаров являются следствием того, что эти группы в разной степени окультурены. По данным В. В. Арасимович (1), высокое содержание более сложных углеводов — полисахаридов характерно для диких и полукультурных форм бах-

чевых, содержание растворимых сахаров у них низкое. У культурных видов полиоз немного, а сахаристость высокая. Такую же закономерность в содержании белковых соединений у бобовых отмечает А. В. Благовещенский (5).

Обобщая большое количество своих и литературных данных, А. В. Благовещенский (4) пришел к выводу, что закономерности, отмеченные при исследовании индивидуального развития растения, а именно: снижение качества ферментов, неразрывно связанное с ним снижение энергетического уровня при старении и, как следствие этого, усиление процессов циклизации и полимеризации обнаруживаются и при изучении филогенеза. А. В. Благовещенский пишет, что «в ходе эволюционного развития отдельных филогенетических рядов в сторону снижения энергетического уровня могут наступать моменты, когда организм под влиянием изменения внешних условий поднимается на более высокую энергетическую ступень». Введение в культуру диких форм растений несомненно связано с резким изменением внешних условий, под влиянием которых постепенно может измениться энергетический уровень растений, их обмен веществ и как следствие этого может измениться степень полимерности их соединений и увеличиться количество низкомолекулярных соединений.

В свете изложенных выше уже известных в литературе положений о степени полимерности и величине молекулярного веса соединений в диких и культурных формах растений, в настоящей статье мы сообщаем данные анализа растворимых сахаров томатов (плоды), относимых к различным систематическим группам вида *L. esculentum*.

Мы исследовали плоды 13 форм томата, из них: распространенные в сельскохозяйственном производстве Советского Союза сорта Маяк и Сталинградец, полученные нами из Молдавского института орошаемого земледелия и овощеводства; 9 сортов красноплодных и желтоплодных томатов (Спартак, Томский, Японский, Молдавский, Антоновский, Ананасный, Кялограммовые, Князь Болезе, Победа), а также вишневидный томат (*var. cerasiforme*) — полукультурная разновидность *L. esculentum* Mill. и смородиновый томат *L. pimpinellifolium* Dup. — дикая форма, которую П. М. Жуковский (8) относит к отдельному виду рода *Lycopersicon*, а Д. Д. Брежнев (6) считает разновидностью дикого томата подвида *ssp. pimpinellifolium* Brezh вида *L. esculentum* Mill. Эти формы мы получили из Ботанического сада МФАН. Таким образом, у нас были формы, представляющие (по Д. Д. Брежневу) 3 подвида, на которые делится вид *L. esculentum* Mill.: культурный (*ssp. cultum* Brezh), полукультурный (*ssp. subsppontaneum* Brezh) и дикий (*ssp. pimpinellifolium* Brezh).

Основными формами сахаров в плодах томатов являются моносахариды: фруктоза и глюкоза. Сахарозы содержится мало и, пользуясь обычными химическими методами, её не всегда находили. С появлением хроматографических методов анализа стало возможным обнаруживать вещества, содержащиеся и в очень малых количествах. Пользуясь этим методом, Л. W. Aigap и I. Vagnabas (16) нашли в зеленых и зрелых плодах распространенной в Индии мелкоплодной дикорастущей разновидности томата *L. esculentum* глюкозу, фруктозу и сахарозу, а в зрелых плодах обнаружена и рафиноза. Такие же формы сахаров авторы нашли в плодах культурной формы томата, возделываемой в Индии.

Мы также применили метод бумажной хроматографии¹ и для анализа пользовались спиртовыми вытяжками (трехкратная экстракция 82-про-

¹ Растворитель: бутанол, уксусная кислота, вода (4 : 1 : 5); проявитель 1-процентный спиртовый раствор азидинфосфата, в котором растворено 4 мл 90-процентной ортофосфорной кислоты.

центным этиловым спиртом) из определенной навески плодов (средняя проба из 20—25 штук). Плоды сортов томата Маяк и Сталинградец исследовали несколько раз в течение вегетационного периода 1957 года (разные сборы); плоды остальных форм томата были собраны 15—17/IX—1957 и 1958 гг.

Хроматографическим методом нам удалось обнаружить разнокачественный состав сахаров в органах растения томата, что, по-видимому, связано с различной функцией этих органов. Так, на рис. 1, где показаны формы сахаров в растении культурного томата, видно, что основным сахаром листьев и стеблей томатного растения является сахароза. В зеленых плодах и особенно в зрелых содержание ее значительно меньше. Количественными методами (химическими) по Ф. И. Лисицину (11) мы установили, что 40—50 процентов всех сахаров вегетативной массы томата сортов Маяк и Сталинградец составляет сахароза, в зрелых плодах на ее долю падает лишь от 3 до 10 процентов суммы сахаров. Такой состав сахаров в плодах томата отмечался в течение всего вегетационного периода (разные сборы).

Содержание растворимых сахаров в плодах культурной формы колеблется от 35 до 55% (на сухой вес) в зависимости от сорта (10 сортов), от времени сбора и от года. Плоды полукультурной формы содержали 30% сахара, а в плодах дикого томата сахара составляли всего 22% суммы сухих веществ (1957 и 1958 гг.). Хроматографический анализ плодов этих форм томатов показал (рис. 1, 2 и 3), что плоды культурных форм содержат глюкозу, фруктозу и сахарозу; плоды вишневидного и смородинового томата содержат, кроме вышеназванных форм сахаров, также рафинозу.

Увеличивая концентрацию вещества, наносимого на хроматограмму, в 2—5—10 раз, мы обнаружили рафинозу также в зеленых и зрелых плодах культурных форм (рис. 1, 2, 3, и 4).

Сравнивая интенсивность окраски пятен или концентрацию сахаров, так как интенсивность пятен пропорциональна концентрации (рис. 5), отметим, что интенсивность окраски сахарозы и рафинозы нарастает от культурной к полукультурной и дикой форме, а интенсивность окраски моносахаров у культурных форм больше, чем у полукультурных и диких томатов.

Таким образом, чем более окультурена форма томата, тем больше растворимых сахаров в его плодах, тем больше простых низкомолекулярных форм в составе сахаров и тем меньше в нем олигосахаридов с высоким молекулярным весом.

Известно, что одичание томата происходит легко. Предположение П. М. Жуковского (8) о том, что вишневидный томат (*cerasiforme*), найденный в диком состоянии, представлял одичавшие формы культурной красноплодной группы, приводит нас к мысли, что и процесс образования форм сахаров различной степени сложности, возможно, является обратимым, в зависимости от условий, в которых растет и развивается растение. В связи с этим интересно привести некоторые наши данные по накоплению форм полисахаридов в листьях томата, выращенного в различных условиях водоснабжения (табл.). Данные этой таблицы показывают, что если растение получает воду в соответствии с его физиологическим состоянием (полив по физиологическим показателям), то накопление полисахаридов в листьях в большей степени происходит в форме крахмала. Если же нуждаемость растения в воде определяли косвенно (по влажности почвы), а не по действительной потребности растения в воде, то орошение способствовало накоплению полисахаридов в листьях в основном в форме других полисахаридов — целлюлозы и гемицеллюлозы. Следовательно, в зависимости от того, насколько благоприятны были условия произрастания растения, в частности условия водоснабжения, по-

Таблица

Формы полисахаридов в листьях томата сортов Маяк и Сталинградец в зависимости от водоснабжения (в процентах на сухой вес)

Условия водоснабжения	Дата анализа (1957)	Маяк			Сталинградец		
		крахмал	клетчатка + гемицеллюлозы	доля крахмала в сумме полисахаридов	крахмал	клетчатка + гемицеллюлозы	доля крахмала в сумме полисахаридов
Без орошения	12/VI	3,88	3,66	51	7,87	4,60	63
	7/VII	3,76	3,26	54	6,46	2,96	68
	5/VIII	1,78	2,00	47	3,67	5,43	40
Орошение по влажности почвы (20—22%)	12/VI	—	—	—	2,80	6,42	30
	7/VII	1,20	3,94	24	2,51	3,54	41
	5/VIII	1,38	5,10	21	1,66	7,00	19
Орошение по физиологическим показателям нуждаемости растения в воде (по концентрации клеточного сока)	12/VI	5,00	3,07	62	7,07	4,21	63
	7/VII	3,20	4,67	40	7,84	5,17	60
	5/VIII	3,00	5,45	36	1,50	5,92	20

лисахариды синтезировались различной степени полимеризации и величины молекулярного веса.

Возвращаясь к вопросу о формах сахаров в плодах разновидностей томатов, следует упомянуть еще об одной хроматограмме (рис. 6), где показаны сахара гибрида культурного томата (сорт Японский) и дикого томата (смородиновый). На хроматограмме видно, что в плодах гибрида (концентрация 0,1 г) несколько увеличилось содержание рафинозы по сравнению с исходной формой культурного томата, то есть в гибриде проявился характерный для дикого томата химический признак. Вместе с тем по общему содержанию сахаров плоды гибрида ближе к плодам культурной формы. Так, Японский содержал 35%, смородиновый 22%, гибрид 31% сахаров.

Основное количество органических кислот в плодах томатов представлено, по-видимому, в виде лимонной и яблочной, так как литературные данные о присутствии этих форм кислот в плодах томата вполне согласуются. Данные в отношении других кислот разноречивы. Так, в спиртовой вытяжке из плодов томата (экстракция 75-процентным спиртом) L. W. Aigan и L. Bagnabas (16) кроме лимонной и яблочной кислот нашли еще щавелевую и винную кислоты, причем винной кислоты было значительно больше в дикорастущей разновидности *L. esculentum*, чем в обычных культивируемых сортах (Индия). По другим данным (17), плоды томата содержат, кроме лимонной и яблочной кислот, небольшие количества муравьиной, уксусной, трансаконитовой и, возможно, цис-аконитовой кислот. Есть данные о присутствии в плодах томатов янтарной и яблочной кислот (3).

Наши данные хроматографического анализа¹ органических кислот в плодах томата (экстракция 82-процентным этиловым спиртом) показали (рис. 7), что в состав свободных органических кислот плодов разновидностей томата входят щавелевая, лимонная, яблочная и янтарная кислоты. В плодах культурной и полукультурной форм томата обнаружена кислота, которую мы не идентифицировали. В плодах дикого томата найдены щавелевая, винная, лимонная и яблочная кислоты². Хроматографические данные по органическим кислотам в разных формах томата не позволяют пока делать выводы о различиях разновидностей по составу свободных органических кислот, так как состав их изменчив в зависимости от года вегетации и от физиологического состояния растения. Например, в 1957 году плоды дикого томата (смородиновый) содержали щавелевую, винную и яблочную кислоты, в 1958 году — только щавелевую и лимонную. Янтарная кислота в культурных формах обнаруживается не всегда, не во всех сборах. Этот вопрос требует дальнейшего детального изучения.

ВЫВОДЫ

1. Растворимые сахара в плодах томата *L. esculentum* Mill. находятся в виде фруктозы, глюкозы, сахарозы и рафинозы.
2. В плодах разновидностей томата *L. esculentum* обнаружена количественная изменчивость в общем содержании растворимых сахаров, а также в содержании моно- и олигосахаридов. Чем культурнее форма томата, тем больше растворимых сахаров в его плодах, тем больше простых низкомолекулярных форм в составе сахаров и тем меньше в нем олигосахаридов с высоким молекулярным весом.
3. В плодах культурных форм и полукультурного томата *L. esculentum* обнаружены щавелевая, лимонная, яблочная и янтарная кислоты. В плодах дикого томата (*pimpinellifolium*) найдены щавелевая, винная, лимонная и яблочная кислоты.

¹ Был применен метод восходящей распределительной хроматографии на бумаге. Растворитель: n-бутанол, муравьиная кислота, вода (10:2:5), проявитель — 0,04-процентный спиртовый раствор бром-фенол-синего.

² Имеются данные двух лет, в хроматограмме приводятся данные одного года.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арасимович В. В., Эволюционная биохимическая изменчивость Cucurbitaceae. Сообщение I. Известия Молд. филиала АН СССР, 1957, № 6(39).
2. Арасимович В. В. и Искоз Б. М., Динамика химического состава репчатого лука. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, т. 28, вып. 3, 1950.
3. Арасимович В. В. и Былинкина В. Н., Биохимия томата. Биохимия культурных растений, т. IV, 1938.
4. Благовещенский А. В., Биохимические основы эволюционного процесса у растений, АН СССР, 1950.
5. Благовещенский А. В., Биохимия обмена азотсодержащих веществ у растений. АН СССР, 1958.
6. Брежнев Д. Д., Томаты, Сельхозгиз, 1955.
7. Гребинский С. О., Биохимия сливы. Биохимия культурных растений, т. 7, 1940.
8. Жуковский П. М., Культурные растения и их сородичи, ГИЗ, Советская наука, 1950.
9. Журбицкий З. И., Биохимическая характеристика овощных культур, выращенных в разных районах нечерноземной зоны. Биохимия плодов и овощей, т. 3, 1955.
10. Левина Е. Д., О химико-генетическом изучении сливы. «ДАН СССР», т. 19, 1938, № 1—2.
11. Лисицин Ф. И., Полумикрометод для определения сахаров в растениях, «Биохимия», т. 15, 1950, вып. 2.
12. Рубин Б. А., Соотношение между синтетическим и гидролитическим действием сахарозы как признак сорта у лука, «Биохимия», вып. 4, 1936, № 1.
13. Сапожникова Е. В., Особенности углеводного обмена косточковых и семечковых плодовых. Биохимия плодов и овощей, Сб. 3, 1955.
14. Шифрина Х. Б., Биохимические особенности многолетнего лука. Биохимия плодов и овощей, Сб. 3, 1955.
15. Шифрина Х. Б., Химический состав репчатых луков Молдавии. «Животноводство и земледелие Молдавии», 1957, № 5.
16. Airan G. W. and Barnabas G. Organic acids and sugars in *Lycopersicon esculentum* Biological Sciences including Medicine, № 34, XXII, 3, 1953.
17. Carangal A., Alban E., Varnés G., Burrel R., The influence of mineral nutrition on the organic acids of the tomato *Lycopersicon esculentum*. Plant. Physiol., 29, 4, 1954, 355—360.

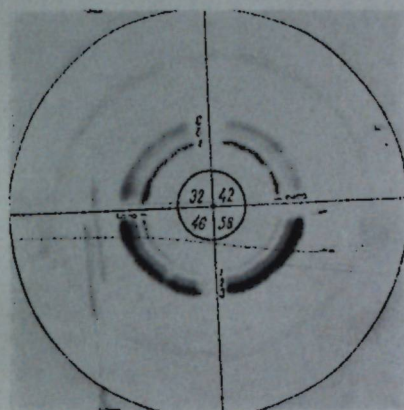


Рис. 1. Формы сахаров в органах растения томата сорта Маяк. 32 — листья, 42 — стебли, 46 — зеленые плоды, 58 — зрелые плоды.

Смесь стандартов: 1 — сахароза, 2 — глюкоза, 3 — фруктоза.

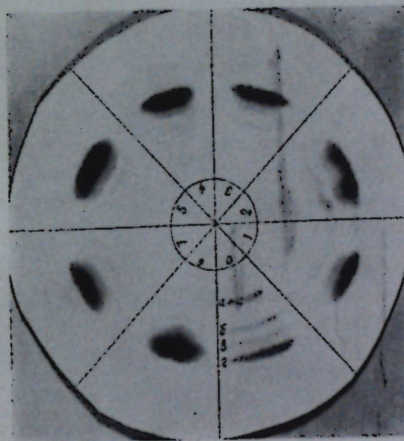


Рис. 2—3. Формы сахаров в плодах разновидностей томата.

8 — дикий, 2 — полукультурный, 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, — культурные.

Смесь стандартов: а — рафиноза, б — сахароза, в — глюкоза, г — фруктоза.

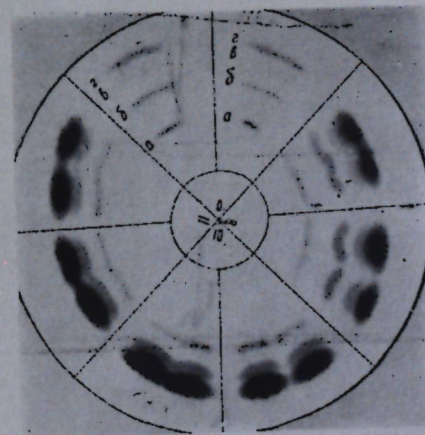




Рис. 4. Формы сахаров в зеленых и зрелых плодах культурного томата при увеличенной концентрации наносимого вещества.

Смесь стандартов: а — рафиноза, б — сахароза, в — глюкоза, г — фруктоза.

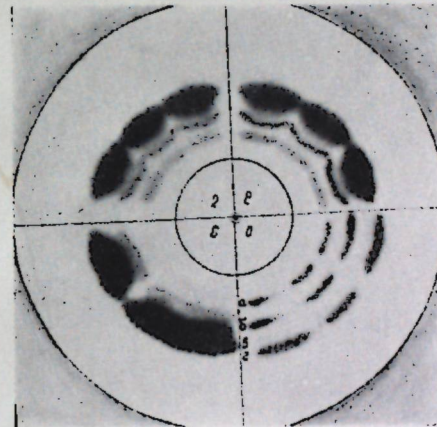


Рис. 5. Соотношение форм сахаров в плодах разновидностей томата: 8 — дикий, 2 — полукультурный, 6 — культурный.

Смесь стандартов: а — рафиноза, б — сахароза, в — глюкоза, г — фруктоза.

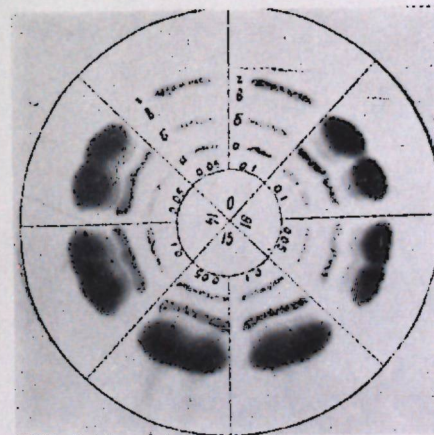


Рис. 6. Соотношение форм сахаров в плодах гибрида и родительских форм томата.

15 — Смородиновидный (дикий), 14 — Японский (культурный), 16 — Гибрид Японский × Смородиновидный.

Смесь стандартов: а — рафиноза, б — сахароза, в — глюкоза, г — фруктоза.

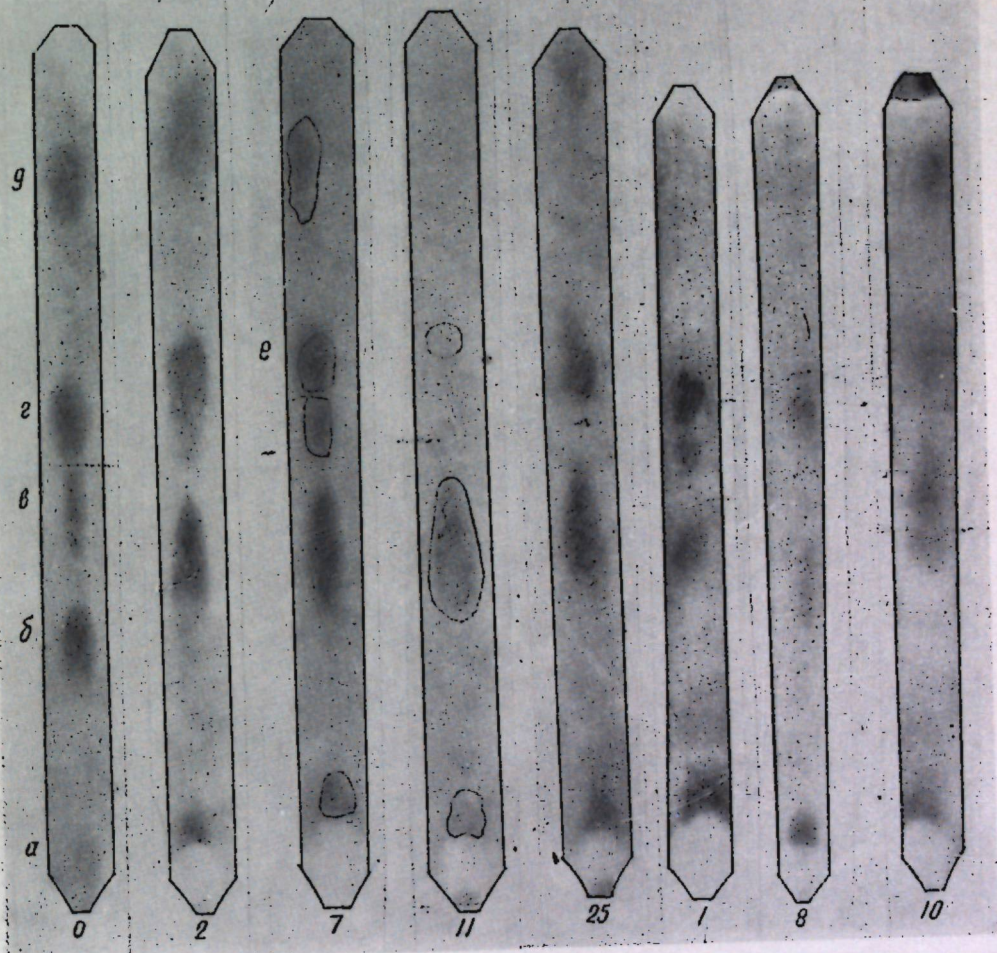


Рис. 7. Формы органических кислот
в плодах разновидностей томата.
8—дикий, 2—полукультурный, 7, 11,
25, 1, 10 — культурные.

Смесь стандартов: а — щавелевая,
б — винная, в — лимонная, г — яб-
лочная, д — янтарная, е — не иденти-
фицирована.

Х. Б. ШИФРИНА ши Т. П. ДВОРНИКОВА

ЗАХАРУРИЛЕ ШИ АЧИЗИЙ ОРГАНИЧЬ ДИН ВАРИЕТЭЦИЛЕ ДЕ
LYCOPERSICON ESCULENTUM MILL.

Резумат

Прин метода хроматографией пе хыртне ау фост черчетате формеле де захарурь солубиле ши де ачизь органичь, пе каре ле концин трейспрезече варнетэць де пэтлэжеле, че фак парте дин субспечниле де културэ, де семикултурэ ши сэлбатиче *Lycopersicon esculentum* Mill. Прин метода кимикэ а фост детерминат концинутул тотал ал захарурилор дин фруктеле субспечнилор енумэрате май сус.

С'а стабилит кэ:

1. Фруктеле де пэтлэжеле але субспечией *L. esculentum* концин захарурь солубиле суб формэ де фруктозэ, глюкозэ, захарозэ ши рафинозэ.
2. Ку кыт варнетатя се апропие май мулт де формеле де културэ, ку атыт пэтлэжелеле концин май мулте захарурь солубиле, захаруриле ачестя концин май мулте форме симпле микромолекуларе ын структура лор ши май пущине олигозахариде ку о греутате молекуларэ ыналтэ.
3. Ын фруктеле субспечнилор де културэ ши де семикултурэ але пэтлэжелелор ау фост гэсите: ачидул оксалик, ачидул читрик, ачидул малик ши ачидул сукчиник. Ын фруктеле пэтлэжелелор сэлбатиче (*pimpinellifolium*), ау фост гэсите: ачидул оксалик, ачидул тартрик, ачидул читрик ши ачидул малик.

Kh. B. SHIFRYNA and T. P. DVORNIKOVA

FORMS OF SUGARS AND ORGANIC ACIDS IN FRUITS OF TOMATO VARIETIES LYCOPERSICON ESCULENTUM MILL

Summary

By the paper-chromography method were researched the forms of dissoluble sugars and organic acids in fruits of thirteen tomato varieties, relevant to cultivated, semicultured and wild subspecies of *Lycopersicon esculentum* Mill. By the chemical method were determined the summary sugar contents in fruits of the mentioned subspecies.

It was established:

1) The sugar-dissolubles in *L. esculentum* tomato fruits are to be found in form of fructose, glucose saccharose and raffinose.

2) The more cultivated the tomato's form is, the more are the dissoluble sugars in its fruits, the more ordinary low-molecular forms are in the sugars' compound and the less oligosaccharides with high molecular weight are in it;

3) In the fruits of the cultivated and semi-cultivated tomato are revealed: oxalic-, citric-, apple- and amber-acid. In the fruits of the wild *tomato* (*pimpinellifolium*) were found: oxalic-, vine-, citric- and apple-acid.

Б. И. БИБЛИНА и И. В. МИХАЙЛЮК

К ВОПРОСУ ИЗУЧЕНИЯ БИОЛОГИИ РАЗВИТИЯ ПОЧЕК ВИНОГРАДНОЙ ЛОЗЫ

В практике виноградарства наблюдаются заметные колебания плодородности виноградных растений по годам, несмотря на то, что они обладают большими потенциальными возможностями в образовании репродуктивных органов.

В настоящее время установлено (8, 9, 13, 14), что все почки на одревесневшем побеге, вступившем в пору плодоношения виноградного растения, при соответствующих благоприятных условиях могут развиваться в плодовые. Но процесс закладки генеративных органов у винограда и пути управления плодоношением изучены недостаточно; и не случайно культуру винограда, которая является одной из наиболее древних, еще до настоящего времени относят к малоизученным (4).

В литературе встречаются упоминания о том, что генеративные органы у некоторых растений образуются задолго до их функционирования, например у голосемянных и некоторых покрытосемянных (винограда) даже за два вегетационных периода. Установлено, что при отсутствии листьев закладка плодовых почек невозможна. Нами при изучении роли запасных углеводов в виноградном растении (2) наблюдалось образование плодовых почек и развитие нормальных гроздей на следующий год после того, как у этих растений удаляли листья и они вегетировали за счет запасных пластических веществ. Последнее, возможно, и объясняется тем, что условия, необходимые для закладки генеративных органов будущих зимующих глазков винограда, были созданы в предшествующий их развитию вегетационный период.

Определение времени наибольшей потенциальной возможности закладки основной массы плодовых почек и условий, обеспечивающих их развитие, представляет теоретический и практический интерес, так как эффективность агроприемов находится в зависимости от периода их проведения, от их соответствия требованиям растения к определенным условиям (1, 16, 17).

Изучая влияние нагрузки и формировки виноградного растения на урожай и качество винограда (3, 7) в течение 1950—1955 гг., мы вели наблюдения за развитием почек. В 1957 году эта работа была направлена на выяснение условий, изменяющих характер детерминации меристематических зачатков в сторону репродуктивных органов. С этой целью на виноградных растениях сортов Шасла, Сенсо, Фетяска и Алиготе создавались различные условия для формирования почек. На опытных растениях путем подрезки зеленых побегов и удаления пасынков на них в 1957 го-

ду было преждевременно вызвано развитие зимующих почек, которые должны были бы развиваться в будущем, 1958 году.

Обрезку проводили во время массового цветения — завязывания ягод (14—15/VI).

Опыт был заложен на молодом плодоносящем винограднике Института садоводства, виноградарства и виноделия. Варианты опыта следующие:

I. Зеленые побеги обрезали над верхним соцветием (соцветия оставляли).

II. Зеленые побеги обрезали над верхним соцветием (соцветия снимали).

III. Зеленые побеги обрезали под нижним соцветием.

IV. Контроль, зеленые побеги не обрезали.

Таким образом, на растениях второго и третьего вариантов опыта побеги прироста 1957 года были оставлены без соцветий. В период вегетации 1957 и 1958 гг. вели наблюдения за развитием глазков и их плодородностью.

Для характеристики физиологического состояния побегов текущего года и побегов (потенциально) 1958 года, но в результате обрезки у развившихся в 1957 году, определяли окислительно-восстановительный режим листьев, содержание сахаров и азота в однолетних побегах.

Наблюдения за развитием зимующих глазков на подрезанных зеленых побегах 1957 года показали, что уже на 15-й день после обрезки на растениях с удаленными соцветиями (II вариант) глазки сильно набухли, а отдельные тронулись в рост. (Побеги, развивающиеся из зимующих глазков, будем называть «побегами 1958 года»).

В силу резко выраженной полярности у виноградных растений побеги «1958 года» развивались, главным образом, из глазков верхней части побега.

На всех вариантах опыта развитие зимующих глазков, вызванное подрезкой, проходило неодинаково. Наиболее интенсивно глазки развивались на растениях, у которых одновременно с подрезкой были удалены соцветия (II и III варианты). На растениях же, где соцветия были оставлены (I вариант), тронулись в рост лишь отдельные глазки и позже, чем на растениях II и III вариантов. Последнее можно объяснить физиологическим доминированием гроздей, оставленных при подрезке зеленых побегов. О влиянии органов плодоношения на материнское растение указывают И. И. Туманов и Э. З. Гареев (12), отмечая при этом, что «совершенно особое место, исключительное положение в растении приобретают плоды, они господствуют над всеми другими частями организма. Особенно это заметно при неблагоприятных условиях».

У исследуемых сортов (табл. 1) наиболее высокий процент плодоносных побегов «1958 года» имели растения, у которых зеленые побеги были обрезаны над верхним соцветием с удалением последних. На опытных растениях без удаления соцветий (I вариант), как уже было отмечено, развивались единичные глазки. Наиболее низкий процент плодоносных побегов на этом варианте отмечен у сортов Шасла и Сенсо. На III варианте наибольшее количество глазков развилось у сорта Фетяска, причем большинство их оказалось бесплодными.

Учет качества развившихся побегов «1958 года» показал, что и плодоносные и бесплодные побеги формируются как на плодоносных, так и на бесплодных побегах.

Плодородность зимующих глазков побегов «1958 года», развившихся в 1957 году, учитывалась в сентябре 1957 года путем просмотра их под микроскопом, при этом были обнаружены 5—7 междоузлий и хорошо развитые соцветия. Окончательный учет плодородности был сделан весной (табл. 5).

Таблица 1

Развитие глазков «1958 года» (летом 1957 года)

Сорт	Вариант	Развилось побегов								
		всего	плодоносных		бесплодных		в том числе			
			количество	%	количество	%	из плодоносных		из бесплодных	
плодоносные	бесплодные	плодоносные	бесплодные							
Шасла . . .	I	13	7	53,8	6	46,2	4	3	4	2
	II	66	61	92,4	5	7,6	50	11	4	1
	III	31	19	61,0	12	39,0	—	—	—	—
Сенсо	I	3	1	33,0	2	67,0	1	—	—	1
	II	27	22	81,5	5	18,5	10	12	—	—
	III	39	28	71,5	17	28,5	—	—	—	—
Фетяска . . .	I	8	7	87,5	1	12,5	5	2	—	1
	II	35	33	94,3	2	5,7	27	6	—	2
	III	111	28	25,2	83	74,8	—	—	—	—
Алиготе . . .	I	16	10	62,5	6	37,5	8	2	6	—
	II	51	32	62,7	19	37,3	32	—	16	3

Для характеристики физиологического состояния побегов 1957 года и развившихся на них в том же году побегов «1958 года», а также побегов контрольных растений нами был взят такой показатель, как окислительно-восстановительный режим тканей листа, характеризующий жизнедеятельность растений.

По данным С. М. Иванова (5, 6), Н. С. Турковой (15) и других исследователей, одним из наиболее существенных моментов, определяющих физиологическое состояние тканей растения, является интенсивность и направленность окислительно-восстановительных процессов в растении.

Окислительно-восстановительный режим листьев определяли по общей редуцирующей активности ткани листа и отдельно — по содержанию восстановленной формы аскорбиновой кислоты.

Листья для анализа были взяты у растений I и II вариантов — с узлов расположения гроздей, а на III варианте — нижние листья.

В таблицах 2 и 3 показаны результаты определения содержания аскорбиновой кислоты и редуцирующих веществ в листьях винограда 18 и 24 июля 1957 года по вариантам опыта.

Содержание аскорбиновой кислоты, в основном, соответствует содержанию редуцирующих веществ. Количество ее у различных сортов неодинаково, но у всех исследуемых сортов в листьях побегов «1958 года» содержание аскорбиновой кислоты и редуцирующих веществ в несколько раз выше, чем в листьях побегов 1957 года, что говорит о повышенной физиологической активности побегов «1958 года».

Обращает на себя внимание влияние грозди на изменение окислительно-восстановительного режима листьев. Анализ, проведенный 18 июля, показал, что у сортов Фетяска и Алиготе листья плодоносных побегов «1958 года» богаче аскорбиновой кислотой и содержанием редуцирующих

Таблица 2

Содержание аскорбиновой кислоты в листьях винограда
(в мг на 100 г свежих листьев)

Сорт	Варианты опыта	18/VII 1957 г.				24/VII 1957 г.			
		листья плодоносных побегов		листья бесплодных побегов		листья плодоносных побегов		листья бесплодных побегов	
		1957 г.	1958 г.	1957 г.	1958 г.	1957 г.	1958 г.	1957 г.	1958 г.
Шасла белая	I	41,5	119,0	40,4	—	56,6	181,5	45,6	165,7
	II	46,5	141,1	52,8	149,5	50,3	184,3	40,0	169,4
	III	20,6	128,1	28,7	142,7	46,5	219,7	54,9	209,5
Сенсо . . .	I	66,4	—	63,3	—	50,3	—	54,9	—
	II	23,6	94,6	30,5	98,4	54,9	220,6	63,3	213,9
	III	37,4	98,4	37,4	109,9	43,7	186,2	28,8	187,1
Фетяска . .	I	73,6	127,3	62,4	109,9	40,9	181,5	31,4	159,2
	II	28,7	132,3	71,1	119,8	28,8	194,6	32,6	174,1
	III	28,7	144,8	38,7	144,8	43,7	151,7	40,1	150,8
Алиготе . .	I	19,8	112,1	19,0	84,7	29,8	136,8	40,0	97,7
	II	25,2	118,2	49,6	103,7	25,3	157,3	33,5	142,4

Таблица 3

Содержание редуцирующих веществ в листьях винограда
(в мг 1/1000 п КЮ₃)

Сорт	Варианты опыта	18/VII 1957 года				24/VII 1957 года			
		листья плодоносных побегов		листья бесплодных побегов		листья плодоносных побегов		листья бесплодных побегов	
		1957 г.	1958 г.	1957 г.	1958 г.	1957 г.	1958 г.	1957 г.	1958 г.
Шасла белая	I	4,6	17,2	3,9	—	4,4	20,3	2,4	18,9
	II	0,0	19,8	4,7	23,2	2,2	20,0	3,1	18,2
	III	0,0	18,4	0,6	19,8	1,2	22,9	1,9	21,4
Сенсо . . .	I	9,2	—	3,7	—	0,0	—	0,0	—
	II	1,1	—	2,0	—	0,0	24,0	1,0	20,0
	III	2,3	18,5	1,7	19,5	0,0	19,8	0,0	19,9
Фетяска . .	I	3,9	13,8	1,9	14,8	2,5	19,5	1,6	17,1
	II	0,0	14,9	3,5	10,4	2,1	20,9	3,3	19,9
	III	0,0	15,6	0,6	15,0	3,5	16,5	0,9	15,4
Алиготе . .	I	0,0	16,2	0,0	10,6	1,9	14,2	2,7	11,0
	II	0,0	16,0	4,1	14,2	1,1	17,4	1,5	14,4

веществ, чем листья бесплодных побегов; у сортов Шасла и Сенсо (столовые сорта) в этот срок наблюдается обратная зависимость содержания аскорбиновой кислоты и редуцирующих веществ; выше — в листьях бесплодных побегов. Но уже 24 июля листья плодоносных побегов на растениях всех исследуемых сортов и всех вариантов содержат больше аскорбиновой кислоты и обладают более высокой редуцирующей активностью, чем листья бесплодных побегов.

Такая же тенденция наблюдается у сортов Сенсо и Фетяска в листьях побегов 1957 года. На плодоносных побегах, с которых не были удалены соцветия (I вариант), содержание аскорбиновой кислоты в листьях выше, чем в листьях плодоносных побегов с удаленными соцветиями (II вариант) и в листьях бесплодных побегов.

Листья побегов «1958 года» растений II и III вариантов опыта богаче аскорбиновой кислотой, чем листья таких же побегов растений I варианта.

С изменением окислительно-восстановительного режима растения изменяется и интенсивность накопления углеводов (10).

Таблица 4

Содержание сахара в плодоносных побегах винограда
(в % на абсолютно сухой вес) в 1957 году

Дата отбора образцов	Варианты опыта							
	I		II		III		контроль	
	1957 г.	1958 г.	1957 г.	1958 г.	1957 г.	1958 г.		
10 октября	Сорт Сенсо							
	общий сахар	2,27	—	2,61	3,05	2,72	3,33	5,52
	редуцирующие сахара .	1,97	—	1,60	1,92	1,92	2,24	4,32
	сахароза	0,29	—	0,96	1,07	0,76	1,03	1,14
	Сорт Шасла							
	общий сахар	4,87	6,93	—	—	4,79	7,46	6,72
редуцирующие сахара .	2,65	3,73	—	—	2,84	4,37	3,50	
сахароза	2,09	3,01	—	—	1,85	2,93	3,05	

По нашим данным (табл. 4), содержание сахаров в побегах 1957 и «1958» годов находится в той же зависимости, что и содержание аскорбиновой кислоты и редуцирующих веществ в листьях этих же побегов. Содержание общего сахара, редуцирующих сахаров и сахарозы выше в побегах «1958 года» по сравнению с побегами 1957 года. У раннего по созреванию сорта Шасла эта разница выражена более резко. У однолетних побегов растений различных вариантов в содержании сахара колебания незначительные.

Одновременно мы провели определение качественного состава сахаров методом хроматографического анализа. (Растворитель-бутанол, уксусная кислота и вода 4:1:5, проявитель — анизидин-фосфат).

Как видно из хроматограммы (рис. 1 и 2), в однолетних побегах сорта Сенсо обнаружено 5 различных форм сахаров: фруктоза, глюкоза, сахароза, рафиноза и стахиоза. Как при количественном анализе, так и при качественном установлено, что содержание сахаров в побегах «1958 года» выше, чем в побегах 1957 года. Между вариантами у однолетних побегов существенных различий не обнаружено. Но в побегах растений II варианта несколько выше содержание сложных сахаров.

Весной 1958 года, в начале роста побегов, учитывали состояние опытных растений и плодоносность развивающихся побегов «1958 года». Результаты учета приведены в таблице 5.

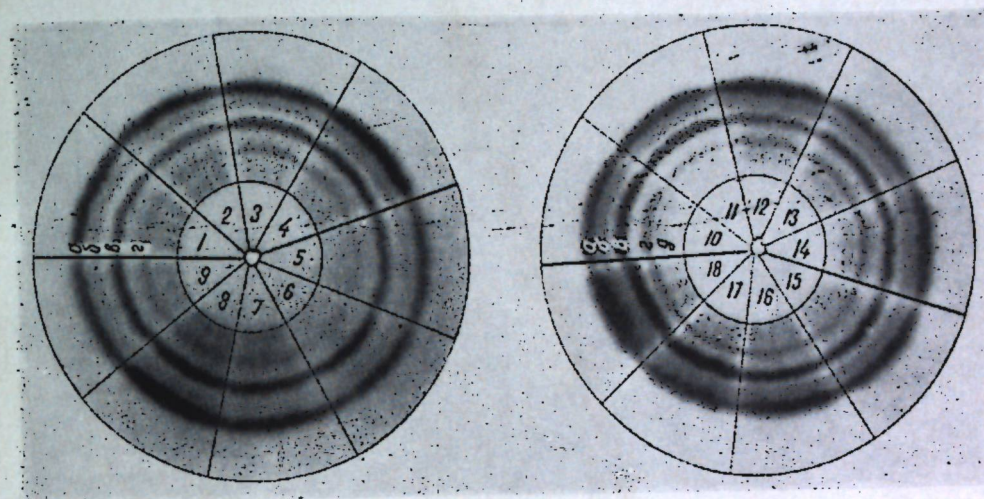
Таблица 5

Развитие побегов «1959 года» весной 1958 года
(в среднем на 1 растение)

Сорт	Варианты опыта	Оставлено глазков при подрезке	Из них развились побеги						Количество гроздей на один плодоносный побег	
			всего		в том числе					
			количество	%	количество	%	количество гроздей	количество		%
Шасла	I	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	II	90	55	61,0	41	74,5	66	14	15,5	1,61
	III	34	31	91,1	17	54,8	26	17	45,2	1,53
Сенсо	I	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	II	35	24	68,5	15	62,5	24	9	37,5	1,6
	III	61	43	70,5	24	55,8	32	19	22,2	1,33
Фетяска	I	30	16	53,3	4	25,0	4	12	75	1,00
	II	42	25	60,0	13	52,0	17	12	48,0	1,30
	III	67	45	60,7	22	48,8	23	23	51,2	1,04
Алиготэ	I	64	37	57,8	6	16,2	9	31	83,8	1,5
	II	63	43	68,2	25	58,1	44	18	41,9	1,76

Полученные данные показывают, что наиболее благоприятными условиями для формирования репродуктивных органов оказались условия II варианта. Из глазков, оставленных при подрезке весной 1958 года, побеги «1959 года» нормально развивались (из зимовавших глазков побегов «1958 года») на растениях, у которых при подрезке зеленых побегов были удалены соцветия (II и III варианты). Наиболее высокий процент плодоносных побегов отмечен у растений II варианта.

У растений I варианта значительная часть побегов после зимы погибла; у сортов Шасла и Сенсо глазки почти не развились и наблюдалось усыхание не только однолетних побегов, но и более старых лоз; у сортов Фетяска и Алиготэ развивавшиеся единичные глазки дали, главным образом, бесплодные побеги. Последнее можно было бы объяснить большим



СОРТ СЕНСО

ВАРИАНТ I

1. Плодовые побеги	1957 г.
2. Бесплодные >	1957 г.
3. > >	(низ) 1958 г.
4. > >	(верх) 1958 г.

ВАРИАНТ II

5. Плодовые побеги	1957 г.
6. Бесплодные >	1957 г.
7. Плодовые >	(низ) 1958 г.
8. > >	(верх) 1958 г.
9. Бесплодные >	1958 г.

ВАРИАНТ III

10. Плодовые побеги	1957 г.
11. > >	(низ) 1958 г.
12. > >	(верх) 1958 г.
13. Бесплодные >	(низ) 1958 г.
14. > >	(верх) 1958 г.

КОНТРОЛЬ

15. Плодовые побеги	(низ) 1957 г.
16. > >	(верх) 1957 г.
17. Бесплодные >	(низ) 1957 г.
18. > >	(верх) 1957 г.

a — фруктоза,
 а — сахароза,
 д — стахиоза.

б — глюкоза,
 з — рафиноза.

расходом пластических веществ на развитие гроздей, оставленных при подрезке зеленых побегов, но, как мы убедились, существенного различия в содержании сахаров в однолетних побегах между вариантами не было. Можно было предположить, что наличие гроздей при сильной обрезке (I вариант) изменило направленность углеводно-азотного обмена в сторону, неблагоприятную для формирования зачатков генеративных органов на эмбриональном побеге. Одновременно с подрезкой зеленых побегов удаление соцветий сдвигало направленность обмена в сторону, более благоприятную для развития генеративных органов, вследствие чего процент плодоносных почек у растений II варианта был в 2—3 раза выше, чем у растений I варианта, последнее и было проверено нами в 1958 году (табл. 7).

Имеется ряд фактов (11) по однолетним культурам, показывающих, что граница вегетативных и репродуктивных образований на конусе нарастания не является стабильной и она может смещаться в зависимости от условий.

Чтобы проследить за изменением плодоносности глазков в зависимости от условий их формирования, в 1958 году на сортах Шасла и Алиготе были взяты три группы растений:

1) контроль — растения, у которых в 1958 году нормально развивались глазки;

2) растения, у которых развивались побеги «1959 года» на приросте 1958 года, вызванном обрезкой в 1957 году;

3) растения, у которых во время цветения, путем обрезки зеленых побегов 1958 года и удаления на них соцветий, было вызвано развитие побегов «1959 года».

На растениях этих групп в 1958 году учитывалось количество соцветий на один плодоносный побег.

Таблица 6
Количество соцветий на один плодоносный побег

Название сорта	Контроль (побеги 1958 года)	Побеги «1959 года»	
		на приросте 1958 года, развившемся в 1957 году	на зеленом побеге 1958 года
Шасла	1,60	1,60	1,25
Алиготе	1,70	1,76	1,20

Из данных таблицы 6 видно, что количество соцветий на один плодоносный побег изменяется в зависимости от условий, в которых проходило формирование почек.

Так, на побегах «1959 года», развившихся на приросте 1958 года, вызванном обрезкой в 1957 году, количество соцветий на один плодоносный побег было наибольшее (1,60—1,70). Побеги же «1959 года», развившиеся на зеленом приросте 1958 года, глазки которого не зимовали, как и в первом случае, имели наименьшее количество соцветий на побег (1,20—1,25).

Для выяснения направленности углеводно-азотного обмена в однолетних побегах, развитие которых проходило при различных условиях питания в 1958 году, на растениях сорта Шасла были повторены варианты 1957 года (на растениях I-го варианта при обрезке зеленых побегов соцветия не удаляли, на растениях II и III вариантов — удаляли).

В побегах «1959 года», вызванных к развитию в 1958 году, определяли

содержание сахаров и азота. Результаты анализа, представленные в таблице 7, подтвердили высказанное нами предположение о различной направленности обмена у растений I, II и III-го вариантов.

Так, несмотря на несколько повышенное содержание сахара и азота в побегах I-го варианта, по сравнению с побегами II и III вариантов, величина отношения общего сахара к общему азоту или белковому более высокая у растений II-го варианта, то есть у растений с высоким процентом плодоносных побегов, затем у III, и наименьшая — у растений I варианта. Процентное содержание белкового азота от общего также наиболее низкое в побегах растений I-го варианта, у которых наблюдался и более низкий процент плодоносных побегов.

Таблица 7
Содержание сахара и азота (в % к сухому весу)
в побегах сорта Шасла 10/Х 1958 г.

	Побеги 1959 года*, развившиеся в 1958 г.		
	I вариант	II вариант	III вариант
Общий сахар	3,19	2,64	2,41
Редуцирующие сахара	2,45	1,73	1,53
Сахароза	0,70	0,86	0,84
Общий азот	1,17	0,73	0,70
Белковый азот	0,57	0,38	0,40
% белкового азота от общего	48,60	52,00	57,10
<u>Общий сахар</u> общий азот	2,70	3,60	3,44
<u>Общий сахар</u> белковый азот	5,60	6,94	6,00

ВЫВОДЫ

1. Данные, приведенные в настоящей работе, показывают, что под влиянием изменения условий питания развитие меристематических зачатков на эмбриональном побеге винограда может быть значительно сдвинуто в сторону развития вегетативных или репродуктивных органов.

2. Применяя косвенные методы (сильной обрезки с удалением или оставлением соцветий у виноградногo растения), нам удалось изменить направленность развития глазков в сторону наибольшего образования репродуктивных органов (II вариант) и в другом случае — наибольшего развития вегетативных органов (I вариант) не только на следующий год, но и в текущем году. При этом наблюдаются значительные сдвиги в направленности обмена веществ.

3. При благоприятных условиях для формирования репродуктивных органов однолетние побеги характеризуются повышенным содержанием белкового азота по отношению к общему количеству азотистых веществ и более высоким отношением углеводов к азоту.

4. Выяснение условий, изменяющих направленность развития почек у винограда, даст возможность уточнить ряд агроприемов и время их проведения с целью активного управления плодоношением виноградногo растения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баранов П. А., Строение виноградной лозы. Ампелогрaфия, т. I, М., 1946.
2. Библина Б. И., К вопросу о роли запаса пластических веществ многолетней древесины виноградного куста, «Известия Молд. филиала АН СССР», 1954, № 4 (18).
3. Библина Б. И., Направленность некоторых физиолого-биохимических процессов в виноградном растении в связи с нагрузкой и площадью питания, «Известия Молд. филиала АН СССР», 1956, № 1 (28).
4. Жуковский П. М., Культурные растения и их сородичи, 1950.
5. Иванов С. М., Активность ростовых процессов — основная причина морозоустойчивости цитрусовых растений, «ДАН СССР», т. XXII, 1939, № 5.
6. Иванов С. М., Иванова Б. И., Влияние функционального заболевания тунговых деревьев на их устойчивость к высоким и низким температурам, «ДАН СССР», т. XXII, 1950, № 6.
7. Михайлюк И. В., Биологические закономерности нагрузки, «Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии», 1956, № 3.
8. Мельник С. А., О плодоносности глазков у различных сортов винограда, «Труды Одесского с-х института», т. VI, 1953.
9. Молчанова З. Я., О плодоносности почек виноградной лозы, «Виноделие и виноградарство СССР», 1953, № 7.
10. Рубин Б. А., Биохимические основы хранения овощей, М., 1945.
11. Сабинин Д. А., Минеральное питание растений, М., 1940.
12. Туманов И. И. и Гареев Э. З., Влияние органов плодоношения на материнское растение. Труды и-та физиологии растений, т. VII, вып. 2, 1951.
13. Турянский Г. Ф., Биология почек виноградной лозы и агротехника повышения их плодоносности. Основа на Дніпрі, 1953.
14. Турянский Г. Ф., Плодоносность почек виноградной лозы, «Виноделие и виноградарство СССР», 1953, № 7.
15. Туркова Н. С., Изучение окислительно-восстановительной системы тканей растений на разных фазах развития в связи с изменениями биохимизма и формообразования, «Вестник агротехники», 1940, № 2.
16. Тютюник А. Ф., Развитие зимующих почек винограда в средней полосе СССР, «Виноделие и виноградарство СССР», 1952, № 1.
17. Нахлаян М. Х., Основы закономерности онтогенеза высших растений, М., 1958.

БИБЛИНА Б. И. шн МИХАЙЛЮК И. В.

КУ ПРИВИРЕ ЛА СТУДИЕРЯ БИОЛОЖИЕЙ ДЕЗВОЛТЭРИЙ
МУГУРИЛОР КОАРДЕЙ ВИЦЕЙ ДЕ ВНЕ

Резумат

Лукрэриле ынтрепринсе ау урмэрит скопул де а дескопери кондициле, каре модификэ карактерул диференциерий элементелор меристематиче ын дирекция дезволтэрий органелор репродукэтоаре ла вице де вне.

Тэнид лэстарий верзь ай вице де вне, союл Шасла, Сенсо, Фетяска ши Алиготе, ын курсул ынфлоририй, се провока о дезволтаре прематурэ а мугурилор де ярнэ.

Эксперимента с'а фэкут ын урмэтоареле варианте:

1. Лэстарий верзь ерау тэяць де асупра инфлоресченцей суперноаре (инфлоресченца ера лэсатэ интактэ).

2. Лэстарий верзь ерау тэяць де асупра инфлоресченцей суперноаре (инфлоресченца ера тэятэ ши еа).

3. Лэстарий верзь ерау тэяць суб инфлоресченца инфериоарэ.

Се фэчяу апой обсерваций асупра капачитэций де фруктификаре а лэстарилор че с'ау дезволтат ши а дирекцией метаболизмулуй динтр'ынши.

С'а стабилил кэ суб инфлуенца скимбэрий кондицилор де алиментарэ а мугурилор, дезволтаря рудиментелор меристематиче де пе лэстарул эмбрионал поате фи дирижатэ ын мод пронунцат ын дирекция дезволтэрий органелор репродуктиве орь вежетативе. С'а констатат кэ кондиций оптиме ау фоск креате пентру плантеле дин вариантул II, капачитатя де фруктификаре а мугурилор финнд анч иде 2 орь май маре, декыт ла плантеле примулуй вариант. Ын кондиций фаворабиле пентру формаря органелор репродукэтоаре (вариантул II) лэстарий де ун ансе карактеризязэ прии ачея кэ концин о кантитате май маре де азот албуминос ын компарацие ку кантитатя тоталэ де субстанце азотоасе ши о кантитате май маре де хидраць де карбон фацэ де азот.

B. I. BIBLINA and I. V. MIKHAYLIOUK

TO THE QUESTION OF BUDS' DEVELOPMENT BIOLOGY STUDY
AT VINE

Summary

The work was directed to clearing up of conditions, changing the determination character of meristematic sprouts, concerning the development of reproductive organs at vine.

By way of pruning the green shoots at the sorts Chaselas, Saintso, Feteasca and Alligoté at the time of florescence gave rise to premature development of hibernating buds.

The experiment's versions are as follows:

1. The green sprouts were pruned over the upper floscule (the floscules were kept).

2. The green sprouts were trimmed over the upper floscule (the floscules were removed).

3. The green sprouts were pruned at the lower floscule.

One took into consideration the fertility of the developed sprouts and the direction of metabolism in them.

It was determined that under influence of changes of nutrition conditions of the buds, development of meristematic sprouts of the embryonic shoot can be considerably moved in the direction of the development of reproductive or vegetative organs. In the most favourable conditions proved to be the plants of the second version. The buds fertility with them was twice higher than at the plants of the first version. At favorable conditions of tying up of reproductive organs (second version), annual sprouts are characterized by a heightened contents of albuminous azote from the general quantity of azotic substances, and by a higher ratio of carbohydrates towards the azote.

С. В. БАЛТАГА

ПЕКТИНОВЫЕ ВЕЩЕСТВА БАХЧЕВЫХ

СООБЩЕНИЕ 3

Сортовая характеристика кормовых арбузов по содержанию и локализации пектиновых веществ в плодах*

Высокомолекулярные углеводы, в состав которых входит галактуроно-вая кислота, хорошо набухающие в воде и образующие вязкие растворы, способные с сахаром и кислотами образовывать студни, известны под названием пектиновых веществ. Они весьма широко распространены в растительном мире и находятся в корнях, мясистых корнеплодах, в плодах, в волокнах льна и хлопка, в соломе злаков и т. д. В растениях пектиновые вещества встречаются в двух формах — растворимые и не растворимые в воде. Главная их масса (нерастворимый протопектин) в качестве постоянного спутника целлюлозы образует существенную составную часть клеточных стенок. Растворимые пектиновые вещества содержатся в клеточном соке растений. По мере роста и созревания плодов и овощей содержание пектиновых веществ в них обычно увеличивается, достигая максимума в фазе зрелости, или незадолго до наступления ее. В древесине же содержание пектинов уменьшается с возрастом. Под действием фермента протопектиназы протопектин в растительных тканях переходит в растворимую в воде форму, и вследствие этого соотношение растворимой и нерастворимой форм пектиновых веществ изменяется: уменьшается содержание протопектина и нарастает воднорастворимый. Такое же превращение пектиновых веществ имеет место и при хранении плодов и овощей, когда происходит послеуборочное дозревание многих из них.

Значение пектиновых веществ для растения гораздо шире, чем это полагали еще недавно. Помимо чисто структурных функций пектины, подобно другим полисахаридам, могут служить запасными веществами, используемыми растениями в процессах жизненного обмена.

Благодаря гидрофильным свойствам, пектиновые вещества выполняют одну из важных для растения функций — регулирование распределения воды внутри организма. Это свойство играет определенную роль в процессах засухо- и морозоустойчивости растений и в особенности у плодов и овощей при хранении, способствуя сохранению их тургора. Коллоидные свойства пектиновых веществ при их большом количестве в тканях плодов играют большую роль (положительную или отрицательную) при переработке растительного сырья в промышленности. Наиболее важное свой-

* Работа выполнена под руководством В. В. Арасимовича.

ство пектиновых веществ в практическом отношении — их способность к студнеобразованию. На студнеобразующих свойствах пектинов основано производство многих изделий консервной и кондитерской промышленности. Поэтому внимание многих исследователей направлено на изучение содержания, свойств и методов получения пектиновых веществ из различных растительных материалов.

Сведения о пектиновых веществах бахчевых культур в литературе ограничены. Некоторые данные о содержании пектиновых веществ в сортах тыквы, кабачка и патиссонов приводятся различными исследователями (2,7 и др.). По данным Савура и Сренивасан, общее содержание пектина, и в том числе растворимого, в кабачке в течение всего периода вегетации значительно больше, чем у других сортов тыквы (24). При этом в начальный период вегетации, как и у других плодов, в мякоти тыквы и кабачка преобладает протопектин, позже содержание растворимого пектина становится выше, чем нерастворимого.

По данным В. В. Арасимович (3), содержание пектиновых веществ в дынях различных видов колеблется в широком интервале: от 1,0—3,5% у вида *C. eu-melo*, до 8,0% — у вида *C. agrestis*.

З. И. Корейша также приводит данные по содержанию пектинов у различных сортов дынь и отмечает, что в зрелых плодах столовых сортов почти весь пектин находится в воднорастворимой форме (14, 15). Некоторые данные о содержании пектиновых веществ в плодах и семенах огурца приводятся И. К. Мурри (17).

По данным названных выше авторов и других (5,16), содержание пектиновых веществ в столовых арбузах колеблется в пределах 0,85—4,16% на сухой вес, но, как правило, не превышает 1%. Изменение содержания пектинов в арбузе в зависимости от степени зрелости плода и при хранении изучалось З. И. Корейша, Ж. Т. Роза (14, 15, 24).

По данным В. В. Арасимович, в мякоти цукатного арбуза (вида *C. Colocynthoides*) содержится до 14,2% пектина, а в коре — до 23% (5). В противоположность зрелым плодам многих других культур, в цукатном арбузе съёмной зрелости процентное содержание протопектина больше, чем воднорастворимой фракции. Большим содержанием пектиновых веществ характеризуются широко культивируемые последнее время кормовые арбузы этого же вида. Сортовое изучение кормовых арбузов ограничено небольшим количеством анализов, проведенных биохимической лабораторией Всесоюзного института растениеводства. По этим данным (4, 14, 15, 16), содержание пектиновых веществ в кормовых арбузах, выращиваемых на волжских бахчах и в Узбекистане, колеблется, в зависимости от сорта, места выращивания и других условий, в пределах 6,4—23,6% от сухого веса. В Молдавии в 1954 году содержание пектинов у сортов кормовых арбузов изучалось на Молдавской овощекартфельной оросительной опытной станции. Сортовая амплитуда содержания пектинов выразилась в 9,15—16,57% пектинов, причем 16,57% было у сорта Пектинного. Кормовые арбузы в связи с повышенным содержанием пектина, наряду с низким содержанием других веществ, представляют большой интерес с научной и практической точек зрения.

Исследованиями В. В. Арасимович и С. Я. Раик (6) установлено, что большая часть пектиновых веществ плодов кормовых арбузов образуется непосредственно в плоде из притекающих из ассимилирующих частей растения галактуроновой кислоты и моносахаров. В течение вегетационного периода наблюдается непрерывное накопление пектиновых веществ с преобладанием протопектина над растворимой формой; максимальное количество пектиновых веществ достигается ко времени снятия плодов.

Опыты, проведенные на консервном заводе им. Ткаченко в городе Тирасполе (МССР) по добавлению сока кормовых арбузов в качестве загустителя в некоторые изделия из плодов и овощей с низкими желеобразующими свойствами дали положительные результаты. Доказана возможность применения сока кормового арбуза сорта Пектинный для изготовления диетического желе из соков вишен, смородины и других ягод, а также для изготовления варенья и джема удовлетворительного вкуса.

В связи с практическим значением кормового арбуза, как источника желеобразующего пектина, в лаборатории биохимии Молдавского филиала АН СССР проводится всестороннее биохимическое изучение кормового арбуза. В настоящей статье, излагающей часть результатов этого исследования, автор поставил задачу дать сортовую характеристику сортимента кормовых арбузов, возделываемых в условиях Молдавской ССР, по содержанию пектиновых веществ, по их фракционному составу и локализации пектинов в плоде.

Экспериментальная часть

а) Сортовая характеристика кормовых арбузов по содержанию пектиновых веществ

Материалом для исследования служил сортимент кормовых арбузов, выращиваемых в Молдавской ССР (в Тирасполе, в Институте орошаемого земледелия и овощеводства) урожаям трех лет: 1955, 1956 и 1957, значительно отличающихся по метеорологическим условиям. Исследовались зрелые плоды, убираемые в октябре. Кормовые арбузы, в особенности сорта Родезнец и Пектинный, характеризуются большой урожайностью — 550—600 ц/га. Особый интерес представляет сорт Пектинный селекции отдела бахчевых Молдавского института орошаемого земледелия и овощеводства, рекомендуемый производству (12, 18).

Анализы сортов проводились в средней пробе из пяти плодов. Плоды анализировались вместе с корой, удалялись лишь семена. Навески из измельченного и тщательно перемешанного материала заливались кипящим спиртом и помещались в колбах с воздушным холодильником на водяную баню. Кипение спирта в колбах поддерживалось в течение 20 минут. Количество пектиновых веществ определялось объемным методом, описанным С. Я. Раик (19). Определялись воднорастворимый пектин (вытяжка при 40°) и протопектин (гидролиз $\frac{H}{30}HCl$ и однопроцентным раствором лимоннокислого аммония).

Из данных таблицы 1 видно, что содержание суммы пектиновых веществ и их фракций у всех сортов колеблется в значительных пределах по урожаю трех лет. Наибольшее общее содержание пектиновых веществ наблюдается у кормовых арбузов в 1957 году, наименьшее — в 1955 году. Процент протопектина в плодах урожая 1957 года больше, чем в предыдущие 2 года, за исключением сорта Местный № 1206. Большинство сортов: Пектинный, Бродский, Дисхим, Цюрипинский и Херсонский-13 в 1955 году характеризуются значительно большим содержанием воднорастворимого пектина, чем в 1956 и 1957 гг. Но в плодах Семиреченского арбуза в 1957 году воднорастворимого пектина больше, чем в 1955 году и особенно — чем в 1956 году. Такие колебания фракционного состава объясняются отчасти их изменчивостью в зависимости от метеорологических условий года, неодинаковой зрелостью плодов и в некоторой степени тем, что анализы проводились на фиксированном

материале неодинаковой продолжительности хранения. С. Раик установлено, что при хранении фиксированного спиртом материала кормовых арбузов при сохранении суммы пектинов соотношение воднорастворимого пектина и протопектина изменяется в сторону увеличения первого. Поэтому данные фракционного состава пектинов, в частности данные 1955 года, являются относительными. Наибольшим содержанием пектиновых веществ в плодах урожая 1955 года выделяется сорт Херсонский — 13. Он характеризуется и относительным постоянством содержания суммы пектинов по урожаю трех лет. В 1956 году наибольшее содержание суммы пектинов было у Кормовой 4-37 и Пектинного арбузов, в 1957 году сорт Пектинный превосходил все сорта. Особенно резкие колебания в содержании суммы пектинов за три года отмечаются у сортов Пектинный, Семиреченский; амплитуда колебания соответственно равна 0,45—0,75 и 0,35—0,65. Повышенное накопление сухих веществ и в том числе пектинов всеми сортами в 1957 году, по-видимому, обусловлено более высокой температурой в период созревания плодов по сравнению с 1955 и 1956 гг. Следует отметить, что сорт Пектинный, по данным Молдавской овощекртофельной оросительной опытной станции, в 1954 году содержал также 16,57% пектинов (0,73% на сырой вес при 4,4% сухих веществ).

Таблица 1

Содержание пектиновых веществ в кормовых арбузах урожаев 1955, 1956 и 1957 гг. в % Са-пектата на сырой вес

Сорт	Воднорастворимого пектина			Протопектина			Сумма пектинов		
	1955 г.	1956 г.	1957 г.	1955 г.	1956 г.	1957 г.	1955 г.	1956 г.	1957 г.
Пектинный	0,35	0,25	0,33	0,11	0,32	0,43	0,46	0,57	0,76
Кормовой 4-37	0,28	0,28	0,21	0,20	0,32	0,46	0,48	0,60	0,67
Местный 1156	—	0,25	0,24	—	0,24	0,33	—	0,49	0,62
Херсонский-13	0,29	0,25	0,20	0,23	0,25	0,38	0,52	0,50	0,58
Дисхим	0,23	0,22	0,20	0,18	0,24	0,44	0,41	0,46	0,64
Бродский	0,28	0,21	0,22	0,21	0,22	0,35	0,49	0,43	0,57
Семиреченский	0,21	0,20	0,30	0,14	0,26	0,36	0,35	0,46	0,66
Местный-1206	—	0,22	0,18	—	0,25	0,24	—	0,47	0,42
Родезиец	0,16	0,22	0,20	0,13	0,22	0,27	0,29	0,43	0,47
Цюрипинский	0,18	0,16	0,17	0,14	0,21	0,29	0,32	0,37	0,46

Из приведенных в таблице 2 средних данных за 3 года видно, что по суммарному содержанию пектинов исследованные сорта могут быть подразделены на три группы: к сортам I группы следует отнести Пектинный, Кормовой — 4-37, Местный 1156, Херсонский-13 и Дисхим с наиболее высоким содержанием пектинов — 0,50—0,60% на сырой вес. В этой группе выделяется сорт Пектинный. Ко II группе относятся сорта Бродский, Семиреченский, Местный-1206, характеризующиеся содержанием пектинов в пределах 0,45—0,49% на сырой вес. Среди них наи-

Таблица 2
Среднее значение данных по содержанию пектиновых веществ в исследованных сортах кормовых арбузов (в % Са-пектата на сырой вес)

Сорт	Средние данные за 1956 и 1957 гг.			% протопектина от суммы пектинов	Средние данные суммы пектинов за 1955, 1956, 1957 гг.
	воднорастворимого пектина	протопектина	сумма пектинов		
Пектинный	0,29	0,38	0,67	56,7	0,60
Кормовой 4-37	0,24	0,39	0,63	61,9	0,58
Местный-1156	0,25	0,30	0,55	55,4	0,55
Херсонский-13	0,22	0,32	0,54	59,3	0,53
Дисхим	0,21	0,34	0,55	61,9	0,50
Бродский	0,21	0,28	0,49	57,2	0,49
Семиреченский	0,25	0,31	0,56	55,4	0,49
Местный-1206	0,20	0,25	0,45	55,6	0,45
Родезиец	0,21	0,24	0,45	53,4	0,39
Цюрипинский	0,16	0,25	0,41	61,0	0,38

большее содержание пектинов у Бродского, наименьшее — у сорта Местный 1206. Сорта Родезиец и Цюрипинский, содержащие наименьшее количество пектинов (0,39—0,38% на сырой вес), составляют III группу.

Для сортов всех групп характерно преобладание протопектина над воднорастворимым пектином (табл. 2). Это обстоятельство подчеркивает необходимость применения для извлечения пектинов из кормового арбуза более жестких условий экстрагирования, чем обработка водой. Как уже отмечалось, арбузы сорта Пектинный характеризуются наибольшим содержанием пектиновых веществ. Имея в виду использование кормовых арбузов для получения из них пектина, мы приводим в таблице сравнительные данные содержания пектиновых веществ у кормовых арбузов и у некоторых других растительных материалов, представляющих интерес с точки зрения их переработки. Из данных таблицы 3 видно, что по содержанию пектиновых веществ кормовые арбузы уступают только корзинкам подсолнечника; содержание пектина в арбузах значительно выше, чем в ассортименте яблок Молдавской ССР. Так, по данным Л. А. Васильевой (8), общее содержание пектинов в исследованных сортах яблок урожая 1957 года колеблется в пределах 6,02—4,10% на сухой вес; в кормовых же арбузах урожая этого же года — 16,0—9,42% на сухой вес, то есть в 2—2,5 раза больше. Среди бахчевых культур они стоят на первом месте и являются перспективным потенциальным источником получения высококачественного пектина. Предварительные данные по применению выделенного нами из сорта Пектинного препарата пектина для изготовления желе и мармелада дали хорошие результаты: пектин обладал высокой желирующей силой.

б) Содержание пектиновых веществ в гибридах межвидового и внутривидового скрещиваний

Исследованиями С. Д. Мовчан (16), проводившимися на волжских бахчах (село Быково) и в Узбекистане, установлено, что плоды первого поколения гибридов между столовыми (*C. edulis*) и кормовыми

арбузами (*C. Colocynthoides*) содержат промежуточное количество сахаров по сравнению с исходными формами. Межвидовые гибриды столовых и кормовых арбузов изучались С. Д. Мовчан и др. в связи с вопросом удлинения сроков хранения арбузов, так как кормовой арбуз характеризуется хорошей лежкостью. Было установлено, что по содержанию пектиновых веществ межвидовые гибриды столовых и кормовых арбузов значительно превосходят исходные низкопектинные формы (то есть столовые сорта). У этих гибридов вообще доминируют свойства менее культурных форм: низкая сахаристость, высокое содержание полисахаридов.

Таблица 3

Содержание пектиновых веществ в некоторых растительных материалах в % на сухой вес

Растительный материал	Пектиновые вещества	Автор (см. список литературы)
Сахарная свекла (корнеплод)	0,7 — 5,3	(5, 9, 13, 24)
Корзинки подсолнечника	22—25	(10)
Цитрусовые плоды	12—14	(5)
Яблоки (плоды)	4,1 — 10,8	(5, 8, 20)
Цикорий (клубни)	10,0 — 10,2	(1)
Инжир (плоды)	5,0 — 10,0	(25)
Сливы (плоды)	4,0 — 9,0	(5, 20)
Картофель	2,0 — 4,1	(24, 27)
Морковь (корнеплод)	6,9 — 8,0	(5, 24)
Дыня (плоды)	1,0 — 8,0	(3, 5)
Тыква (плоды)	2,7 — 14,7	(5, 24)
Арбуз столовый (плоды)	0,85— 4,16	(4, 5, 25)
Арбуз кормовой (плоды)	11,1 — 15	(наши данные)

Данных о содержании пектиновых веществ во внутривидовых гибридах кормовых арбузов в литературе нет. В связи с предполагаемым использованием пектина кормовых арбузов в качестве студнеобразующих препаратов и с возможным увеличением содержания пектинов в гибридах, по сравнению с исходными формами, нами изучено содержание пектинов в межвидовом и в нескольких внутривидовых гибридах кормовых арбузов урожая 1957 года, предложенных нам отделом бахчевых Молдавского института орошаемого земледелия и овощеводства. Характеристика исследованных гибридов по содержанию пектиновых веществ и их фракционному составу представлена в таблице 4.

Из приведенных в таблице 4 данных видно, что в межвидовом гибриде F₁ — Пектинный × Многоплодный суммарное содержание пектина является промежуточным между исходными формами, приближающееся к количеству пектинов в кормовом арбузе*.

* Многоплодный арбуз в 1957 году не был проанализирован, но по данным предыдущих лет содержание пектина в нем не превышало 0,08—0,1%.

Таблица 4

Содержание пектиновых веществ в исходных формах и в гибридах первого поколения межвидовых и внутривидовых скрещиваний, рода *Citrullus*

Исходные формы и их гибриды	% Са-пектата на сухой вес			% воднорастворимого от суммы пектинов
	воднорастворимого пектина	протопектина	сумма пектинов	
Пектинный	0,33	0,43	0,75	43,09
Многоплодный	—	—	—	—
Семиреченский	0,30	0,36	0,66	45,70
F ₁ —Пектинный × Многоплодный	0,16	0,38	0,54	29,62
F ₁ —Пектинный × Семиреченский	0,26	0,35	0,61	42,20
Цукатный	0,26	0,38	0,64	40,60
Родезиец	0,20	0,27	0,47	42,65
Бродский	0,21	0,37	0,58	38,20
F ₁ —Цукатный × Бродский	0,28	0,35	0,63	44,44
F ₁ —Бродский × Цукатный	0,22	0,32	0,54	40,74
F ₁ —Родезиец × Бродский	0,21	0,22	0,43	48,83
F ₁ —Бродский × Родезиец	0,31	0,27	0,58	53,44
F ₁ —Бродский × Негур	0,22	0,28	0,51	43,11
F ₁ —Цукатный × Родезиец	0,25	0,37	0,62	40,32

В общем содержании пектинов воднорастворимого пектина в гибриде отмечается также меньше, чем в сорте Пектинном. В одних внутривидовых гибридах сумма пектинов и соотношение их фракций очень близки с их содержанием в той или иной родительской форме; в других же наблюдается уменьшение количества пектинов по сравнению с исходными формами.

Так, в гибриде Цукатного с Бродским, у которого материнской формой является сорт Цукатный, содержание пектинов и их фракций практически одинаково с их количеством в материнской форме, то есть выше, чем у второй исходной формы. В плодах F₁ обратного скрещивания (Бродский × Цукатный) пектинов меньше. В гибридах F₁ — прямого и обратного скрещивания Бродский × Родезиец — общее количество пектинов одинаково с их содержанием в материнской форме, а воднорастворимого пектина больше, чем в родительских формах.

Таким образом, если количество пектиновых веществ в межвидовых гибридах является промежуточным между исходными формами, то в гибридах внутривидового скрещивания оно почти всегда близко к материнской форме, но бывает и несколько меньше обеих исходных форм. Как в плодах родительских форм, так и в их гибридах протопектин преобладает над воднорастворимым.

в) Локализация пектиновых веществ в различных частях плода кормовых арбузов

Локализация пектиновых веществ в плодах кормовых арбузов имеет большое значение в связи с возможностью их использования в качестве сырья для производства препаратов пектина. Исследования такого характера проводились, главным образом, в связи с переработкой растительных материалов. Так, Стойковым (26) и Сосновским (21) изучено содержание пектиновых веществ в различных органах и тканях растения подсолнечника. Изучению распределения пектиновых веществ в различных частях виноградной лозы, ягод винограда, чайного листа, в древесине, лубе и коре хвойных и лиственных пород посвящены работы многих других исследователей (11, 22, 23). Нанжи и Норман (24) установили, что в альbedo плодов цитрусовых содержится большая часть пектиновых веществ плода. Данные по распределению пектиновых веществ в тканях плодов тыквы и кабачка приведены в сводке Кертеша (24). В коре и мякоти плодов цукатного арбуза локализация пектинов изучалась З. И. Корейшей (14, 15). Учитывая неодинаковую плотность ткани различных участков плода кормового арбуза и считая, что она может быть обусловлена различным содержанием пектинов, мы разделили плод на 3 зоны, ясно видные при продольном разрезе плода: а) мякоть, содержащая семена, характеризующаяся низким содержанием сухих веществ (2,5—3,0%); б) коровая паренхима, отделенная от мякоти волокнистым слоем, содержащая 4—5% сухих веществ; в) коровой слой с содержанием сухих веществ в пределах 10—15%, в зависимости от толщины среза. Кроме того, отдельно анализировались части плода, проксимальная и дистальная, так как по плотности они отличаются от средней части плода, и часть плода, состоящая из коры и коровой паренхимы (рис. 1).

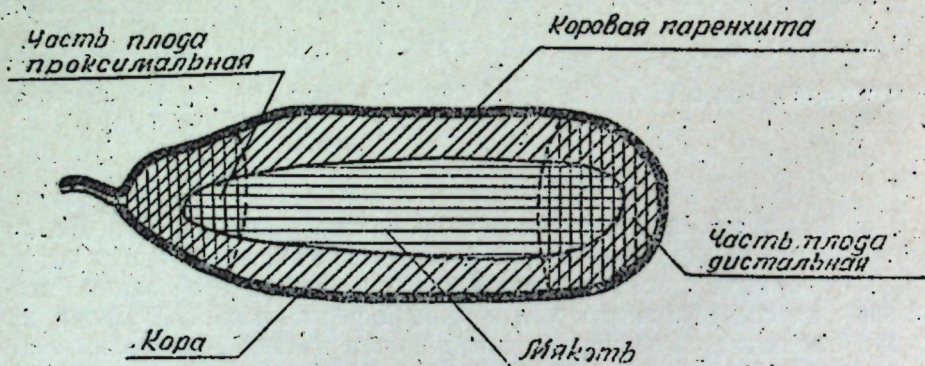


Рис. 1.

Локализация пектиновых веществ и их фракционный состав изучался нами у четырех сортов кормовых арбузов урожаев 1956 и 1957 гг.: Пектинный, Семиреченский, Бродский и Родезнец.

Из данных таблицы 5 видно, что пектиновые вещества распределяются по участкам плода неодинаково. Коровой слой характеризуется максимальным общим содержанием пектинов, причем больших отличий в их содержании по сортам нет. Несколько большее количество пектина в коре Семиреченского арбуза объясняется, по-видимому, тем, что толщина среза корового слоя. Мякоть плодов содержит наименьшее количество пектиновых веществ, представленных в большей части воднорастворимой формой. Эта часть плода по количеству пектинов заметно отличается по сортам. Меньше всего пектинов содержится в

Таблица 5

Локализация пектиновых веществ в плодах кормовых арбузов урожая 1957 г. (в % Са-пектата на сырой вес)

Сорт	Часть плода проксимальная			Часть плода дистальная			Кора			Коровая паренхима			Мякоть			Кора с коровой паренхимой			
	воднорастворимого пектина	протопектина	сумма пектинов	воднорастворимого пектина	протопектина	сумма пектинов	воднорастворимого пектина	протопектина	сумма пектинов	воднорастворимого пектина	протопектина	сумма пектинов	воднорастворимого пектина	протопектина	сумма пектинов	воднорастворимого пектина	протопектина	сумма пектинов	
Пектинный	0,38	0,40	0,78	0,36	0,38	0,74	0,16	0,16	1,27	1,43	0,27	0,30	0,57	0,27	0,20	0,47	0,32	0,59	0,82
Семиреченский	0,33	0,54	0,87	0,34	0,35	0,69	0,28	0,29	1,31	1,59	0,29	0,32	0,61	0,25	0,23	0,48	0,34	0,48	0,82
Бродский	0,30	0,43	0,73	0,23	0,37	0,60	0,14	0,30	1,20	1,34	0,30	0,37	0,67	0,21	0,14	0,35	0,31	0,49	0,80
Родезнец	0,24	0,29	0,53	0,27	0,28	0,55	0,33	0,27	0,97	1,30	0,27	0,27	0,54	0,13	0,12	0,25	0,30	0,38	0,68

Таблица 6.
Содержание протопектина в различных частях плода в % от суммы пектинов.
Средние данные исследований урожая 1956 и 1957 гг.

Сорт	Часть плода проксимальная		Часть плода дистальная		Кора		Коровая паренхима		Мякоть		Кора с коровой паренхимой	
	сумма пектинов	% протопектина	сумма пектинов	% протопектина	сумма пектинов	% протопектина	сумма пектинов	% протопектина	сумма пектинов	% протопектина	сумма пектинов	% протопектина
Пектинный . . .	0,75	56,2	0,71	51,8	1,47	91,9	0,59	48,4	0,42	35,7	0,82	60,9
Семиреченский . . .	0,73	64,8	0,60	54,6	1,45	87,8	0,55	52,5	0,40	43,4	0,82	58,2
Бродский	0,58	56,6	0,55	57,8	1,18	91,5	0,57	53,1	0,32	37,2	0,80	61,6
Родезиец	0,50	54,0	0,45	51,3	1,07	71,6	0,46	45,3	0,27	41,8	0,68	55,7

мякоти плодов сорта Родезийца, больше — в плодах Пектинного и Семиреченского арбузов. Примерно одинаковое количество (0,74—0,78%) пектиновых веществ содержится в проксимальной и дистальной частях плода Пектинного арбуза. Такое же распределение пектина и у сорта Родезиец (0,53—0,55%). В плодах Семиреченского и Бродского сортов в проксимальной части значительно больше пектинов, чем в дистальной части. Количество пектиновых веществ в коровой паренхиме Пектинного арбуза и Родезийца меньше, чем у сортов Семиреченский и Бродский.

Средняя проба из коры и коровой паренхимы содержит пектиновых веществ больше, чем средняя проба из целых плодов.

Характерным для всех участков плода, кроме мякоти, является преобладание протопектина над воднорастворимой формой, хотя она не одинакова в тканях различных участков плода. Из данных таблицы 6 видно, что 71,6—91,9% пектиновых веществ коры составляет протопектин, а в пектиновых веществах мякоти плодов только 35,7—41,8% протопектина. Поэтому, очевидно, она менее плотная, чем остальные части. Пектиновые вещества других частей плода представлены протопектином в пределах 51,3—64,8%. Если количество пектинов в средней пробе из целого плода принять за 100, то количество их в отдельных участках плода, исключая сердцевину, превышает 100%. В особенности это относится к коре и коре с коровой паренхимой (табл. 7). Мякоть

Таблица 7
Сравнительное содержание пектиновых веществ (в %) в частях плода кормового арбуза по отношению к содержанию в целых плодах. Содержание пектинов в средней пробе из целых плодов принято за 100

Сорт	В проксимальной части	В дистальной части	В коре	В коровой паренхиме	В мякоти	В коре с коровой паренхимой
Пектинный	112,0	106,0	219,5	88,1	62,7	122,4
Семиреченский	130,0	107,0	259,0	98,3	71,5	146,4
Бродский	118,4	112,2	240,0	116,4	65,4	163,3
Родезиец	111,2	100,0	237,8	102,3	60,0	151,1

плода сорта Пектинный, характеризующаяся сравнительно высоким процентом воднорастворимого пектина, составляет 35—40% от веса плода, при среднем содержании в ней 0,42% пектинов. Удаление мякоти снизит теоретически возможный выход пектина с 0,67% до 0,51—0,53%. Возможно, что этой частью плода можно пренебречь при получении препарата пектина, так как включение ее в общую обрабатываемую массу влечет технические осложнения.

ВЫВОДЫ

1. Содержание пектиновых веществ в плодах кормовых арбузов колеблется в пределах 0,38—0,60% от веса свежего материала. Эти колебания обусловлены как отличиями сортов, так и условиями произрастания. Кормовые арбузы урожая 1957 года характеризуются большим содержанием пектинов. Сорт Пектинный селекции отдела бахчевых Молдавского института орошаемого земледелия и овощеводства отличается от остальных сортов значительно большим количеством пектинов.

2. Пектиновые вещества всех исследуемых сортов представлены в большей части нерастворимой в воде формой. Из этого следует, что для выделения пектина необходимы более жесткие условия (кислотный гидролиз), чем экстрагирование водой.

3. Количество пектиновых веществ в гибридах межвидового скрещивания является промежуточным между исходными родительскими формами; в гибридах внутривидового скрещивания количество пектинов приближается, как правило, к содержанию их в материнской форме, в некоторых же из них оно даже меньше, чем у низкопектиновой исходной формы.

4. Пектиновые вещества в различных участках плода распределены неодинаково, большее количество их находится в коре, наименьшее — в мякоти плода. Распределение пектинов по участкам плода характеризуется сравнительным постоянством по годам. Соотношение фракции пектинов в различных частях плода неодинаково. Высокий процент протопектина содержится в пектиновых веществах коры. Мякоть плода бедна протопектином. В коре с коровой паренхимой процентное содержание пектинов значительно больше, чем в средней пробе из целого плода.

5. Одним из факторов, определяющих различную плотность тканей плодов кормовых арбузов, следует считать неодинаковое содержание пектиновых веществ и главным образом протопектина.

6. Большая урожайность, высокий процент пектина и установленная предварительными исследованиями высокая студнеобразующая способность препаратов пектина, выделенных из плодов Пектинного арбуза, позволяют отнести кормовые арбузы к числу перспективных видов сырья в качестве источника студнеобразующего препарата пектина.

ЛИТЕРАТУРА

1. Айзенберг Л. Н., О пектиновых веществах цикория, «Журнал прикладной химии», т. XIII, вып. 2, 1940.
2. Арасимович В. В., Биохимия тыквы, Биохимия культурных растений, т. 4, 1938.
3. Арасимович В. В., Биохимия дыни, Биохимия культурных растений, т. 4, 1938.
4. Арасимович В. В., Биохимия арбуза, Биохимия культурных растений, т. 4, 1938.
5. Арасимович В. В., Пектиновые вещества растений, Биохимия культурных растений, т. 8, 1948.
6. Арасимович В. В., и С. Я. Раик, Пектиновые вещества бахчевых. Сообщение 2. Образование и превращение пектиновых веществ в плодах бахчевых. «Известия Молдавского филиала АН СССР», 1958, № 5(50).
7. Афанасьева Л. И., Труды Научно-исследовательского плодовоовощного и энохимического ин-та, 1929, Цитировано по Церевитинову Ф. В., Химия и товароведение свежих плодов и овощей, т. 2, 1949, стр. 380.
8. Васильева Л. А., Биохимические особенности созревания яблок в Молдавии. Диссертация, 1958.
9. Гапоненков Т. К., О биосинтезе пектиновых веществ в растениях «Биохимия», т. 22, вып. 3, 1957.
10. Гапоненков Т. К. и Проценко З. И., О пектиновых веществах подсолнечника, Журнал прикладной химии, т. XXIX, вып. 9, 1956.
11. Гогия В. Т., Пектиновые вещества чайного листа, Биохимия чайного производства, Сб. 6, 1950.
12. Еришов Е. М., Кормовой арбуз Молдавии, Госиздат Молдавии, Кишинев, 1955.
13. Кизель А., Яцына Р., К вопросу об образовании пектиновых веществ в растении, «Бюллетень Московского общества испытателей природы», Отд. биологии, т. XLV (6), 1936.
14. Корейша З. И., Биохимическая характеристика бахчевых культур, Сб. научных работ по бахчевым культурам, Ташкент, 1952.
15. Корейша З. И., Превращение веществ при созревании и хранении плодов бахчевых культур, Сб. научных работ по бахчевым культурам, Ташкент, 1952.
16. Мовчан С. Д., Цитировано по В. В. Арасимович, Биохимия арбуза, Биохимия культурных растений, т. 4, 1938.
17. Мурри И. К., Биохимия огурцов, Биохимия культурных растений, т. 4, 1938.
18. Пангало К. И., Бахчевые культуры — ценные ресурсы консервной промышленности, Госиздат Молдавии, Кишинев, 1955.
19. Раик С. Я., Пектиновые вещества бахчевых, сообщение 1, Объемный метод количественного определения пектинов у кормового арбуза, «Известия Молдавского филиала АН СССР», 1958, № 5(50).
20. Сапожникова Е. В., Бубнова Е. И., Желирующие свойства ассортимента яблок и слив Азербайджанской ССР, Биохимия плодов и овощей, Сб. 2, 1951.
21. Сосновский Л. Б., Бирюкова Е. А., ВКНИИ, Предварительное исследование корзинок подсолнечника в качестве источника желирующего пектина, рукопись, М., 1947.
22. Шарков В. И., О пектиновых веществах древесины березы, «Лесохимпром», 1939, № 4.
23. Хачидзе О. Т., Пектиновые вещества виноградной лозы и вина, Диссертация, 1955.
24. Kertesz Z. I. The pectic substances, 1951, New-York.
25. Schade J., Über den Pektin Gehalt der Feigen, Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung, 1954, 99, 4.
26. Stoikoff St. Über Sonnenblumen Pektin, Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmittel-Untersuchung und Hygiene, 1948, 4/5, XXXIX.
27. Sweetman M. D., Bull. agric. Exp. Stat Maine, Univ., 1936, 383,81. цитировано по Volkson W., Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und und Forschung, 1950, 90,3.

С. В. БАЛТАГА

СУБСТАНЦЕЛЕ ПЕКТИЧЕ ДИН КУКУРБИТАЧЕЕ

КОМУНИКАРЯ А 3-Я

Карактеризаря союрилор де пепене верде фуражер дин пунктул де ведере ал концинутулуй ши локализерий субстанцелор пектиче ын фрукте

Резумат

Ын артикол сынт карактеризате 10 союрь де пепене верде фуражер, каре креск ын РСС Молдовеняскэ. Се аратэ кантитатя, композиция фракционарэ ши локализаря субстанцелор пектиче дин фруктеле ачестор союрь.

Ау фост супусе черчетэрилор фрукте коапте дин реколта анилор 1955, 1956 ши 1957. Пентру а афла кантитатя де субстанце пектиче с'а фолосит метода волуметрике.

С'а констатат кэ кантитатя тоталэ де субстанце пектиче ши композиция лор фракционарэ диферэ ын маре мэсурэ де ла о реколтэ ла алта. Фруктеле тутурор союрилор дин реколта анулуй 1957 концияу чя май маре кантитате де субстанце пектиче ши де протопектинэ; чя май микэ кантитате а фост гэситэ ын фруктеле реколтате ын 1955.

Конформ дателор медий привинд чей трей ань союриле Пектинный, фуражер 4—37, Локал 1156, Херсонский ши Дисхим се карактеризязэ принтр'о кантитате деосебит де маре де пектине. Се деосебеште ын ачестэ привинцэ май алес союл Пектинный. Ын курсул анилор 1956 ши 1957 ла тоате союриле протопектина превала асупра пектиней солубиле ын апэ. Субстанцеле пектиче ну сынт диспусе униформ ын диферителе пэрць але фруктулуй. Ын коажэ сынт май мулте пектине, декыт ын челелалте пэрць але фруктулуй. Анч се гэсеште, ын спечнал, протопектина. Дин ачест пункт де ведере союриле ну диферэ ын мод пронунцат ынтре еле. Мезул фруктелор концине пущине субстанце пектиче, май алес динтре челе солубиле. Ын урма фаптулуй кэ унеле союрь але пепенелуй верде фуражер сынт фпарте продуктиве ши концин уи маре прочент де пектинэ, каре се деосебеште прин проприетэць ыналте де коагуларе, ачесте союрь пот серви дрепт материй приме валороасе пентру общинеря пектиней.

S. V. BALTAGA

SORTAL CHARACTERISTIC OF FODDER WATER-MELONS ON THE CONTENTS AND LOCALIZATION OF PECTINES IN THE FRUITS

Summary

In the article is given the characteristic of 10 sorts of fodder water-melons, studied in the conditions of the Moldavian S. S. R., on the contents of pectines in the fruits, on their fractional compound and their localization.

There were researched ripe fruits of 1955, 1956 and 1957-crops. The contents of pectines was determined by the volumetrical method.

It was ascertained that the general contents of pectines and the correlation of their fractions oscillate in considerable bounds according to the crop of the three years. The fruits of all sorts researched in 1957 contained the greatest quantity of pectines and protopectine. The least quantity was observed in the fruits of 1955 year's crop.

According to average data of the three years the sorts Pectic, Fodder 4-37, Local 1156, Khersonsky and Diskhim are characterized by the highest contents of pectines. Particularly stands out the sort Pectic. In 1956 and 1957 at all sorts protopectine predominated over water-soluble pectine. Pectines are distributed unequally among the various sections of the fruit. In the cortex there are more than in other parts of the fruit and they are represented, on the whole, by protopectine. Sharp distinctions on sorts are not observed. The fruit's pulp contains a little quantity of pectines, chiefly soluble. The good crop capacity, the high percentage of pectine, possessing good jelly-generating properties, permits to consider some sorts of fodder water-melons as a perspective raw material for the obtaining of pectine.

С. Я. РАИК

ПЕКТИНОВЫЕ ВЕЩЕСТВА БАХЧЕВЫХ

СООБЩЕНИЕ 4

Фракционный состав пектиновых веществ в растении кормового арбуза*

Литературы, посвященной вопросам образования и превращения пектиновых веществ в процессе роста растений, весьма немного. Это связано с трудностями разделения близких по своим физико-химическим свойствам веществ, извлекаемых при одних и тех же условиях.

Общезвестен факт, что пектины разных растений отличаются по своему составу (7). Что касается молекулы пектина в период роста и развития растения, то Эрлих (цитир. по Кострубину, 5) высказал предположение, что она не постоянна в своем составе и претерпевает изменения. Корренс (цитир. по Кострубину, 5) считает, что в разных тканях одного растения пектиновые вещества неодинаковы. Кострубин (5, 6), исследовав луб и древесину стеблей льна, установил, что химический состав пектинов льна неодинаков в различных тканях растения и изменяется в процессе роста. Кизель и Яцына (4), а затем и Гапоненков (2), исследовав превращения уроновых кислот в растениях сахарной свеклы, пришли к заключению, что пектиновые вещества образуются из подвижных форм галактуроновой кислоты, находящейся в спиртовом и водном экстрактах, которые затем уже откладываются в клеточных стенках в нерастворимой в воде форме (протопектин). О синтезе пектиновых веществ у растений до сих пор еще недостаточно фактического материала, поэтому биохимической лабораторией Института биологии Молдавского филиала АН СССР этот вопрос включен в цикл исследований пектинов бахчевых.

В нашем предыдущем сообщении отмечалось, что содержание пектиновых веществ в плодах кормового арбуза при созревании увеличивается. Было высказано предположение об образовании основного количества пектинов непосредственно в плоде как за счет окисления моносахаридов, так и из галактуроновой кислоты, притекающих из ассимилирующих органов (1).

Данные по динамике накопления пектинов в плоде в предыдущем сообщении были получены весовым методом по пектату кальция и объемным — по пектату меди, в водной вытяжке и в вытяжке соляной кислотой и лимоннокислым аммонием, как это обычно принято при извлечении пектинов. Напомним, что в соответствии с принятым методом извлечения пектиновых веществ, в целях отделения их от других веществ, растительный материал предварительно обрабатывается кипящим этиловым спиртом. Учесть спирторастворимую фракцию пектиновых веществ в плоде этими методами нам не удалось, так как в ней не полу-

* Работа выполнена под руководством В. В. Арасимович.

чается характерного осадка пектата. По аналогии с данными, полученными при исследовании пектинов сахарной свеклы, можно было полагать, что в спирторастворимой фракции кормового арбуза также содержится галактуронозная кислота, не осаждаемая хлористым кальцием. По этой же причине не удалось получить и данных о содержании пектиновых веществ в водном (при 45°C) и в спиртовом экстракте вегетативных органов растения.

Исходя из этого, для учета всех фракций мы использовали методику, применявшуюся А. Кизелем и Т. Гапоненковым, основанную на учете уроновых кислот по методу Толленса-Левефра. Этот метод имеет свои недостатки, но в данном случае позволяет учесть, наряду с другими, и спиртовую фракцию.

Работа проводилась на сорте Пектинный. Наблюдениями охвачен период развития растений от фазы 4—5 листов до фазы массового плодоношения. Для анализа растения отбирались в три срока: в фазе 4—5 листов, в фазе начала образования плети (стебля) и в фазе массового плодоношения и расчленялись на части, исследовавшиеся отдельно. Плоды разного возраста отбирались по принятой нами методике (1).

Из соответствующих частей растений и из плодов отбирали большую среднюю пробу, во много раз превышающую навеску, необходимую для анализа, и измельчали ее. Навеску измельченного материала заливали горячим спиртом и экстрагировали на водяной бане, как это принято для углеводов (3). Это первая фракция, куда и входит свободная галактуронозная кислота.

Затем получали фракции воднорастворимого пектина и нерастворимого протопектина.

Таким образом мы получили три фракции и во всех трех экстрактах определяли уроновые кислоты методом Толленса-Левефра. Поскольку основой пектиновых веществ является галактуронозная кислота, мы по ней и производим расчет. Все результаты в таблицах и графиках выражены в % галактуронозной кислоты на сухой вес.

По тому, как пектиновые вещества извлекаются разными растворителями, видно, что в разных тканях и частях растения они не имеют одинакового состава.

В листьях (пластинках) в ранние периоды жизни растения, когда главным образом формируется листо-стеблевой аппарат, наблюдается самое высокое содержание галактуронозной кислоты спирторастворимой, то есть свободной галактуронозной кислоты.

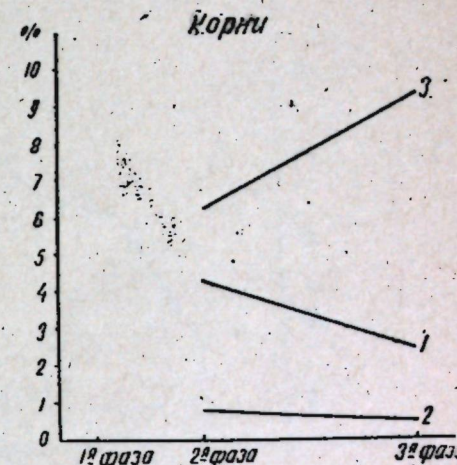
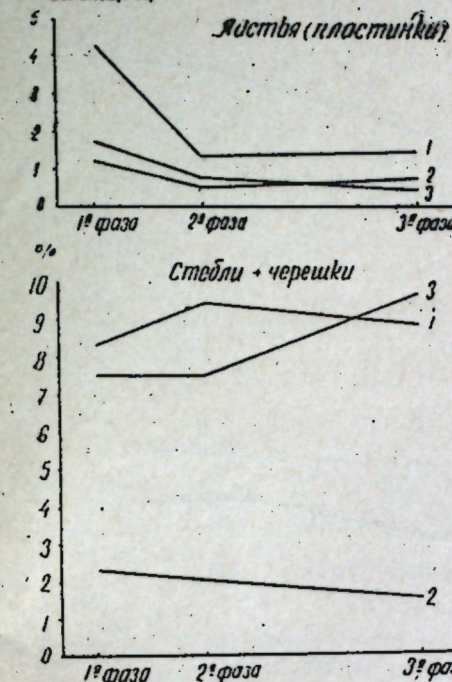
Следует отметить, что резких отличий между «старыми» и «молодыми» частями вегетативных органов (листья разных ярусов, отрезки плети по длине растения) в отношении содержания галактуронозной кислоты мы не обнаружили и поэтому приводим средние данные (рис 1).

В фазу плодоношения количество галактуронозной кислоты по сравнению со спирторастворимой фракцией снижается примерно втрое. Однако убыль спирторастворимой фракции не приводит к росту воднорастворимой. По всей вероятности, это происходит вследствие усиливающегося оттока галактуронозной кислоты к другим органам вегетирующего растения и особенно к формирующимся плодам.

В стеблях и черешках во все фазы развития содержание галактуронозной кислоты во всех фракциях значительно выше, чем в листьях, и количество ее мало изменяется за вегетационный период (рис. 1). Возможно, это отчасти обусловлено тем, что образование и отток в этих частях растения примерно одинаковы.

В корнях (рис. 1) общее содержание пектиновых веществ ниже, чем в черешках и стеблях, но значительно выше, чем в листьях. Количество

Галактуронозная кислота %



1 - в спиртовом экстракте
2 - в воднорастворимом пектине
3 - в нерастворимом пектине

Рис. 1.

Таблица 1

Распределение галактуронозной кислоты по фракциям в плодах разного возраста (в % от ее общего содержания)

Возраст плодов	Галактуронозная кислота		
	в спиртовом экстракте	в воднорастворимом пектине	в нерастворимом пектине
1 неделя	30,6	14,8	54,6
2 недели	21,1	19,8	58,1
3 недели	27,0	23,9	49,1
4 недели	14,6	37,0	48,4
6,5 недели	12,0	41,4	46,6
(зрелый) 8 недель	11,0	40,7	48,2

свободной галактуронозной кислоты в корнях по мере роста и развития растения уменьшается, в то время как в нерастворимом пектине она накапливается.

Характерным для всех вегетативных органов растения кормового арбуза является невысокое и при том мало изменяющееся за вегетационный период содержание воднорастворимого пектина.

Как уже отмечалось ранее (1), количество пектинов в плодах в несколько раз больше, чем во всех вместе взятых остальных частях растения. Накопление пектиновых веществ в основном происходит в период

галактуроновой кислоты

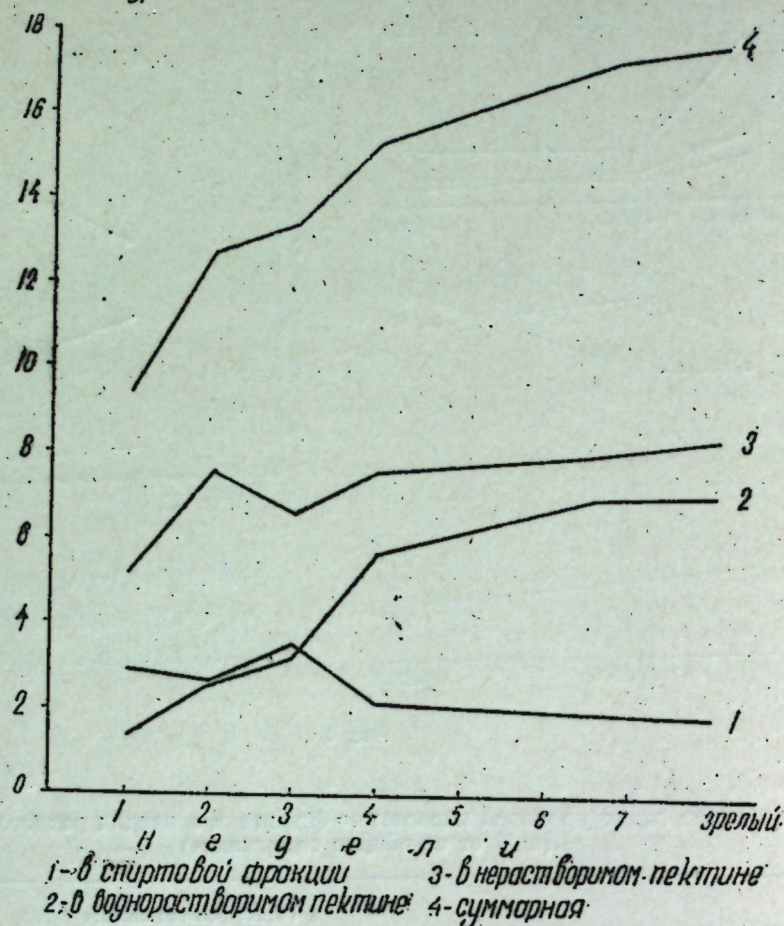


Рис. 2.

интенсивного роста плодов до 6-недельного возраста (рис. 2). Распределение веществ уронувокислого комплекса по фракциям после 6 недель уже мало изменяется.

Сопоставляя данные по содержанию галактуроновой кислоты в плоде, можно видеть, что соотношение фракций ее не постоянно (табл. 1).

Накопление пектиновых веществ в процессе созревания плодов идет в основном за счет нарастания воднорастворимой фракции. Содержание протопектина мало изменяется, составляя не менее половины общего содержания пектиновых веществ.

Хотя количество свободной галактуроновой кислоты (в % на сухой вес) небольшое и мало изменяется за время созревания, но ее доля в общем содержании сильно снижается.

Суммируя полученные данные по распределению галактуроновой кислоты (пектиновых веществ) в растении кормового арбуза, можно отметить, что в период вегетации в ассимилирующих органах не отмечается накопления ни свободной, ни воднорастворимой галактуроновой кислоты, что свидетельствует об ее оттоке из этих органов. В плодах идет накопление, главным образом, воднорастворимого пектина, наряду со снижением содержания свободной галактуроновой кислоты. Это в известной степени подтверждает высказанное ранее предположение об образовании пектиновых веществ в плодах в результате окисления моносахаров и полимеризации свободной галактуроновой кислоты, поступающих в плоды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арасимович В. В., и Райк С. Я., Пектиновые вещества бахчевых, Сообщение I. Известия МФАН, 1958, № 5(50).
2. Гапоненков Т. К., О биосинтезе пектиновых веществ в растениях, «Биохимия», т. 22, вып. 3, 1957.
3. Кизель А. Р., Практическое руководство по биохимии растений. М., 1934.
4. Кизель А. Р. и Яцына, «Бюллетень Московского об-ва испытателей природы», 1936, 15.
5. Кострубин М. В., Генезис пектиновых веществ и гемицеллюлоз в стеблях льна. «Ученые записки Орловского пединститута», вып. 2, 1947.
6. Кострубин М. В., Пектиновые вещества и гемицеллюлозы стеблей льна, Биохимия, т. 18, вып. 2, 1953.
7. Цереветинов Ф. В., Химия и товароведение свежих плодов и овощей, т. I, 1949.

С. Я. РАЙК

СУБСТАНЦЕЛЕ ПЕКТИЧЕ ДИН КУКУРБИТАЧЕЕ.

КОМУНИКАРЯ А 4.

Композиция фракционарэ а субстанцелор пектиче дин планта пепенулуй верде фуражер

Резумат

Артиколул купринде дате ку привире ла скимбаря композицией фракционаре а субстанцелор пектиче дин диферите органе але плантей пепенулуй верде фуражер ын курсул вежетацией. Ын фрукте се акумулязэ мулт май мулте пектине, декыт ын челелалте пэрць але плантей. Се акумулязэ май алес пектина солубилэ, кантитатя де протопектинэ вариязэ май пуцин, формынд ынсэ ын курсул а диферите фазе де коачере чел пуцин о жумэтате дин кантитатя глобалэ де пектинэ. Ын ачелаш тимп аре лок ун прочес де деверсаре а формелор солубиле де пектинэ (ачидул галактуроник) дин органеле аснимиланте.

S. Y. RAIK

THE FRACTIONAL COMPOUND OF PECTINES IN THE FODDER WATER-MELON PLANT

Summary

In the article are given data about dynamics of pectines fractional compound in different plant organs of the fodder water-melon in its vegetation period. In the fruits pectines accumulates considerably more than in other parts of the plant. The accumulation proceeds on the whole at the expence of the water-soluble. The protopectine contents changes less, but at various ripening phases constitutes not less than a half of the general contents. At the same time a reflux of the dissoluble pectine forms (galacturonic acid) from the assimilative organs is going on.

А. В. МЕЛЬНИК

ПЕКТИНОВЫЕ ВЕЩЕСТВА БАХЧЕВЫХ

СООБЩЕНИЕ 5

Пектолитические ферменты кормового арбуза.
Пектинметилэстераза *

Внедрение в производство метода получения пектина из кормового арбуза (3) требует детального исследования целого ряда вопросов, связанных с теми качественными и количественными изменениями, которые претерпевает молекула пектина как в период послеуборочного хранения плодов, так и на первых этапах технологического процесса.

Наиболее характерными изменениями, происходящими в молекуле пектина в период созревания и послеуборочного хранения плодов, являются следующие (15):

- а) гидролиз протопектина с накоплением воднорастворимого пектина;
- б) гидролиз эфирных связей в пектине с образованием свободного метилового спирта и частично или полностью деметоксилированной полигалактуроновой кислоты;
- в) гидролиз 1, 4 α -глюкозидных связей в полигалактуроновой кислоте с образованием свободной галактуроновой кислоты. Эти изменения происходят под действием соответствующих ферментов, находящихся в тканях растений: протопектиназы, пектинметилэстеразы (ПЭ) и полигалактуроназы (ПГ). Правда, в отношении протопектиназы имеется мнение, что этот фермент (15) идентичен с полигалактуроназой, так как мацерация тканей, характерная для действия протопектиназы, то есть гидролиз протопектина, сопровождается образованием полиуронидов непектинового характера и галактуроновой кислоты.

Некоторые авторы (24) на основании хроматографического анализа продуктов гидролиза пектина, вызванного действием ПГ, предполагают существование нескольких ПГ, которые якобы расщепляют полигалактуроновую кислоту соответственно до: тетра-, ди- и моногалактуроновой кислот.

Имеется предположение о возможном существовании ферментов деполимеразы и полиметилгалактуроназы (23, 18), также разрушающих пектин.

Некоторые исследователи (14, 9) предполагают, что разрушение пектиновых веществ происходит не только ферментативным путем, но и под

* Работа выполнена под руководством В. В. Арасимович.

действием окислительной системы, состоящей из аскорбиновой кислоты и перекисей, которые всегда в тех или иных количествах присутствуют в растительных тканях.

Более подробно изучено изменение в молекуле пектина под действием пектинметилэстеразы (ПЭ). Катализируя отщепление метилового спирта из молекулы пектина, ПЭ снижает процентное содержание метоксильных групп в пектине. Кроме того, известно (12), что степень глюкозидного гидролиза пектина (разрушение полигалактуроновой цепи) обратно пропорциональна содержанию метоксильных групп и, следовательно, действие ПЭ на пектин активируется присутствием ПЭ.

Таким образом, от наличия и свойств ПЭ в растительных тканях зависят главные изменения, происходящие в пектиновой молекуле.

Пектинметилэстераза широко распространена в высших растениях. Наиболее богаты этим ферментом томаты (11, 21), флаведо и альбедо цитрусовых (20), табак (10), люцерна (17), картофельная ботва, бузина (10), а также плесневые грибы. У большинства растений ПЭ сильно адсорбирована на водно-нерастворимых компонентах клеток. Так, в цитрусовом соке, непосредственно выжатом из плодов, содержится еще значительная активность ПЭ, а в центрифугированном, не содержащем твердых частиц, активность ПЭ очень слабая (10). То же наблюдается и у других растительных объектов.

Пектинметилэстераза в течение вегетационного периода растений ведет себя по-разному. Например, по данным Кертца (16) и других (21), активность ПЭ томатов возрастает по мере развития плодов, достигая максимального значения при полном их созревании. Обратное явление наблюдал Верман (25) у груш. Активность ПЭ в «молодых» плодах груш (до 12 июля максимально) значительно выше, чем у более зрелых, а самая слабая активность у плодов за две недели до уборочной зрелости. Почти постоянной в течение вегетационного периода остается активность ПЭ у огурцов (7) и табака (10).

Пектинметилэстераза, как и другие эстеразы, является весьма специфичным ферментом. Установлено, что ПЭ томатов, цитрусовых, люцерны и *Sagisa rарауа* неспособны гидролизовать гликолевый и глицериновый эфиры пектиновой кислоты (8). Специфичность ПЭ проявляется не только по отношению к эфирным группам, но и в отношении самой урновой цепи. Субстратом действия ПЭ не может быть любой метоксильрованный уронид, а лишь такой, в который входит полигалактуронозная кислота.

Активность ПЭ в значительной степени изменяется в зависимости от температуры и значения pH среды, а также от концентрации субстрата. У ферментов различного происхождения устойчивость к температуре неодинакова. Что же касается оптимального значения pH, то для ПЭ большинства высших растений оно находится в пределах 6—8, за исключением ПЭ табака, которая наиболее активна при pH 4,4 (2).

Изучению ПЭ посвящено много работ в связи с широким ее использованием. Препараты ПЭ применяются для количественного определения метоксильных групп в пектине, для получения низкоэтерифицированных пектинов, для активации препаратов пектиназы в производстве плодоягодных соков, в ликеро-водочной и винодельческой промышленности и т. д.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Объектом нашего исследования были плоды кормового арбуза *Citrullus colosynthoides* с высоким содержанием пектиновых веществ (1), предложенные в качестве сырья для получения студнеобразующего препарата пектина (3).

Активность ПЭ определялась нами по методике, описанной Жакен для ПЭ яблок (13) и основанной на учете метилового спирта, образовавшегося при действии фермента на пектин. В отличие от этой методики количество метилового спирта мы учитывали не колориметрически, как рекомендует Жакен, а окислением его $KMnO_4$ в щелочной среде по Полларду и Киссеру (22). Избыток перманганата определялся иодометрическим титрованием. За единицу активности ПЭ принималось то количество ПЭ, которое содержится в одном грамме сырого вещества и способно выделить из пектина при pH равном 6,5 и температуре 20° в течение часа 0,032 мг CH_3OH .

В качестве субстрата мы применяли 0,5-процентный раствор пектина из жомы сахарной свеклы, полученного нами из Всесоюзного научно-исследовательского института кондитерской промышленности. Этот препарат содержал: пектина по пектату 75,31—77,2%, метоксильных групп 4,76%, золы 1,05% и воды 12,5—15,3%.

Активность ПЭ в плодах кормового арбуза исследовалась нами в течение вегетационного периода, а также во время послеуборочного дозревания и хранения плодов. Изучалось также действие ПЭ зрелых плодов в зависимости от pH и температуры среды, а также от концентрации субстрата. Содержание пектиновых веществ определяли объемным методом и выражалось в % Са-пектата на сырой вес, пользуясь коэффициентом 6,5 (6).

Данные сравнительной характеристики сортов кормового арбуза по активности ПЭ приведены в таблице 1.

Исследованные сорта кормового арбуза по их ПЭ активности можно условно разделить на три группы:

- к первой группе можно отнести сорта, обладающие наивысшей ПЭ активностью (3,08—2,9 единиц), Бродский, Пектинный, Херсонский;
- ко второй группе относятся сорта со средней активностью ПЭ (2,3—1,5 ед.): Семиреченский, Цюрюпинский, Местный 12-06, Дисхим, Местный 11-56;

Таблица 1

Активность ПЭ в плодах кормового арбуза в съёмной зрелости в относительных единицах

Сорт	Активность ПЭ	Содержание пектиновых веществ (% Са-пектата)*
Бродский	3,08	0,57
Пектинный	2,90	0,76
Херсонский	2,93	0,58
Семиреченский	2,30	0,66
Цюрюпинский	2,30	0,46
Местный 12-06	2,10	0,42
Дисхим	2,02	0,64
Местный 11-56	1,56	0,62
Кормовой 4-37	0,70	0,67
Родезнец	0,32	0,47

* Данные приведены из статьи С. В. Балтага (4).

в) в третью группу входят сорта с наименьшей активностью (0,7—0,3 ед): Кормовой 4-37 и Родезиец;

Интересным представляется тот факт, что сорт Родезиец обладает самой малой пектинметилэстеразной активностью и резко отличается в этом отношении от других сортов кормового арбуза. Более того, как нам удалось установить, ПЭ сорта Родезиец и по своим свойствам также отличается от ПЭ других сортов. В связи с этим следует отметить, что Родезиец выделен М. К. Гольдгаузен по ряду ботанико-селекционных признаков в особый вид *Citrullus ancestralis*.

Сопоставляя сорта по активности их ПЭ и по содержанию пектиновых веществ, мы видим, что между этими двумя факторами не наблюдается зависимости. Так, сорта, обладающие высокой ПЭ активностью, содержат сравнительно небольшое количество пектиновых веществ, и наоборот. Только сорт Пектинный, проявляя высокую активность ПЭ, содержит и наибольшее количество пектина. У этого сорта в период вегетации, наряду с накоплением пектиновых веществ, идет и увеличение ПЭ активности (табл. 2). Этот вопрос нуждается в дальнейшем изучении.

Таблица 2

Изменение активности ПЭ и содержания пектиновых веществ в плодах кормового арбуза сорта Пектинный в различные фазы вегетации 1958 г.

Возраст плодов	Активность ПЭ	Содержание пектиновых веществ (в % Са-пектата) на сырой вес
Недельные	1,56	0,20
Двухнедельные	1,51	0,29
Трехнедельные	1,51	0,37
Четырехнедельные	2,98	0,52
Шестинедельные	3,15	0,64
Восьминедельные (зрелые)	3,15	0,68

Изменение активности ПЭ у кормового арбуза в период вегетации такое же, как у томатов и яблок, отличается от активности ПЭ у табака, груши и представителя другого рода бахчевых — огурца. Напомним, что согласно Бэлл (7) активность ПЭ огурца в период вегетации остается почти постоянной.

В период послеуборочного дозревания и хранения плодов активность ПЭ у кормового арбуза продолжает увеличиваться на протяжении первых трех месяцев, достигая максимума в январе. В последующий период активность ПЭ уменьшается и в мае месяце достигает 3,2 ед. (см. рис. 1). В мае опыты по хранению плодов были прекращены.

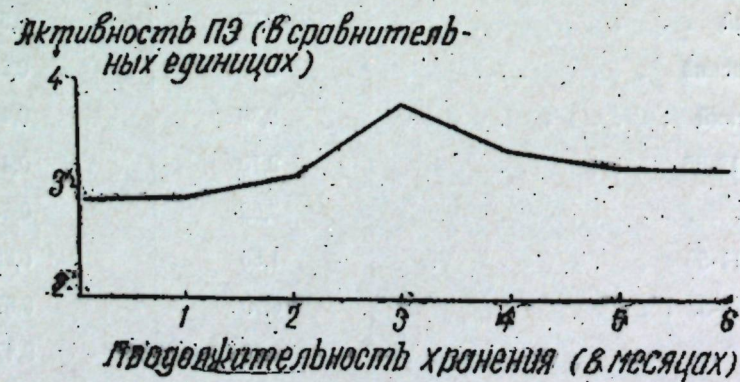


Рис. 1.

В связи с тем, что в различных частях плода кормового арбуза содержится неодинаковое количество пектиновых веществ и для производства пектина рекомендуется использовать только кору с коровой паренхимой (4), выявилась необходимость изучить активность ПЭ в различных частях плода (табл. 3).

Из данных таблицы 3 видно, что разные части плода обладают почти одинаковой активностью фермента.

Совершенно иное мы обнаружили, когда разделили измельченную массу плода на жом и сок. Наибольшей пектинметилэстеразной активностью обладал жом, в соке и в отцентрифугированной сыворотке было определено только 50% общей активности.

Таблица 3

Сравнительная активность ПЭ в различных частях плода кормового арбуза в съёмной зрелости*

Сорт	Средняя проба из всего плода		Коровая паренхима		Мякоть	
	активн. ПЭ	содержан. пектина	активн. ПЭ	содержан. пектина	активн. ПЭ	содержан. пектина
Пектинный	2,9	0,76	2,1	0,57	2,1	0,47
Бродский	3,08	0,57	2,7	0,67	2,4	0,35
Семиреченский	2,3	0,66	2,6	0,61	2,8	0,48
Родезиец	0,32	0,47	0,21	0,54	0,18	0,25

Это находится в соответствии с данными по ПЭ других высших растений: томатов, citrusовых, табака и т. д. Например (20), в соке томатов обнаруживается 37,3% общей активности ПЭ плода, а в сыворотке — только 13,4%. Следовательно, у плодов кормового арбуза, как и у других высших растений, ПЭ адсорбирована на твердых частицах тканей и поэтому для определения ее активности необходима предварительная десорбция фермента. В наших опытах это достигалось применением буферного раствора с рН 6,5 и общей концентрацией ионов

Na и K эквивалентной 0,37 M[Na]⁺.

При изучении активности ПЭ при разных величинах рН среды у четырех сортов кормового арбуза (см. рис. 2) обнаружено, что максимальная активность фермента проявляется при рН среды 6,5—7,0. С повышением кислотности среды активность фермента у трех сортов (Семиреченский, Бродский, Пектинный) быстро падает, составляя при рН = 4,0 соответственно только 0,96, 9,0 и 12,4% от максимальной активности ПЭ плода.

По устойчивости ПЭ к рН среды из четырех сортов выделяется сорт Родезиец. У него при рН = 4,0 мы наблюдали только 50-процентную инактивацию фермента. В естественных условиях (рН сока кормового арбуза колеблется в пределах 4,0—5,0) наибольшей активностью ПЭ обладает сорт Родезиец. В связи с этим у данного сорта повышена

* Данные по содержанию пектиновых веществ приведены из статьи С. В. Балтаги (4).

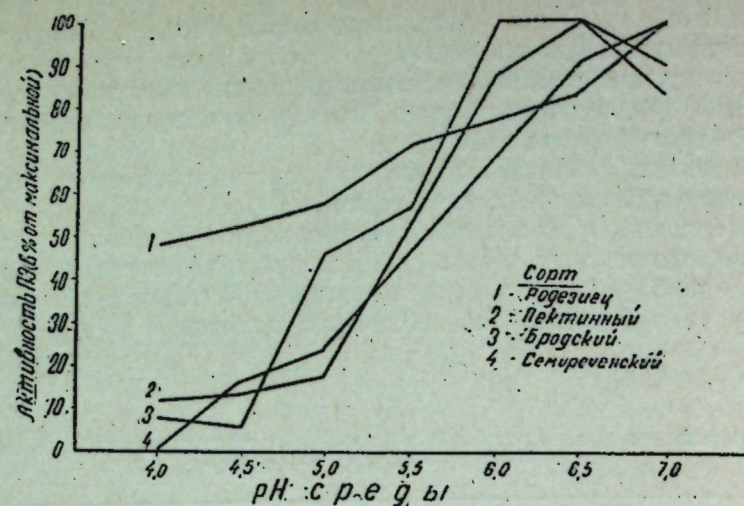
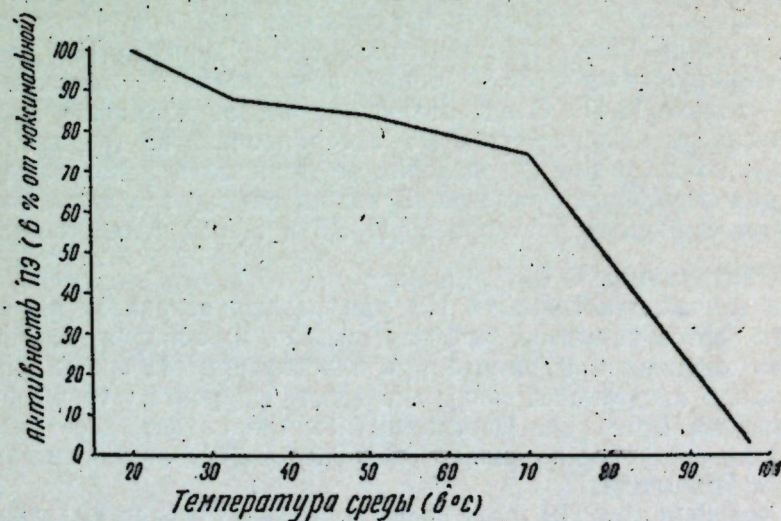


Рис. 2.

активность полигалактуроназы, более глубоко разрушающая молекулу пектина, в результате чего лежкость плодов понижается. Известно, что сорт Родезиец является менее лежким, чем другие сорта кормового арбуза (5).

При pH среды 3,0 и ниже ПЭ у всех четырех сортов арбуза инактивируется полностью.

ПЭ кормового арбуза отличается от ПЭ других высших растений более высокой термостабильностью (см. рис. 3). При 80°C ПЭ кормового арбуза теряет только 48% своей активности, в то время как ПЭ многих других растений при этой температуре полностью инактивируется.



Р.

Установленные оптимальные условия действия пектин-метилэстеразы кормового арбуза дают возможность сделать вывод, что на первом этапе предлагаемой технологической схемы переработки кормового арбуза (3) (то есть в процессе экстракции — гидролиза, происходящего при pH = 1,0 и 72°C) действие данного фермента будет полностью подавлено и таким образом ферментативное деметоксилирование молекулы пектина будет исключено.

Изменение активности фермента в зависимости от концентрации субстрата показано на рис. 4. Как видно, активность ПЭ остается почти постоянной при малых концентрациях субстрата (0,1—0,4) и достигает максимального значения при концентрации 0,5%. Более высокие концентрации субстрата подавляют действие фермента, и при концентрации 2% активность ПЭ составляет только 40% максимальной активности плода.

Учитывая значительное содержание пектиновых веществ у других представителей бахчевых и связанную с этим возможность привлечения их в качестве источника пектина, мы сочли нужным выяснить наличие и активность у них пектинметилэстеразы. Кроме того, это интересно в целях обнаружения возможной связи между активностью фермента и содержанием пектина.

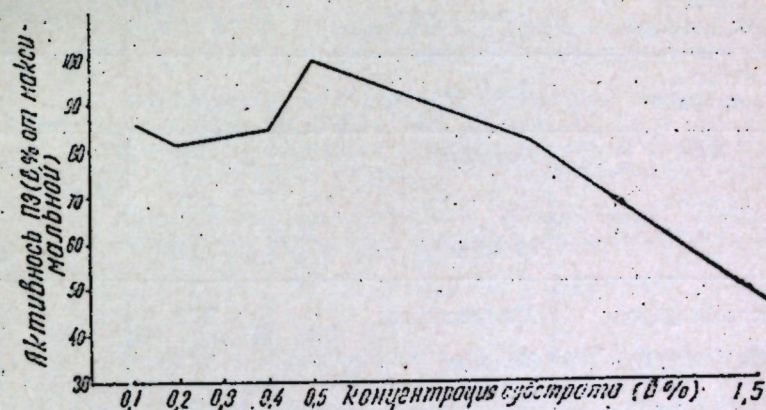


Рис. 4.

Для этой цели мы подвергли сравнительному изучению по этому показателю и другие роды бахчевых — тыкву, дыню, а также представителей столовых арбузов (табл. 4).

Рассматривая приведенные данные, мы видим, что отдельные бахчевые по активности ПЭ отличаются не только в пределах вида и рода, но и в зависимости от сорта. Наибольшей активностью ПЭ обладает род дыни, близок к нему столовый арбуз, и наименьшей — некоторые сорта рода кормового арбуза (см. табл. 1).

Наименьшие колебания активности ПЭ по сортам наблюдаются у столового арбуза (3,96—3,78 ед.), в то время как у кормового арбуза активность ПЭ колеблется в широких пределах в зависимости от сорта: от 0,3 до 3,08 сравнительных единиц.

Изучение пектолитических ферментов (ПЭ и ПГ) у различных видов и форм бахчевых продолжается нами в настоящее время так же, как и дальнейшее изучение изменений пектинов под влиянием этих ферментов при хранении и переработке плодов кормового арбуза.

Таблица 4

Активность ПЭ в плодах бахчевых

Род, вид	Сорт	Активность ПЭ	Содержание пектиновых веществ (в % Са-пектата)
Citrullus edulis	Кубинец	3,97	0,20
	Сигув	3,90	0,25
	Байрагский	3,78	0,24
	Пионер пустыни	3,78	0,44
Citrullus colocynthoides	Разные сорта	3,08—0,7	0,42—0,76
Citrullus ancestralis	Родезиец	0,32	0,47
Melo cucumelon	Капталупа	4,85	0,36
	Колхозница	4,71	0,25
	Медовая	3,78	0,33
Cucurbita pepo	Мозолеевская	2,62	0,38
Cucurbita maxima	Медовая	3,07	0,30
Cucurbita moschata	Витаминная	3,56	0,38

ВЫВОДЫ

1. В плодах кормового арбуза, как и в плодах других бахчевых (столовый арбуз, дыня, тыква), обнаружен фермент пектинметилэстераза, катализирующий отщепление метилового спирта от молекулы пектина.

2. Активность пектинметилэстеразы кормового арбуза колеблется в зависимости от сорта в широких пределах — от 0,30 до 3,08 сравнительных единиц. Наибольшей активностью обладают сорта Бродский, Пектинный и Херсонский, наименьшей — Родезиец и Кормовой — 4 — 37.

3. Пектинметилэстераза кормового арбуза отличается от ПЭ других высших растений: томатов, люцерны, цитрусовых и т. д. своей устойчивостью к нагреванию.

4. Были найдены оптимальные условия действия пектинметилэстеразы кормового арбуза: pH 6,5—7,0, температура 20°C, концентрация субстрата 0,5%. Повышение кислотности среды до pH = 3,0 и нагревание до кипения ведет к полной инактивации фермента. Таким образом, при рекомендуемых для выделения пектина условиях (pH около 1, температура 72°C) нет оснований опасаться ферментативной деме-токсиляции молекулы пектина.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Арасимович В. В., Пектиновые вещества растений, «Биохимия культурных растений», т. 8, 1948.
2. Асмаев Т. Г. и Мухина Н. Н., К характеристике действия пектолитических ферментов табака. Труды Краснодарского института пищевой промышленности. вып. 8, 1956.
3. Балтага С. В., Выделение студнеобразующего пектина из кормового арбуза. «Известия Молд. филиала АН СССР», 1959, № 5(59).
4. Балтага С. В., Сортная характеристика кормовых арбузов по содержанию и локализации пектиновых веществ в плодах, «Известия Молд. филиала АН СССР», 1959, № 5(59).
5. Пангало К. И., Кормовые бахчевые в Молдавии, Госиздат Молдавии, 1954.
6. Раик С. Я., Объемный метод определения пектинов в кормовом арбузе, «Известия Молд. филиала АН СССР», 1958, № 5(50).
7. Bell T. A., Etchells J., Jones I. D., Pectinesterase in cucumber. Arch. Biochem. and Bioph. v. 31, № 3, 1951.
8. Deul H., Helv. Chim. Acta, 30, 1523, 1947.
9. Griffin J. H., Kertesz Z. I., Changes which occur in plant tissue upon treatment with various agents. Bot. gaz. v. 108, № 12, 1946.
10. Holden M., Study of pectase. Biochem. Jour. 40, 103, 1946.
11. Hills C. and Mottern H. H., Properties of tomato pectase. Jour. Biol. Chem. v. 168, № 2, 1947.
12. Jansen E. F., MacDonnel L. R., Influence of methoxyl content of pectic substances on the activity of polygalacturonase: Simultaneous action of polygalacturonase and pectinesterase on pectin. Arch. Biochem. v. 8, 97—112, 1945.
13. Jacquin C., Pectinmethylesterase et matieres pectiques dans la pomme. Annales de l'Inst. National de la Recherche agronomique. Ser E Annales de Technologie agricole. An. 4, N 1, 1955.
14. Kertesz Z. I., A possible non — enzymatic mechanism of changes occurring in the pectic substances and other polysaccharides in living plants. Plant Physiol. v. 8, № 2, 1943.
15. Kertesz Z. I., Pectic substances. Intersciens Publishers, 1951.
16. Kertesz Z. I., Pectic enzymes. II. Pectic enzymes of tomatoes. Food Research v. 3, № 5, 1938.
17. Lineweaver H., Ballou G. A., Effect of cations on the activity of alfalfa pectinesterase (pectase). Arch. Biochem. 6, 373—387, 1945.
18. McColoch R. J., Kertesz Z. I., An unusually Heat Resistant Pectolytic factor from tomatoes. Arch. Biochem. v. 17, № 1, 1948.
19. McColoch R. J., Kertesz Z. I., A comparison of fungal pectinesterase and higher plant pectinesterase. Arch. Biochem. v. 13, 217, 1947.
20. MacDonnel L.R., Jansen E. F., Lineweaver H., The properties of orange pectinesterase. Arch. Biochem. v. 6, 389, 1945.
21. Pithawala H. R., Savur C. R., Sreenivasan A., Characterization of tomato pectinesterase. Arch. Biochem. v. 17, № 2, 1948.
22. Pollard A., Kiesser M. E., The pectase activity of apples. J. Sci. Food Agr. 2, № 1, 1951.
23. Seegmiller C. G., Jansen E. F., Polymethylgalacturonase an enzyme causing the glycosidic hydrolysis of esterified pectic substances. Jour. Biol. Chem. v. 195, 327—336, 1952.
24. Schubert E., Die trammung der pectin glykosidasen PG aus Aspergillus niger durch selektive inaktivierung und adsorption. Biochem. Z. 323, 78—88, 1952.
25. Weurman G., Pectase in Doyenne Boussoch Pears and changes in the enzymes quality of the enzymes during development. Acta bot. neerl. 3, 100—107, 1954.

А. В. МЕЛНИК

СУБСТАНЦЕЛЕ ПЕКТИЧЕ ДИН КУКУРБИТАЧЕЕ

КОМУНИКАРЯ А 5-Я

Ферментций пектолитичь ай пепенелуй верде фуражер пектинметилетероза

Резумат

Артиколул купринде дате обцинуте ын урма студийерий проприетэ-цилор ферментулуй пектинметилетероза пе каре-л концине пепенеле верде фуражер; ачастэ студиере а фост ынтрепринсэ ын легэтурэ ку лукрэриле ефектуате ын лабораторул де биохимие а плантелор ал Фи-лиалей Молдовенешть а Академией де Штинце а Униуний РСС ын скопул утилизерий ачестей планте ын калитате де материе примэ пей-тру кэпэтаря пектиней пе кале индустриалэ. Ын фруктеле пепенелуй верде фуражер, ка ши ын фруктеле алтор кукурбитачее, а фост гэсит ферментул пектинметилетероза, каре катализязэ сепараря спиртлулуй метилик де молекуле пектиней. Акциуня ачестуй фермент ын фрук-теле пепенелуй верде фуражер вариязэ ын функцие де сорт пе о скаре ларгэ: де ла 0,30 ла 3,08 унитэць компаративе.

Пектинметилетероза дин пепенеле верде фуражер се деосебеште де пектинметилетероза дин челелалте планте суперноаре: пэтлэжеле, лу-чернэ, читрушь, прин стабилитате ла ынкэлзире.

Ау фост студияте кондициле акциуний ферментулуй ши акциуня луй атыт ын курсул пэстрэрий фруктелор ынаинте де прелукраре, кыт ши ын кондициле че се формязэ ын курсул кэпэтарий пектиней. Са демонстрат кэ ын ачесте кондиций ферментул ну есте актив ши ну ым-педикэ ын мод практик обцинеря уней пектине де калитате суперноарэ.

A. V. MELNIK

PECTIC ENZYMES OF THE FODDER WATER-MELON
PECTINMETHYLESTERASE

Summary

In the present article are adduced data about the study of availability and properties of pectinmethylesterase of the fodder water-melon in connection with the scientific works carried out in the Laboratory of Plant Biochemistry of the Moldavian Branch of the U. S. S. R. Academy of Sciences on the utilization of this vegetable object in the capacity of raw material for industrial obtaining of pectin. In the fodder water-melon fruits, as in other fruits of the cucurbitaceae family, has been discovered pectinmethylesterase, enzyme, which catalyses the hydrolysis of methyl ester of pectine molecules. The activity of this enzyme in fodder water-melons oscillates depending on the variety within broad limits: from 0,30 to 3,08 comparative units. The fodder water-melon pectinmethylesterase differs from the PE of other higher plants: tomato, lucerne, citruc plants by its stability at heating.

There were studied optimum conditions of the enzymes action and its activity both at the fruits storage before working, as in conditions arising at pectin obtaining. It is pointed out that in such conditions the enzyme is unactive and its presence practically do not prevent from obtaining high-quality pectin.

С. В. БАЛТАГА

ПЕКТИНОВЫЕ ВЕЩЕСТВА БАХЧЕВЫХ

СООБЩЕНИЕ 6

Выделение студнеобразующего пектина из кормовых арбузов*.

Методам выделения пектинов посвящено довольно много работ, особенно в связи с изучением химической природы пектинов. Впервые пектиновые вещества были выделены в 1825 году в виде сухих препаратов из отжимных соков осаждением спиртом.

В зависимости от формы пектинов (растворимой или нерастворимой в воде), в которой они находятся в растительных тканях, получают их различными химическими методами: нейтральной, кислотной или щелочной экстракцией или диализом в присутствии кислот.

Наиболее простым и давно известным приемом выделения пектина является метод экстракции горячей водой. Эрлихом с сотрудниками (16), разработавшими этот метод, были выделены и изучены препараты пектина многих растений. Длительность процессов, приводящая к деградации молекул пектина, и все же неполное его извлечение водой характеризуют несовершенство этого метода.

Schneider и Bock (25) показали, что полученные Эрлихом «гидратопектины» были в значительной степени деградированы и, следовательно, не соответствовали в полной мере природным пектиновым веществам, входящим в состав растений. Тем не менее, этот метод применялся многими исследователями при изучении химического состава пектина различных растений (1, 3, 4, 5, 12, 15, 25).

Более полное извлечение пектиновых веществ достигается при непродолжительном экстрагировании кипящей водой под давлением (10, 13, 16).

Сосновский и Стойков (11, 24) указывают, что если в растительных материалах пектиновые вещества представлены главным образом протопектином, то для их выделения нельзя прибегать к обычному выщелачиванию. Ряд других литературных данных также показывает, что в таких случаях необходимо воздействие температуры и химических агентов.

Nanji и Norgman (21) был разработан метод выделения пектина путем последовательной обработки материала водой, щавелевой кислотой и щавелевокислым аммонием с последующим осаждением спиртом. Этот метод в ряде случаев с некоторыми изменениями применялся в практике советских исследователей (Гогия Т., Егоров И. А., Захаров И. П., Кострубин М. В., Проскуракова И. И., Хачидзе О. Т. и др.).

* Работа выполнена под руководством В. В. Арасимович.

Известное применение нашел и метод извлечения пектиновых веществ щавелевокислым аммонием (9, 14, 20). Однако наиболее эффективной является кислотная экстракция, обеспечивающая при определенных условиях достаточно полное извлечение пектина, сохраняющего удовлетворительную железирующую силу. В литературе известно много вариаций этого метода. В лабораторной практике нашли применение в качестве экстрагентов ряд органических кислот: винная, лимонная, молочная, уксусная, щавелевая и яблочная (14, 20, 24). Широко используются в лабораторных и особенно в производственных условиях недорогостоящие минеральные кислоты H_2SO_4 , HCl , H_2SO_3 , главным образом в тех случаях, когда пектин осаждается из экстракта (10, 11, 18, 20, 22, 23).

Некоторыми исследователями (20, 23) для экстракции предложены $NaOH$, Na_2CO_3 , NH_4OH , но в то же время установлено, что щелочная экстракция непригодна для получения высокометоксилированных пектинов.

Сравнительно недавно для улучшения процессов экстрагирования, главным образом протопектина, из материалов с повышенным содержанием кальция и магния было предложено применять полифосфаты (гексаметофосфат, тетраметофосфат, тетрафосфат и тетрапирофосфат натрия). Ценным свойством их является способность связывать ионы кальция и магния в комплекс.

Осаждение пектиновых веществ спиртом, примененное впервые в 1825 году Браконно, и сейчас используется многими исследователями. Egmelt и Sage (17) установили, что этанол количественно осаждает пектин из раствора, ацетон и изопропиловый спирт также дают хорошие результаты (20). Метод осаждения пектина из частично нейтрализованных экстрактов солями поливалентных металлов ($CaCl_2$, $AlCl_3$, $Al_2(SO_4)_3$, алюминиевые квасцы и др.) широко используется как в условиях производства пектина, так и для приготовления лабораторных образцов.

Условия осаждения пектина солями различных поливалентных металлов и получение из коагулята чистых препаратов пектина описаны в работах Сосновского (11), в сводке по пектинам Kertesz (20) и в работах других исследователей (13, 18).

В последние два десятилетия сильно возрос интерес к низкоэтерифицированным пектинам. Вследствие большого содержания свободных карбоксильных групп они могут образовывать в присутствии поливалентных ионов гели основной валентности. Эти пектины находят применение в качестве железирующих средств в тех случаях, когда добавка сахара нежелательна или же допускается лишь в небольшом количестве. Методы их получения основаны на деэтерификации выделенных или содержащихся в растительных материалах пектинов с помощью кислоты, щелочи, разбавленного аммиака или ферментативным путем.

Основными потребителями пектиновых препаратов являются кондитерская и консервная промышленности, хотя потребность в них отмечается и в других отраслях народного хозяйства. Основным материалом, используемым в большинстве стран для производства пектина, являются отходы переработки яблок и яблоки-падалница. В Америке производство пектина основано на отходах переработки цитрусовых плодов. Начатое в Германии производство пектина из свекловичного жома давало пектин низкого качества, который мог применяться только в смеси с яблочным пектином (20). В СССР были разработаны методика и технологическая схема производственного получения высококачественного пектина из свекловичного жома, а также из совершенно нового вида сырья — обмолоченных корзинок подсолнечника (11). Новым, перспективным сырьем для производства пектина могут являться кормовые арбузы, содержащие

15—16% пектина от веса сухих веществ. До настоящего времени кормовой арбуз для этой цели не использовался. Из обширной литературы, посвященной условиям и методам выделения препаратов пектина, видно, что нет единого, универсального метода, применение которого к любому растительному материалу обеспечивало бы безусловное получение высококачественного студнеобразующего пектина. Для каждого вида сырья разрабатываются условия и метод получения пектина применительно к его специфике. Целью настоящей работы являлась разработка условий выделения высококачественного студнеобразующего препарата пектина из нового вида растительного сырья — кормовых арбузов.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Материалом для исследования были зрелые плоды кормовых арбузов сорта Пектинный селекции отдела бахчевых Молдавского института орошаемого земледелия и овощеводства. Характерной особенностью кормовых арбузов является высокое содержание гидрофильных коллоидных веществ — пектинов, связывающих в ткани плода большое количество воды, составляющей 95—97% от веса свежего материала. Среднее содержание пектина в плодах Пектинного арбуза урожая 1957 года было равно 0,68—0,75% от веса свежего материала. Кормовые арбузы отличаются низкой сахаристостью, высоким содержанием клетчатки и гемицеллюлоз. Крахмал в зрелых плодах практически отсутствует. В незначительных количествах содержатся органические кислоты, жир, белок, пигменты и другие вещества (2,8); pH отжатого сока арбуза равен 4,8—5,3. Характерным для пектинного арбуза является высокая урожайность плодов — 550—600 ц/га (7). На 10 сортах кормового арбуза нами установлено, что пектиновые вещества кормовых арбузов представлены главным образом нерастворимой в воде формой; кора с предкорковым слоем содержит пектина больше, чем равное весовое количество материала из целых плодов. Поэтому для исследований по выделению пектина нами использовались плоды, из которых была удалена содержащая семена сердцевина. При этом достигалось преимущество в том, что, во-первых, использовался материал со значительно большим процентом сухих веществ, а, во-вторых, что особенно важно, сокращалось время нагревания экстрагируемой массы до необходимой температуры. Экстрагируемая масса должна обладать свободной конвекцией при нагревании, измельченный же материал из целых плодов (вместе с сердцевиной) получался очень вязким, трудно поддавался перемешиванию и из-за весьма низкой теплопроводности и равномерному нагреванию. Поэтому продолжительность нагревания до необходимой температуры сильно увеличивалась.

Чтобы обеспечить равномерную циркуляцию измельченных частиц во время экстрагирования, разведение было принято равным 1:30 (отношение веса сухих веществ к количеству экстракционной смеси). Для этого к исследуемой навеске прибавлялось такое количество подкисленной соляной кислотой горячей воды, при котором модуль экстрагирования равнялся 1:30. При этом температура экстрагируемой массы повышалась до 50°C.

Для выделения пектина из исследуемого материала было применено комбинированное воздействие температуры и кислотности среды. В основу опытов по подбору оптимальных условий выделения студнеобразующего пектина была положена разработанная ВНИИ кондитерской промышленности схема получения пектина из корзинок подсолнечника и свекловичного жома. Из применяющихся при кислотном гидролизе минеральных кислот нами также была избрана соляная

кислота. Она имеет по сравнению с другими кислотами, в частности с H_2SO_4 , то преимущество, что не образует нерастворимых или горьких солей и более диссоциирована.

Большое значение при кислотном гидролизе имеет подбор оптимальной температуры и величин рН. Из имеющихся в литературе данных видно, что гидролиз протопектина происходит при температуре выше $80^\circ C$; поэтому рекомендуются температуры экстрагирования в интервале $60-90^\circ C$. Нами исследовалось действие двух температур $80^\circ C$ и $70^\circ C \pm 2^\circ$, при продолжительности экстрагирования в пределах от одного до шести часов, рН экстракционной среды варьировал в интервале 0,65—1,4.

Для осаждения пектина из экстракта применялся 20-процентный раствор хлористого кальция. Серией предварительных опытов было установлено, что хорошая коагуляция пектина происходит при рН = 4,5—4,7. Из экстракта, нейтрализованного раствором аммиака при температуре $30-32^\circ C$, выпадает объемистый коагулят в виде массивных конгломератов, легко отделяющихся от раствора. При этом маточный раствор становится совершенно прозрачным, однако полноты осаждения еще нет. Спиртом осаждалось дополнительно 0,9—1,1% пектина от веса сухого вещества экстракционной смеси.

Очистка коагулята, то есть процесс отщепления ионов кальция из соединения с карбоксильными группами и удаление примесей, загрязняющих коагулят, проводилась 10-процентной соляной кислотой по разработанной ВНИИ кондитерской промышленности схеме (11).

Для сравнительной оценки оптимальных параметров процесса экстрагирования, обеспечивающих получение высококачественных препаратов пектина, нами были приняты в качестве основных показателей выход пектина и его качество. Лучшими являются те пектины, растворы которых, при прочих равных условиях, образуют хорошие студни с большим количеством сахара. Хорошо сваренная мармеладная масса не должна приставать к краям формы, должна легко выниматься, резаться ножом, поверхность разреза должна быть гладкой и не прилипать к ножу. Мармеладные студни должны обладать определенной прочностью.

В наших опытах качество препаратов пектина определялось проверкой способности к набуханию в воде и варкой мармеладной массы. Варка проводилась методом, по которому требуется выход 165 г мармеладной массы на каждые взятые 100 г сахара (6). При этом нами применялось от 1 до 4 г пектина и 3—3,5 мл 40-процентной лимонной кислоты.

Выход препаратов пектина, полученных при рН = 0,60—0,70 и продолжительности экстрагирования от 1 до 2 часов, составлял соответственно 12—14% по весу сухого вещества арбузной массы. Однако эти

препараты практически не обладали студнеобразующей способностью. В процессе коагуляции пектина из экстракта осадок образовался мелкий и трудно отделялся от маточного раствора.

Способность пектина к набуханию, как известно, определяет в значительной степени и его желирующую силу. Полученные при 80° препараты пектина характеризовались крайне низкой способностью к набуханию и недостаточной растворимостью; студнеобразующая способность была очень низкой. При общем низком качестве всех препаратов пектина их студнеобразующая способность находилась в обратной зависимости от времени экстрагирования. Полученные при 5-часовой экстракции препараты практически не желировали, полученные

при 3- и 4-часовом гидролизе — проявляли низкую студнеобразующую способность. Относительно лучше желировали препараты пектина, полученные при 1—2,5-часовом гидролизе: расход пектина на 100 г сахара равнялся 3—3,5 г.

Большие количества пектина, необходимые для получения мармеладной массы, показывают, что при этих условиях экстрагирования (особенно при низких значениях рН среды) происходит деградация молекул пектина, снижающая их студнеобразующие свойства.

Снижение температуры процесса экстрагирования на 10° , согласно правилу Вант-Гоффа, уменьшает скорость химических реакций процесса в 2—3 раза. При прочих равных условиях это уменьшает и степень

деградации пектиновых веществ. В этом преимущество низкотемпературных условий экстрагирования. Но при этом резко снижается выход пектина. Чтобы получить хороший выход высококачественного пектина при этой температуре, нами было принято значение рН среды равное 0,88—0,90; продолжительность экстракции варьировала в пределах от трех до шести часов. При более кратковременном гидролизе экстрагируемая масса чрезвычайно трудно фильтровалась, и осаждения пектина не происходило.

Результаты проведенных опытов иллюстрируются данными таблицы 1, свидетельствующими о том, что выход пектина находится в прямой зависимости от продолжительности экстрагирования. Относительная вязкость, определяемая вискозиметром Оствальда, уменьшается с увеличением времени гидролиза. Кроме показателя выхода, здесь имеет большое значение и потребное количество хлористого кальция.

Расход осадителя находится в обратной зависимости от выхода пектина и прямо пропорционален вязкости экстракта. Очевидно, при кратковременном гидролизе происходит неполное отщепление веществ, связанных с молекулами пектина по карбоксильным группам, и коагуляция пектина наступает только в тот момент, когда «эффект гидратации» ионов кальция превысит гидрофильность молекул пектина. При этом гидратный слой, окружающий гидрофильные группы молекул пектина, уменьшается, и усиливающееся взаимодействие ионов кальция с карбоксильными группами пектина приводит к образованию сеточных структур, то есть к коагуляции.

Таблица 1

Зависимость выхода пектина, вязкости экстракта и расхода осадителя от продолжительности экстрагирования

Время экстрагирования в минутах	% Са-пектата в экстракте*	Выход пектина, высушенного при $40^\circ C$ в % от веса сухих веществ	% отп. экстракта при $20^\circ C$	Необходимое количество мл 20-процентного раствора $CaCl_2$ на осаждение пектина из 1000 мл экстракта
180	9,81	—	12,52	77,7
240	11,12	10,42	9,04	64,4
300	12,66	11,57	6,78	50
360	13,8	12,86	5,04	34,4

* Содержание пектина в экстракте определялось объемным методом (Известия Молд. филиала АН СССР, 5 (50), 1953 г. «Объемный метод определения пектинов в кормовом арбузе»).

Полученные препараты пектина отличались хорошей растворимостью и набуханием в воде, высокой студнеобразующей силой. Однопроцентные растворы пектина представляют вязкую коллоидную систему, а 1,25 г пектина со 100 г сахара образует хорошей прочности мармелад.

Мармеладная масса застывает в течение 15—20 минут; упругая, легко вынимается из форм, поверхность разреза гладкая, не прилипает к ножу. Прочность таких студней, определяемая по методу Л. Б. Сосновского, принятому в качестве стандарта в кондитерской промышленности СССР, равнялась 260—280 мм ртутного столба и отвечает требованиям, предъявляемым к высококачественному пектину. Поскольку при шестичасовом экстрагировании достигнут хороший выход и высокое качество пектина, расходуется меньше осадителя и облегчается процесс фильтрования, нами и были приняты эти оптимальные условия.

На основании полученных данных мы рекомендуем проводить выделение студнеобразующего пектина из плодов кормовых арбузов по описанной ниже схеме, принятой в соответствии с установленными условиями экстрагирования, осаждения и очистки коагулята, в следующей последовательности:

1. *Подготовка материала.* Из плодов кормового арбуза удаляется сердцевина, содержащая семена, и материал измельчается в мясорубке или другим способом (но не слишком мелко).

2. *Экстрагирование пектина.* Экстрагирование пектина проводится в кислой среде при следующих условиях: а) разведение 1:30 — отношение веса сухих веществ к экстрагирующей жидкости; б) рН—экстрагирующей среды 0,88—0,90; в) температура $70^{\circ}\text{C} \pm 2$; г) продолжительность экстрагирования 6 часов. Отсчет времени производился с момента нагрева массы до температуры 70°C ; д) непрерывное перемешивание экстрагируемой массы.

Пример выполнения лабораторного опыта. Для получения экстракта к 1000 г измельченной массы арбуза приливается 860 мл нагретой до кипения воды, предварительно подкисленной 36,8 мл концентрированной соляной кислоты ($d=1,18$).

Набухшая масса тщательно перемешивается и подвергается экстрагированию при вышеуказанных условиях. В лабораторных условиях гидролиз проводится в водяной бане в стеклянном сосуде, снабженном мешалкой с электрическим мотором. Гидролизат в горячем виде фильтруется через полотно, затем через шелковое сито. Остаток на фильтре промывается небольшим количеством горячей воды ($60\text{--}70^{\circ}\text{C}$) и отжимается на прессе. Промывные воды присоединяются к основному экстракту. Объем экстракта (фильтрат и промывная вода) составляет 1800 мл. Экстракт быстро охлаждают до температуры $32\text{--}35^{\circ}\text{C}$, чтобы избежать разрушения пектина. Полученный экстракт представляет собой вязкую жидкость зеленовато-серого цвета.

3. *Нейтрализация гидролизата.* Нейтрализация проводится 25-процентным раствором аммиака до рН = 4,5—4,7. Расход аммиака на указанный выше объем гидролизата составляет 28,4—28,5 мл. При нейтрализации происходит некоторое осветление экстракта.

4. *Осаждение пектина.* Осаждение пектина проводится 20-процентным раствором CaCl_2 при температуре $30\text{--}32^{\circ}\text{C}$. Осадитель приливается медленно (тоненькой струйкой) при непрерывном медленном перемешивании (30 оборотов мешалки в минуту) до отделения прозрачного маточного раствора. При этом образуется коагулят в виде крупных хлопьев.

Расход осадителя (20-процентный CaCl_2) составляет, примерно,

65 мл. Непродолжительное отстаивание обеспечивает значительное укрупнение хлопьев коагулята, более полное осветление маточного раствора и легкость последующего процесса фильтрования; рН маточного раствора находится в пределах 4,3—4,4. После отстаивания коагулят отфильтровывается через полотно (бязь) и отжимается на прессе. Отжатие на прессе при давлении 150—200 кг/кв. см (лучше 200 кг/кв. см) обеспечивает получение коагулята такой влажности, при которой он легко дробится и просеивается через сито с диаметром отверстий сетки 0,25 мм. Просеянный коагулят подсушивается при 50°C (не выше) до воздушно-сухого состояния и повторно просеивается через сито. Коагулят получается в виде серого порошка с зеленоватым оттенком.

5. *Очистка коагулята.* Очистка коагулята проводится в четыре фазы смесями следующих составов: в первую и во вторую фазы — этиловым спиртом, соляной кислотой и водой; в третью фазу — этиловым спиртом и водой; в четвертую фазу — этиловым спиртом, аммиаком и водой. Соотношение коагулята и смеси растворов для первой, второй и четвертой фаз очистки составляет 1 : 5, для третьей — 1 : 4. Концентрация компонентов очищающей смеси равна: соляная кислота — 10%, аммиак — 0,3% и этиловый спирт — 70 и 60%, соответственно первой, второй, четвертой и третьей фазам.

Пример процесса очистки коагулята. 100 г воздушно-сухого коагулята заливают 500 мл смеси из 117,6 мл концентрированной соляной кислоты (уд. веса 1,18), 364,5 мл этилового спирта (96°) и 17,9 мл воды и в течение 45—50 минут непрерывно взбалтывают при комнатной температуре (на болтушке). После обработки смесь отфильтровывают через бязь при помощи центрифуги (в лабораторных условиях на воронке Бюхнера) и повторно обрабатывают остаток в течение 40—50 минут новой порцией 500 мл смеси. Фильтрат после первой и второй фаз очистки получается темно-зеленого цвета.

Отфильтрованный остаток обрабатывают в течение 30—40 минут 400 мл смеси, содержащей 250 мл этилового спирта и 150 мл воды. Затем остаток обрабатывают в течение 30 минут 500 мл очищающей смеси, содержащей 312,4 мл этилового спирта (96°), 6,94 мл аммиака (24—25-процентного) и 180 мл H_2O . Все процессы очистки проводятся при комнатной температуре и непрерывном тщательном перемешивании. Отфильтрованный препарат пектина высушивают при температуре $40\text{--}45^{\circ}\text{C}$. Полученный пектин в виде порошка серого цвета (возможно, с зеленоватым оттенком) хорошо набухает и обладает высокой студнеобразующей силой. Выход воздушно-сухого пектина составляет примерно 80% от веса воздушно-сухого коагулята.

Контроль студнеобразующей способности пектина мы проводили по следующей прописи: 1,25—1,50 г воздушно-сухого пектина заливали 100 мл воды, тщательно перемешивали и оставляли набухать в течение 5—6 часов (лучше на ночь). Вязкую массу переносили в фарфоровую чашку, добавляли 100 г сахара и уваривали на сильном огне при непрерывном перемешивании в течение 10—15 минут до веса 165 г. В слегка охлажденную уваренную массу добавляли 3,0—3,5 мл 40-процентной лимонной кислоты и тщательно перемешивали. Затем массу разливали в ячейки мармеладных форм и оставляли при комнатной температуре. В случае доброкачественного препарата пектина залитая в форму масса застудневает (на поверхности образуется гладкая, нелипкая пленка) и через 15—20 минут легко выбирается из форм (проволочной «шпилькой»). Приготовленный мармелад обладает хорошей прочностью, упругостью, легко режется ножом и обладает удовлетворительным вкусом.

ВЫВОДЫ

1. Экспериментальным путем установлены оптимальные условия процесса экстрагирования для получения высококачественного пектина: температура = $70^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}$, рН = 0,88 — 0,90; продолжительность экстракции 6 часов, гидромодуль экстрагирования 1 : 30.

2. Препараты пектина, полученные в этих оптимальных условиях экстрагирования, характеризуются высокой студнеобразующей способностью. 1,25 г пектина со 100 г сахара образует студень прочностью 260—280 мм ртутного столба (по методу Л. Б. Сосновского). Выход воздушно-сухого порошка пектина при этих условиях составляет 12,86% от веса сухих веществ кормового арбуза.

3. При температуре экстракции 80°C получают низкого качества препараты пектина. Они либо совсем не обладают желеобразующими свойствами, либо желеобразуют очень слабо. Расход пектина на приготовление относительно удовлетворительных студней равен в этом случае 3—4 г на 100 г сахара.

4. Описана техника получения студнеобразующего пектина из нового вида сырья — кормовых арбузов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Айзенберг Л. Н., О пектиновых веществах цикория, «Жур. прикладной химии», 1940, XIII, 2.
2. Арсимович В. В., Биохимия арбуза, Биохимия культурных растений, т. 4, 1938.
3. Балабуха-Попцова В. С., Исследования пектиновых веществ табака: «Труды Госинститута табаководения», вып. 59, 1928.
4. Гапоненко Т. К. и Проценко З. И., О пектиновых веществах подсолнечника. Жур. «Прикладная химия», XXIX, вып. 9., 1956.
5. Гапоненко Т. К., К вопросу о строении пектиновых веществ, Жур. «Общая химия», IX, вып. 19, 1939.
6. Гильде С. Д., Пектин, его производство и применение в пищевой промышленности, Снабтехиздат, 1934.
7. Ершов Е., Кормовой арбуз в Молдавии, Госиздат Молдавии, Кишинев, 1955.
8. Корейша З. И., Биохимическая характеристика бахчевых культур, Сб. научных работ по бахчевым культурам, Ташкент, УзГИЗ, 1952.
9. Новотельный Н., Деева В., О двух фазах ферментативного расщепления пектина, «Биохимия», 14, вып. 4, 1949.
10. Орлов С. И., Влияние некоторых физико-химических факторов на студнеобразующую способность пектина, диссертация, Саратов, 1953.
11. Сосновский Л. Б., Производство пищевого студнеобразующего пектина из корзинок подсолнечника и свекловичного жома и его применение, ВНИИКП, реферат научных работ, вып. I, Пищепромиздат, М., 1957.
12. Цереветинов Ф. В., Туркин В., Исследования пектинов из яблок различной степени зрелости, «Пищевая промышленность», 1930, 8—9.
13. Цереветинов Ф. В., Пектиновые вещества, Химия и товароведение свежих плодов и овощей, т. I, 1949.
14. Хачидзе О. Т., Пектиновые вещества виноградной лозы и вина. Автореферат, Тбилиси, 1955.
15. Шарков В. И., О пектиновых веществах древесины березы, Лесхимпром, 4, 1939.
16. Ehrich F. и сотрудники, Цитировано по К. Гесс, Химия целлюлозы и ее спутников, разд. Пектиновые вещества, Госхимтехиздат, 1934, и по М. П. Корсаковой, Хим. состав пектиновых веществ, «Успехи биол. хим.», вып. 9, 1932.
17. Ermelt A., Carre M., Biochem J., 20, 564, 1926, 9, 1932.
18. Hottenroth B., Die Pektine und ihre Verwendung, München, 1951.
19. Hottenroth B. Herstellung und Eigenschaften niederveresterter Pektine, Zeitschrift für Lebensmittel — Untersuchung und Forschung, 1950, 90, 3.
20. Kertesz Z. I. The pectic substances, 1951.
21. Nanji D., Norman A., Biochem J., 1928, 22, 596.
22. Ripa R., Die Pektinstoffe, Serger und Hempel, Braunschweig 1937.
23. Schade G., Über den Pektin gehalt der Feigen, Zeitschrift für Lebensmittel — Untersuchung — und Forschung, 1954, 99, 4, 264—267.
24. Stoikoff St., Über Sonnenblumenpektin, Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmittel — Untersuchung und Hygiene, 1948, 4/s, XXXIX.
25. Schneider G., Bock H., Über die Konstitution der pektinstoffe Berichte der deutschen Chemischen Gemischen Gesellschaft, 1937, 70, 7—8, 1459—1885.

С. В. БАЛТАГА

СУБСТАНЦЕЛЕ ПЕКТИЧЕ ДИН ҚУКУРБИТАЧЕЕ

КОМУНИКАРЯ А 6-Я

Экстражеря уней пектине коагуланте дин пепень фуражерь

Резумат

Дин пепений фуражерь се поате экстраже о пектинэ де калитате супериорэ. Пектина се экстраже прин гидролизэ, материалул де экстракцие авынд коэффициентул рН де валорь диферите. Ын курсул експериенцелор с'а ынчеркат акциуния а доуэ температурь — 80 ши 70°C, яр дурата прочесулуй а вариат де ла о орэ пынэ ла шасе оре.

Пречипитаря пектиней се фэчя ку ажуторул уней солудий де клорурэ де калчиу, рН фиинд де 4,5—4,7 ши температура де 30—32°C. Коагулатул ера курэцит ку о солудие де спирт ачидулатэ ку ачид клорхидрик. Прочесул де курэцире се терминиа прин спэлэря пектиней обцинуте ку о солудие де спирт, че конциня пущи амоннак.

Дрепт-критерну пентру стабилиря кондицилор оптимале де экстракцие сервя кантитатя ши калитатя пектиней обцинуте. Калитатя пектиней ера детерминатэ прин прегэтиря унор коагулате ын кондиций стабилите де ку време. С'а стабилит кэ кондициле оптимале де гидролизэ пентру кэпэтаря уней пектине де калитате супериорэ сынт урмэтоареле: температура 70°C, рН=0,88—0,90, дурата 6 оре, хидромодулул 1:30. Ла 40°C кантитатя пектиней обцинуте конституя 12,86% дин греутатя субстанцелор ускате дин пепенеле фуражерь.

S. V. BALTAGA

EDUCTION OF JELLY-GENERATING PECTINE OUT OF FODDER WATER-MELONS

Summary

Fodder water-melons may be utilized for the obtaining of high-quality pectine. For the eduction of pectine was employed the acidic hydrolysis at different pH significances of the extractive medium. Action of two temperatures—80 and 70°C and process duration from one to six hours was researched.

Pectine precipitation was carried out by calcium chloride solution at pH=4,5—4,7 and at a temperature of 30—32°C. The coagulum was subject to purification through spirit solution, acidulated by hydrochloric acid. The rectification process was concluded by washing out the obtained pectine with spirit solution, containing a little quantity of ammoniac. As a criterion for the selection of extracting optimum conditions served the pectine's output and its quality, settled by the jelly preparation in definite conditions. It was established that the optimum conditions of acidic hydrolysis in order to obtain high-quality pectine are the following: a temperature of 70°C, pH=0,88—0,90, a duration of 6 hours, a hydromodule of 1:30. The pectine output, dried at 40°C, constitutes in these conditions 12,86% from the dry substances' weight of the fodder water-melon.

С. В. БАЛТАГА

ПЕКТИНОВЫЕ ВЕЩЕСТВА БАХЧЕВЫХ

СООБЩЕНИЕ 7

Коллоидно-химические показатели пектина кормового арбуза *

Пектиновые вещества относятся к классу высокомолекулярных органических соединений растительного происхождения, обладающих свойствами гидрофильных коллоидов.

Согласно современной номенклатуре, нерастворимые в воде пектиновые вещества объединяются общим термином протопектин.

О химической природе протопектина нет определенных сведений, поскольку не удается выделить этот комплекс веществ в неизменном виде. По мнению F. Henglein (20), предложившего модель строения протопектина, молекулы пектина в протопектине связаны между собой, а также с целлюлозой и другими веществами клеточных стенок, солевыми мостиками (Ca, Mg), остатками фосфорной кислоты, водородными связями и другими связями побочной валентности. Кислотный или щелочной гидролиз и ферментативное воздействие переводят нерастворимый пектин в растворимую в воде форму.

Ценным в практическом отношении свойством растворимых пектиновых веществ является их способность к образованию в определенных условиях студней, которые находят применение в пищевой промышленности.

В неразрывной связи с этим развивалось и представление о пектиновых веществах различных растительных материалов.

Ф. Эрлихом с сотрудниками (19) была предложена схема, согласно которой молекула пектина состоит из четырех остатков галактуроновой кислоты и имеет циклическое строение. С тетрагалактуроновой кислотой связаны метиловый спирт, кальций, магний, ксилоза, галактоза, арабиноза и уксусная кислота в определенных, в зависимости от объекта, стехиометрических отношениях.

Но уже в 30-х годах рядом исследователей (26) была установлена ошибочность схемы Ф. Эрлиха. Оказалось, что растворимые пектиновые вещества имеют линейную структуру, а гексозы, пентозы и уксусная кислота в состав пектинов не входят, а являются лишь их примесью.

В литературе более позднего периода (20, 22, 23, 25, 27) вновь подтверждается присутствие в пектине остатков уксусной кислоты, отрицательно влияющей на студнеобразующую способность.

* Работа выполнена под руководством В. В. Арасимовича.

По современным представлениям, растворимые пектиновые вещества (пектин, пектиновая кислота и их растворимые соли — пектинаты и пектаты) представляют собой длинные винтообразные цепи, состоящие из колец ангидрогалактуроновой кислоты, имеющих конфигурацию пиранозы и связанных между собой 1,4- α -глюкозидной связью.

Наличие карбоксильных и вторичных спиртовых групп обуславливает возможность образования различных производных. Литература, посвященная получению, свойствам и применению производных пектина, приводится в сводках по пектиновым веществам В. Hottenroth, Z. Kertesz, F. Henglein (20, 22, 23).

Пектины проявляют способность образовывать, в основном, два вида студней: обычные пектино-сахаро-кислотные студни с 60—65% сахара, которые обозначаются как студни с водородной связью, и «ионно-связанные» студни, образующиеся в присутствии поливалентных ионов без добавления или с незначительным добавлением сахара (15, 22).

При исследовании химической природы и свойств различных пектинов возникло предположение, что студнеобразующая способность находится в прямой зависимости от степени метоксилирования (2, 17, 18, 24). Это не подтвердилось более поздними работами, а исследования последнего периода показывают, что студнеобразующая способность пектинов находится в зависимости от их молекулярного веса и что все воздействия, вызывающие деполимеризацию молекулы, ведут к снижению студнеобразующей способности. В связи с этим опубликовано много работ, посвященных определению молекулярного веса различных пектинов (20, 22, 23, 9, 10, 11, 13).

Средние значения молекулярного веса, найденные для пектинов разными исследователями, сильно разнятся между собой в зависимости от метода определения и, естественно, от природы и способа получения пектина.

Что касается степени метоксилирования, то в последнее время накоплено значительное количество данных, показывающих, что деметоксилирование пектина, которое не сопровождается процессом деполимеризации молекулы, не ведет к потере студнеобразующих свойств. Установлено, что пектин сохраняет студнеобразующую способность при содержании 5% метоксильных групп и меньше.

Степень метоксилирования определяет, в известной мере растворимость пектинов. Пектин с содержанием 4% метоксильных групп при сравнительно небольшом молекулярном весе (25000) еще хорошо растворим в воде. Другой причиной плохой растворимости пектинов, полученных осаждением из экстракта ионами поливалентных металлов, является и повышенная их минерализация ионами осадителя. С другой стороны, низкая степень очистки пектина от сопутствующих веществ отрицательно влияет и на его растворимость, и на вкусовые качества.

Поэтому при характеристике пектина с точки зрения его практического использования первостепенное значение имеют такие показатели, как длина молекулы пектина, степень этерификации, минерализации, содержания галактуроновой кислоты и студнеобразующая сила.

В связи с этим в литературе мы встречаем ряд работ по характеристике пектинов, используемых в пищевой промышленности (7, 8, 10, 11, 14, 22).

Источниками получения пищевого пектина в нашей стране служат свекловичный жом и корзинки подсолнечника.

Однако источники сырья не ограничиваются ими. Из ранее сделанных нами сообщений (1,3) известно, что кормовые арбузы могут служить новым источником пищевого пектина. Расчет показывает, что с

одного га посевов кормового арбуза сорта Пектинный при урожайности примерно 40 т можно получить по предложенной нами методике (4) 190 кг пектина, что в три раза больше, чем получают его из яблочных выжимок, от урожая яблок с такой же площади. По данным Гапоненко Т. К., с одного га посевов подсолнечника можно получить примерно 180 кг пектина. Основной целью настоящего исследования являлось установление основных коллоидно-химических показателей пектина кормового арбуза.

Для изучения зависимости свойств пектина от способа их получения были приготовлены два образца. Первый образец был получен методом экстракции кипящей водой из предварительно обработанного спиртом материала, упариванием экстракта в вакууме и осаждением пектина спиртом. Пектин, полученный этим способом, представлял собой белый с сероватым оттенком порошок. Второй образец был получен методом кислотного гидролиза в условиях, разработанных для данного объекта (4). Пектин имел вид порошка серовато-зеленого цвета, без постороннего привкуса.

Согласно литературным данным, состав и свойства пектинов зависят от метода их получения. Пектин из корзинок подсолнечника при получении его кислотным гидролизом (8) обладает лучшей студнеобразующей способностью.

На исследованных нами образцах пектина кормового арбуза также установлено это различие. Первый образец полностью растворялся в холодной воде, но растворы различной концентрации пектина характеризовались низкой вязкостью и не обладали желеобразующей способностью.

Основные показатели этого образца не изучались, поскольку пектин такого качества не представляет практического интереса.

При кислотном гидролизе нами был получен пектин с высокой студнеобразующей способностью и хорошим выходом — 12,86% от веса сухих веществ (4).

Нами были изучены основные показатели второго образца и данные сопоставлены с литературными данными для пектинов корзинок подсолнечника и свекловичного жома, отвечающих по своему качеству требованиям ВТУ № 882 МППТ СССР «Пектин пищевой сухой» (8,12, 14). Были исследованы: молекулярный вес, содержание галактуроновой кислоты, метоксильных групп, золы, состав золы, влажность, растворимость и способность к студнеобразованию.

Для определения растворимости мы пользовались способом, принятым в заводских лабораториях (12). Содержание метоксильных групп определялось по методу Фибок и Шваппах (6); содержание галактуроновой кислоты — методом Толленса-Лефевра (5). Молекулярный вес вычислялся по формуле $[\eta] = km^a$, выражающей зависимость молекулярного веса от внутренней (характеристической) вязкости. Для сравнения данных молекулярного веса мы приняли значение констант в вышеуказанном уравнении $K = 1,1 \cdot 10^{-5}$ и $a = 1,22$, установленные С. А. Гликиманом и С. И. Орловым для растворов пектина различного происхождения в однопроцентном растворе NaCl (12). Вязкость пектиновых растворов определялась в однопроцентном растворе NaCl вискозиметром Оствальда при 20°C.

Студнеобразование устанавливалось приготовлением пектино-сахаро-кислотных студней с 65% сахаром и различной концентрацией пектина. Кроме того, для характеристики прочности студней мы пользовались методом Л. Б. Сосновского, принятым в качестве стандарта в кондитерской промышленности СССР (12,16). Результаты исследований приводятся в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение основных показателей характеристики пектинов кормового арбуза, корзинок подсолнечника и свекловичного жома

Показатели	Пекти н		
	кормового арбуза	корзинок подсолнечника	свекловичного жома
Влажность (в %)	8,50	14,92	12,5—15,3
Общая зола (в %)	2,73	2,46	1,05—1,75
Содержание элементов золы (в % сухой вес препарата)	Ca—1,31; Mg—0,16	Al—0,26—0,35	Al—0,10
Растворимость (в %)	92,5	95,6	94,0
pH однопроцентного раствора	3,3	3,2	3,2
Галактуронозная кислота (в %)	81,56	72,75—80,9	75,31—77,2
СН ₃ О (в %)	7,10	5,27—6,51	4,17—4,76
Молекулярный вес средневесовой	39 000	30 500	29 400
Студнеобразование при концентрации пектин-сахар-кислота (в %)	0,8—65—0,78	1,0—65—0,8	2,0—65—0,80
Прочность студня в мм ртут. столба	260—280	305	250—372

Из приведенных в таблице 1 данных следует, прежде всего, что пектин кормового арбуза по своему качеству не уступает пектинам корзинок подсолнечника и свекловичного жома и, следовательно, отвечает требованиям стандарта сухого пищевого пектина (14,22).

По содержанию метоксильных групп полученный пектин относится к среднеметилованным пектинам. Основным элементом золы является кальций. Большое содержание кальция обусловлено отчасти неполным удалением ионов осадителя, а также содержащимся в молекуле пектина кальцием, связанным с карбоксильными группами. С этим связана и меньшая растворимость пектина кормового арбуза по сравнению с другими образцами.

Обращает на себя внимание высокий процент галактуронозной кислоты—показатель более полной очистки пектина от сопутствующих веществ. Средневесовой молекулярный вес исследуемого пектина больше молекулярного веса сравниваемых образцов. Это отражается и на вязкости его растворов.

Относительная вязкость раствора с содержанием 0,4020 г пектина в 100 мл равна 22,38 сантипауз. Как видно из данных таблицы 1, большему молекулярному весу пектина кормового арбуза, по сравнению с другими образцами, соответствует и лучшее студнеобразование.

Студнеобразующая способность пектина кормового арбуза в 2,5 раза превосходит студнеобразующую силу пектина свекловичного жома и несколько больше, чем у пектина корзинок подсолнечника.

В производстве пектино-сахаро-кислотных студней большое значение имеет и скорость их застудневания. Установлено, что студни, содержащие 0,8% пектина, легко вынимаются из форм уже через 12—15 ми-

нут при комнатной температуре. Прочность таких студней равнялась в среднем 270 мм рт. столба.

Л. Б. Сосновским было показано, что с увеличением концентрации пектина из корзинок подсолнечника от 0,75% до 1,3% прочность студней линейно возрастает (12).

Следовательно, прочность студня из однопроцентного раствора пектина кормового арбуза составит примерно 350 мм рт. столба. Органолептическая оценка приготовленных пектино-сахаро-кислотных студней показывает, что они обладают и хорошими вкусовыми качествами, характеризующаясь отсутствием постороннего запаха или привкуса.

Эти свойства арбузного пектина позволяют готовить на его основе такой ценный продукт, как желе, не выпускаемый в настоящее время из-за отсутствия доброкачественного пектина, и ряд других диетических продуктов.

ВЫВОДЫ

1. Качество пектина кормового арбуза зависит от способа его получения.
2. Пектин, полученный в условиях кислотного гидролиза, по своим свойствам относится к высококачественным пектинам.
3. Определенные нами коллоидно-химические показатели пектина кормового арбуза характеризуют его как пищевой пектин, отвечающий требованиям стандарта.

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, Кишинев, 1958.
2. Артемьева М. Н., и Кудрявцева М. А., Изучение зависимости желирующих свойств пектина от его химического состава. «Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции», 1936, № 3(15).
3. Балтага С. В., Пектиновые вещества бахчевых. Сообщение 3. Характеристика сортов кормового арбуза по содержанию и распределению пектинов в плоде. «Известия Молд. филиала АН СССР», 1959, № 5(59).
4. Балтага С. В., Пектиновые вещества бахчевых. Сообщение 6. Выделение студнеобразующего пектина из кормовых арбузов. «Известия Молд. филиала АН СССР», 1959, № 5(59).
5. Белозерский А. Н., Проскураков Н. И., Практическое руководство по биохимии растений, М., 1951.
6. Вейганд К., Методы эксперимента в органической химии, часть 3, ИЛ, М., 1951.
7. Гапоненко Т. К., Проценко З. И., О пектиновых веществах подсолнечника. «Журнал прикладной химии», т. XXIX, вып. 9, 1956.
8. Гапоненко Т. К., Проценко З. И., Свойство пектинов подсолнечника в зависимости от способов его выделения. «Журнал прикладной химии», т. XXXI, 1958, № 2. Пектиновые вещества корзинок подсолнечника. «Известия высших учебных заведений», Пищевая технология, 1958, № 1.
9. Гапоненко Т. К., К вопросу о строении пектиновых веществ, «Журнал общей химии», т. IX, вып. 19, 1939.
10. Гликман С. А., «Ученые записки Саратовского Госуниверситета», т. 24, 1949.
11. Орлов С. И., «Ученые записки Саратовского Госуниверситета», т. 34, 1954.
12. Орлов С. И., Влияние некоторых физико-химических факторов на студнеобразующую способность пектина. Диссертация, Саратовский Госуниверситет, 1953.
13. Соболев М. А., Красивская А. А., О молекулярном весе пектинов льна. «Журнал прикладной химии», т. XXXI, 1958.
14. Сосновский Л. Б., Производство пищевого студнеобразующего пектина из корзинок подсолнечника и свекловичного жома и его применение. Всесоюзный научно-исследовательский институт кондитерской промышленности. Рефераты научных работ, вып. I, 1957.
15. Сосновский Л. Б., Современные данные о строении, составе и классификации пектиновых веществ. Пищевая промышленность СССР, Сборник статей и материалов. Пищепромиздат, 1948, № 9.
16. Сосновский Л. Б., Способ определения прочности студней. Описание к авторскому свидетельству № 64999, 1945.
17. Церевитинов Ф. В., Химия и товароведение свежих плодов и овощей, т. I, 1949.
18. Baker G. C., Ch. Ab. 36, 2947, 6259, 1942. Цитировано по Арасимович В. В. Пектиновые вещества растений, Биохимия культурных растений, т. 8, Сельхозгиз, 1948.
19. Ehrlich F. и др., Цитировано по К. Гесс, Химия целлюлозы и ее спутников, Госхимтехиздат, 1934.
20. Henglein F. A., Die Uron- und Polyuronsäuren (Pektin und Alginsäure) Handbuch der Pflanzenphysiologie, herausgegeben von W. Ruhland, 1958.
21. Henglein F. A., Angew. chem., 1950, 62, 27.
22. Hottenroth B., Die Pektine und ihre Verwendung, München, 1951.
23. Kertesz Z. I., The pectic substances, 1951, New-York.
24. Lüers H., Lochmüller K. Kollid. Zeitschr., 1927, 42.
25. Phippen E., Mocreedy R., Owens H., Food Ind. 1949, vol. 21, Nr. 6, 166.
26. Schneider G., Цитировано по Hottenroth «Die Pektine und ihre Verwendung», 1951. и Henglein F. A. Moderne Methoden der Pflanzenanalyse, Pektine, 1955, B. II, herausgegeben von Paack K. und Tracey M.
27. Vollmert B., Angew., Chem. A., 1947, 59, 177.

С. В. БАЛТАГА

СУБСТАНЦЕЛЕ ПЕКТИЧЕ ДИН КУКУРБИТАЧЕЕ

КОМУНИКАРЯ А 7-Я

Индий кимичь ши колондаль ай пектиней пепенелуй фуражер

Резумат

Субстанцелэ пектиче солубиле, каре формязэ катене лунжь компусе дин чиклурь де ачид анхидрогалактуроник де форма пиранозей, легате принтр'о легатурэ глюкозидэ 1,4-2, поседэ о пропретате валороасэ дин пункт. де ведере практик — капачитатя де а коагула каре есте фолоситэ пэ ларг ын индустрия алиментарэ. С'а стабилит кум вариязэ ынсушириле пектиней ын функцие де метода общинерий ей дин пепенеле фуражер. Ку ажуторул гидролизей ачиде ау фост общинуте пектине де калитате суперноарэ.

Пентру а общине о карактеристикэ а пектиней, авынду-се ын спечнал ын ведере фолосиря ей ын практикэ, ау фост студияте: греутатя молекуларэ, кантитатя де ачид галактуроник, нумэрул групэрилор метаоксиличе, зона женералэ, солубилитатя, капачитатя де коагуларе ши алиць индичь. С'а констатат кэ ла тоць ачешть индичь пектина общинутэ дин пепенеле фуражер ну есте инфериорэ пектишей, общинуте дин борхотул де сфеклэ ши пэлэрниле рэсэритей ши, прин урмаре, кореспунде черницелор стандартулуй пектиней алиментаре ускате.

Еа се деосебеште прин ачея кэ концине о маре кантитате де ачид галактуроник ши мулте групэрь метаоксиличе, прекум ши о май маре капачитате де полимеризаре ши коагуларе.

S. V. BALTAGA

COLLOIDAL-CHEMICAL INDICES OF THE FODDER
WATER-MELON PECTINE

Summary

The dissoluble pectines, representing long chains consisting of anhydrogalacturonic acid rings of pyranosial configuration, bounded by a 1,4—2 gmocosydial connection, possess a property, valuable in practical respect—the jelly-generating ability, which finds a wide application in the food industry. There were determined pectine property distinctions of the fodder water—melon in dependence of its obtaining method. Under acidic hydrolysis pectine specimen with high jelly-generating ability were obtained.

For the pectine description, especially in view of its practical utilization, were studied: the molecular weight, the contents of galacturonic acid, of the methoxyl groups, the general zone, dissolubility, jelly-generation and other indices. It was established that according to all these indices the fodder water-melon pectine is not inferior to pectine specimen, educed of beet pulp and sunflower baskets and, therefore, is up to the standard requirements of the dry food pectine.

It is characterized by a great contents of galacturonic acid and methoxyl groups, a higher degree of polymerization and a better jelly-generation.

С. Я. РАИК

ПЕКТИНОВЫЕ ВЕЩЕСТВА БАХЧЕВЫХ

СООБЩЕНИЕ 8

К полярографическому определению пектинов в плодах бахчевых

Исследования, связанные с количественным определением пектиновых веществ в растительном материале, требуют точных и быстрых методов их определения. Существующие широко распространенные методы длительны и, в целях сокращения времени проведения анализов, мы приспособили к своему объекту — кормовому арбузу — объемный метод (4). Дальнейшее сокращение продолжительности анализа может быть достигнуто применением современных физико-химических методов, в частности, полярографии.

Для определения поверхностно-активных веществ применяется полярографический метод, основанный на подавлении максимумов на полярографических кривых (1, 6, 7). Маркман и Гороховская (3) применили этот метод для определения пектинов в полупродуктах свеклосахарного производства и в клеточном соке различных фруктов и ягод. Мы попытались применить этот метод при анализе пектиновых веществ кормового арбуза — нового источника сырья для получения пектина.

В нашем объекте растворимый пектин клеточного сока, так же как и во многих других плодах и овощах, составляет только небольшую часть, а основное количество пектинов сосредоточено в клеточных стенках и срединных пластинках в форме протопектина.

Для расщепления протопектина и перевода в растворимое состояние необходимо предварительный гидролиз. Из литературных данных известно, что в качестве гидролизующих реагентов могут быть использованы вода, соляная, щавелевая и лимонная кислоты или аммонийные соли двух последних. При выборе экстрагента следует руководствоваться требованиями максимального извлечения пектинов из растительного материала и возможностью наиболее быстрого количественного определения.

Н. В. Сабуров и С. С. Чернышева (5) в экстракте кипящей водой моркови получили 1,14% Са-пектата, а щавелевокислым аммонием — 9,08%, экстрагируя же репу, получили соответственно — 0,48—5,04% Са-пектата. При работе с этими объектами экстрагирование кипящей водой вряд ли имеет смысл, ибо ни в какой степени не отражает содержания пектиновых веществ.

Извлекая пектины кормового арбуза, мы установили, что экстрагирование кипящей водой и другими употребляемыми реактивами дает близкие результаты. Поэтому для получения сравнительных данных по со-

держанию пектиновых веществ в кормовом арбузе может быть использован такой метод экстрагирования.

Непременным условием воспроизводимости результатов при выделении пектина, равно как и при подготовке исследуемого материала для полярографирования, является устранение всех факторов, влияющих на кислородный максимум. Одной из таких помех является наличие в кормовом арбузе пигментов (хлорофилл в коре и каротин, ликопин и ксантофилл в мякоти), белковых и дубильных веществ. Для избавления от них измельченную мезгу обрабатывают спиртом, а так как спирт тоже понижает максимум (3,8), то от него избавлялись высушиванием.

Для проверки способности пектина кормового арбуза понижать максимум кислородной волны и для построения калибровочной кривой был выделен лабораторный препарат пектина из кормового арбуза следующим образом: материал измельчали и обрабатывали спиртом (см. ход анализа). Затем для более полного извлечения пектинов следовало двукратное извлечение кипящей водой по $\frac{1}{2}$ часа. Для извлечения легкогидролизуемой фракции пектинов применяли обработку пектинов водой при температуре $40-45^\circ$. Дальнейшую обработку проводили одинаково независимо от способа извлечения. Полученные водные экстракты соединяли, упаривали в вакууме при 60°C , осаждали пектины спиртом и подвергали трехкратной очистке путем переосаждения спиртом.

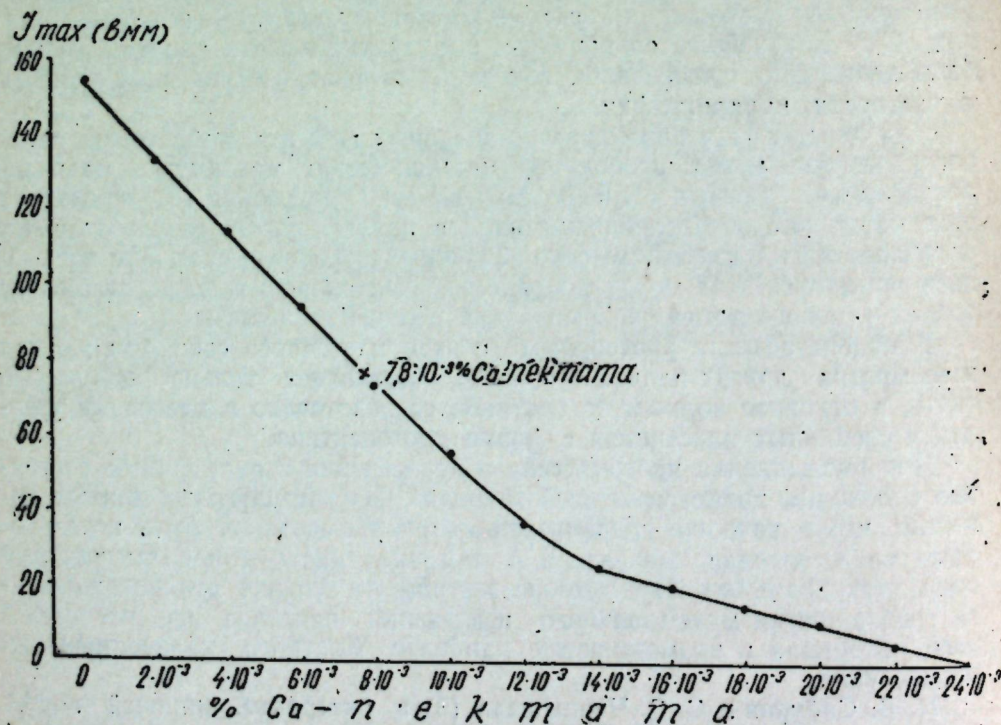


Рис. 1

Все операции фильтрования проводили через стеклянный фильтр. Выделенный пектин растворяли в мерной колбе в воде, раствор доводили до метки и аликвотную часть вытяжки подвергали полярографическому анализу. Полярографирование проводили на полярографе ПВ-1

в ячейке с ртутным дном, фон $0,001\text{нКCl}$ при чувствительности гальванометра $2,7 \cdot 10^{-9}$ амп. м/мм, наклоненным быстрокапающим капилляром по Смолеру (2).

Влияние пектина на высоту максимального тока показано на рис. 1. По Гейровскому (1) разбавление — величина, обратная концентрации, при которой максимум гасится наполовину — выражает способность вещества к гашению и пропорционально коэффициенту адсорбции. Для пектина кормового арбуза эта величина равна $1,28 \times 10^3 \text{ г/л}$.

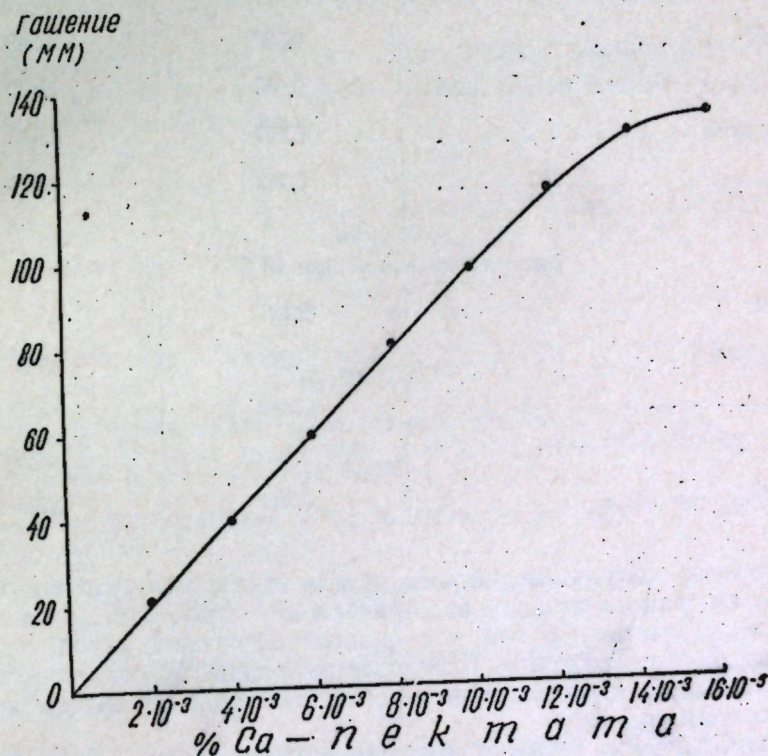


Рис. 2

Калибровочную кривую строят следующим образом: навеску пектина, соответствующую $0,2$ г пектина кальция, заливают небольшим количеством воды в мерной колбе на 100 мл и оставляют на $20-30$ мин. для набухания. Затем его растворяют и доводят раствор до метки. Из приготовленного раствора пектина в серию мерных колб на 100 мл отбирают по $1, 2, 3 \dots$ мл, добавляют по 1 мл $0,1$ н КCl и дистиллированной водой доводят объемы до метки. После этого полярографируют чистый фон и приготовленные растворы пектина. Откладывая на оси абсцисс концентрацию пектина и на оси ординат — гашение максимума, строят калибровочную кривую (рис. 2).

Как видно из рисунка 2, до $0,011\%$ Са-пектата существует линейная зависимость между снижением максимума и концентрацией пектина. Этим участком и пользуются при определении пектина в анализируемых образцах. Нами была проведена серия сравнительных определений пектинов в одной и той же вытяжке полярографическим методом и общепринятым весовым кальций-пектатным для разных сортов кормового арбуза. Результаты определений приведены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительное определение пектинов двумя методами
(в % кальций-пектата на сырой вес)

Сорт	Полярографическим методом	Весовым кальций-пектатным методом
Экстракция кипящей водой		
Пектинный	0,532	0,549
Родезнец	0,433	0,420
Семиреченский	0,491	0,513
Бродский	0,402	0,384
Экстракция водой при 40°C		
Пектинный	0,237	0,233
Семиреченский	0,208	0,214
Бродский	0,282	0,266
Дисхим	0,195	0,210
Херсонский	0,282	0,295

Результаты, полученные обоими методами, хорошо сходятся между собой для экстрактов кипящей водой и при 40 — 45°C.

Это свидетельствует о том, что полярографический метод, основанный на подавлении максимума кислородной волны, может быть использован для количественного определения пектинов кормового арбуза, гидролизующихся водой.

По точности он не уступает общепринятому весовому методу, отклонения $\pm 4,2\%$, а по скорости значительно превосходит его.

Проведенные опыты позволяют рекомендовать следующий ход анализа при определении пектиновых веществ.

Ход анализа:

Навеску 10 г (из отобранной средней пробы) свежего измельченного материала заливают спиртом с таким расчетом, чтобы его конечная концентрация была не ниже 70% (во избежание частичного перехода пектина в экстракт), растирают с растворителем, настаивают 15 — 20 мин. и фильтруют через стеклянный фильтр. Остаток смывают спиртом обратно в экстракционную колбу, кипятят с обратным холодильником в течение получаса на водяной бане и отфильтровывают твердый остаток через тот же фильтр. Эту операцию повторяют еще раз для полноты извлечения спирторастворимых веществ.

Если анализировали фиксированный (предварительно обработанный кипящим спиртом) материал, то ограничиваются двукратной экстракцией.

Затем для удаления следов спирта материал на фильтре высушивают в сушильном шкафу при температуре 60 — 65°C. Из приготовленного материала экстрагируют пектиновые вещества кипячением со 150 мл воды в течение часа с обратным холодильником. Вытяжку отфильтровыва-

ют в мерную колбу на 200 мл, доводят до метки и в аликвотной части определяют концентрацию пектина полярографическим методом. Максимум чистого фона проверяют каждый раз перед полярографированием испытуемых образцов.

ВЫВОДЫ

1. Исследована возможность определения пектиновых веществ кормового арбуза по подавлению максимума полярографической волны кислорода.

2. Предложен быстрый метод определения пектиновых веществ полярографическим путем. Точность метода по сравнению с кальций-пектатным лежит в пределах $\pm 4\%$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гейровский Я., Техника полярографического исследования, М., 1951.
2. Гейровский Я., Основные направления в развитии полярографического анализа, «Заводская лаборатория», 1957, XXIII.
3. Маркман А. Л., Гороховская А. С., Полярография пектинов, «Заводская лаборатория», 1957, № 3.
4. Раик С. Я., Объемный метод определения пектинов кормового арбуза, Известия Молд. филиала СССР, 1958, № 5(50).
5. Сабуров Н. В. и Чернышева С. С., Определение пектиновых веществ в плодах, ягодах и овощах. Труды ЦНИ Ин-та пищевой и вкусовой промышленности, т. 1, вып. 2, 1931.
6. Трусов В. В., Полярографический метод оценки фотогр. активности желатиниз. «Заводская лаборатория», 1947, XIII, 3.
7. Rusznak I., Fukker K., Kralik I., Polarographische Untersuchung hochmolekularer Stoffe mittels Maxima unterdrückung Naturwissenschaften 42 Heft 24 (1955).
8. Wiele H., Gerlich N., Beitrag zur Unterdrückung polarographischer Maxima durch einwertige Alkohole in Alkohol-Wasser Gemischen Z. Elektrochem 57, 5 (1953).

С. Я. РАИК

СУБСТАНЦЕЛЕ ПЕКТИЧЕ ДИН КУКУРБИТАЧЕЕ

Комуникаря а 8-а

ДЕСПРЕ ДЕТЕРМИНАРЯ ПОЛАРОГРАФИКЭ А ПЕКТИНЕЛОР ДИН ФРУКТЕЛЕ
КУКУРБИТАЧЕЕЛОР

Резумат

Бн артикол се дескрие метода поларографикэ де детерминаре а пектинелор дин пепенеле фуражер, хидролизате де апэ, методэ че се базязэ пе неутрализаря максимумуй де оксиген. Ачастэ методэ е ла фел де пречисэ ка ши методеле волуметрикэ ши а индичилор пондераць ши чере май пуцин тимп.

S. Y. RAIK

ABOUT THE POLARIGRAPHIC PECTINES DETERMINATION
IN THE MELON FAMILY FRUITS

Summary

In the article is described the determination method with the fodder water-melon hydrolyzed by water, based on the suppression of the oxygen maximum. In respect of its exactness the proposed method is not inferior to the weight and volumetrical method, and surpasses them by speed.

СОДЕРЖАНИЕ

Шифрина Х. Б. и Дворникова Т. П.,	Формы сахаров и органических кислот в плодах разновидностей томата.	1
Библина Б. И. и Михайлюк И. В.,	К вопросу изучения биологии развития почек виноградной лозы.	2
Балтага С. В.,	Сортовая характеристика кормовых арбузов по содержанию и локализации пектиновых веществ в плодах.	3
Раик С. Я.,	Фракционный состав пектиновых веществ в растении кормового арбуза.	4
Мельник А. В.,	Пектолитические ферменты кормового арбуза.	5
Балтага С. В.,	Выделение студнеобразующего пектина из кормовых арбузов.	6
Балтага С. В.,	Коллоидно-химические показатели пектина кормового арбуза.	7
Раик С. Я.,	К полярографическому определению пектинов в плодах бахчевых.	

Молдавский филиал Академии наук СССР

ИЗВЕСТИЯ № 5(59)

Ответственный за выпуск Ф. Прокупец
Художественный редактор Б. Гурман
Технический редактор С. Полонский
Корректор А. Столова

*

Сдано в набор 25-VI-1959 Подписано в печать 18-XI-1959
АВ07128 Формат бумаги 70×108¹/₁₆ Печ. листов 7,19
Учет. издат. листов 5,33¹/₄ вкл. Тираж 700

Государственное издательство МССР
«Карта Молдовеняскэ»
г. Кишинев, ул. Жуковского, 44.
Заказ № 1154. Цена 4 руб: 15 коп.

2-ая Типография, г. Кишинев, Советская, 8.