

Автор ерр.
1730

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ.М.В.ЛОМОНОСОВА

ПЕТРОВА В.П.

БИОХИМИЧЕСКАЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ПЛОДОВ БОЯРЫШНИКОВ, ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ В ЛЕСОСТЕПИ
УКРАИНЫ

(371 - технология консервирования пищевых
продуктов)

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Переучен 19.8.87 А.Т.

Одесса-1969

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. М. В. ЛОМОНОСОВА

ПЕТРОВА В. П.

БИОХИМИЧЕСКАЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ПЛОДОВ БОЯЧНИКОВ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ В ЛЕСОСТЕПИ
УКРАИНЫ

(371 - технология консервирования пищевых
продуктов)

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

✓ 001745

СПАЛ

26.06.12

Биохимическая и техн



001745

Одесский технологический институт им. М. В. Ломоносова
Биохимическая и технологическая характеристика плодов боячников интродуцированных в лесостепи Украины
Одесса-1969

Работа выполнена в лаборатории химии растительного сырья Центрального республиканского ботанического сада АН УССР и в лаборатории биохимии и микробиологии Одесского технологического института пищевой и холодильной промышленности.

Научный руководитель -
доктор технических наук, профессор А.Т.Марх

Официальные оппоненты:
доктор технических наук, профессор Б.Г.Савинов
кандидат технических наук, доцент Е.Р.Кротов

Ведущее предприятие -
Украинский научно-исследовательский институт садоводства
МСХ УССР

Автореферат разослан "26" ноября 1969 года

Защита диссертации состоится "26" декабря 1969 года
на заседании Совета Одесского технологического института
им.М.В.Ломоносова, г.Одесса, ул.Свердлова, 112.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОТИ.

Отзыв на автореферат в двух экземплярах, заверенных
печатью учреждения, просим направить в Совет института по
адресу: г.Одесса, ул.Свердлова, 112.

Ученый секретарь Совета

Л.А.Залпорожец

Из 17,5 тысяч видов высших растений, которые насчитывает флора СССР, особого внимания заслуживают дикорастущие плодовые и ягодные растения. Они являются богатым источником витаминов, углеводов, жиров, белков, органических кислот, ароматических, минеральных и других веществ, в которых организм человека испытывает острую потребность.

Обогащение ассортимента садовых растений такими культурами и сортами, плоды которых сочетали бы приятные вкусовые и хорошие органолептические показатели с высоким содержанием в них биологически активных веществ, является одной из задач пищевой промышленности, направленных на повышение качества и технологических свойств сырья.

Боярышник относится к группе растений, издавна применяемых в народной медицине при лечении ряда сердечно-сосудистых заболеваний. Местное население Средней Азии и Кавказа использует плоды дикорастущих боярышников, употребляя их в пищу сырыми, так и в виде различных кулинарных изделий. Как плодovую породу его давно культивируют в Алжире, Италии, Испании, Китае, Америке.

В природе боярышник произрастает в различных почвенно-климатических условиях, отличается высокой пластичностью, что значительно облегчает его интродукцию в новые районы, в частности, на Украину. Большим препятствием для введения в культуру боярышника является целкомлодность или посредственный вкус плодов большинства местных видов, недостаточная распространенность и отрывочность сведений о химическом составе интродуциро-

ванных крупноплодных боярышников, в частности, о содержании в их плодах биологически активных веществ. Литературные сведения обычно ограничиваются характеристикой двух-трех видов, что не дает возможности в полной мере оценить этот обширный род и рекомендовать наиболее ценные его представители для широкого культивирования. Важным является выявление видов, способных сохранять свои биологические особенности при изменении внешних факторов. С этой точки зрения существенную роль играет анализ многолетних данных по изучению химического состава плодов.

Фармакологические свойства растений формируются в процессе их развития, поэтому важно изучить динамику химических компонентов в процессе созревания плодов.

Актуальным также является возможность обеспечения населения витаминами и другими биоактивными веществами не только в период сбора урожая, но и в течение всего года, в связи с чем существенное значение имеет вопрос максимального сохранения количества ценных химических веществ в продуктах переработки, в частности, при консервировании.

В связи с изложенным, в работе поставлены следующие задачи:

1. Изучить характер изменений основных химических показателей и биологически активных веществ плодов различных видов боярышника, а также биохимических свойств в процессе их созревания.

2. Выяснить влияние метеорологических условий на химический состав плодов.

3. Установить возможность использования плодов боярышника для выработки высококачественных консервов, отличающихся хорошими пищевыми, вкусовыми и лечебными свойствами.

4. Исследовать изменения биохимических показателей при технологической переработке плодов.

Работу проводили с дикорастущими и интродуцированными на Украине боярышниками с целью выявления видов, наиболее перспективных для широкого введения в культуру.

Объекты и методы исследования

Опыты проведены на базе коллекции боярышников, произрастающих в Центральном республиканском ботаническом саду АН УССР и на ряде лесных опытных станций Украины.

Работу выполняли в 1963–1968 гг. Объектами исследования служили 26 видов боярышника (список приводится в табл. I).

Химический состав плодов устанавливали по широкому комплексу показателей: сухие вещества, сахара (общий и редуцирующие), крахмал, пектиновые вещества (растворимый пектин и протопектин), органические кислоты, общий азот, зола, аскорбиновая кислота, каротин, рибофлавин, тиамин, суммы дубильных и красящих веществ, катехины (свободные катехины, таниды и их сумма), антоцианы, лейкоантоцианы, флавонолы. Определяли количество указанных веществ, а также качественно изучали дифференцированный состав углеводов и аминокислот, состав и количественное содержание органических кислот. Особое внимание уделяли исследованию биологически активных соединений, в том числе, витаминов, биофлавоноидов, макро- и микроэлементов.

В работе использовали следующие методы анализа: хроматографию на бумаге и колонках, флуорометрию, фотометрию, спектральный анализ.

Для изучения динамики химических веществ в процессе созревания плодов отобрали 10 наиболее перспективных для внедрения видов, плоды которых обладают хорошими вкусовыми и пищевыми свойствами. Кроме того, отобранные виды различаются сроками созревания. По этому признаку мы условно разделили их на две группы: I – созревающие в конце августа (боярышники Арнольда,

мягковатый, лохматый, сонгарский и точечный);

П – созревающие в конце сентября– октябре (Эльвангера, изнадский, дольчатый, удлинённый, понтийский).

Фазы развития плодов указанных групп несколько сдвинуты: в то время, как формирование плодов первой группы почти заканчивается, у второй они только начинают окрашиваться и образовывать семена.

Плоды анализировали через каждые 15–18 дней (всего 4 срока) вплоть до созревания.

О технологических свойствах боярышников судили по органолептическим показателям изготовленных компотов и варенья, а также по изменениям биохимических показателей в процессе переработки плодов.

Биохимические свойства плодов боярышника

В плодах исследованных боярышников обнаружены значительные колебания основных биохимических показателей, зависящие от видовых особенностей (табл. I). Содержание сухих веществ в плодах изменяется в пределах 13,4–21,2%, сахаров – 1,5–10,2%, клетчатки – 1,4–3,1%, пектиновых веществ – 1,5–3,9%. Среди сахаров идентифицировали глюкозу, фруктозу и рамнозу.

Количество органических кислот колеблется от 0,6 до 1,9% (в пересчете на яблочную). Методом хроматографии на бумаге установлено, что у одних видов превалирующей является яблочная кислота, у других – лимонная. Плоды содержат также янтарную, кофейную, хинную и хлорогеновую кислоты. Кроме того, у пяти видов обнаружена феруловая кислота, у трех – винная и салициловая. Установлено количественное содержание указанных кислот. РН сока плодов находится в пределах 3,2–4,0.

Плоды боярышника характеризуются относительно небольшим

Основные показатели качества плодов боярышника
(в % на сырое вещество)

№ пп	Исследованный вид	Сухие в-ва	Сахар общий	Клет- чатка	Крах- мал	Пекти- ны	Кислот- ность	Азот	Сола
1.	Б. алтайский	13,6	6,71	2,41	0,84	-х)	0,60	0,13	1,11
2.	сонгарский	17,6	6,03	1,72	1,04	4,23	1,58	0,20	1,14
3.	круглолистный	19,2	7,48	2,05	1,69	2,02	0,96	0,14	1,07
4.	Эльбрангера	18,6	7,52	2,54	1,20	2,76	1,29	0,15	0,87
5.	канадский	16,1	7,55	2,60	0,83	1,89	1,08	0,26	0,70
6.	лохматый	19,9	7,70	2,40	1,38	2,06	0,71	0,14	0,86
7.	мягковатый	20,2	8,66	2,19	2,33	3,95	1,24	0,12	0,89
8.	дольчатый	16,2	7,08	1,66	0,31	2,44	1,27	0,21	0,80
9.	черный	18,8	8,77	1,44	2,42	1,51	0,82	0,24	1,60
10.	зеленомясый	19,8	3,92	1,86	0,67	-	1,68	0,44	1,49
11.	удлиненный	17,8	6,49	2,44	2,15	2,67	1,38	0,13	0,78
12.	Корольковича	14,1	5,40	1,70	0,82	1,56	1,50	0,18	1,10
13.	азароль	15,9	6,92	1,58	1,12	1,84	1,15	0,31	0,90
14.	точечный	19,5	10,26	1,98	1,23	1,40	0,86	0,17	1,06
15.	понтйский	16,6	6,20	2,03	0,92	1,56	0,87	0,20	0,94
16.	крово-красный	16,7	3,65	3,06	1,87	2,06	0,93	0,18	1,78
17.	обильный	15,5	1,53	2,70	3,69	2,14	1,36	0,15	1,00
18.	петушья шпора	19,5	8,71	1,93	1,93	2,08	1,07	0,16	0,82
19.	Максимовича	17,1	5,90	1,85	0,10	1,76	0,80	0,18	1,63
20.	шарлаховый	15,3	5,41	1,76	0,42	2,26	1,01	0,22	0,96
21.	Арнольда	17,7	6,86	1,71	0,52	3,62	0,76	0,11	1,00
22.	всеровидный	21,2	8,20	1,60	0,64	2,07	1,30	0,22	1,27
23.	Мейера	19,3	9,00	1,78	0,11	1,88	1,92	0,14	0,95
24.	даурский	17,8	6,96	2,71	0,31	2,24	1,76	0,23	1,71
25.	приречный	18,8	6,51	2,74	0,59	3,55	0,75	0,16	1,32
26.	псевдоазароль	20,9	9,09	3,12	1,38	2,17	1,17	0,18	0,86

х) -- не определяли

содержанием общего азота — 0,11–0,44%. Качественно определено 14 свободных аминокислот: аспарагин, аспарагиновая кислота, α -аланин, аргинин, валин, глутамин, глутаминовая кислота, гистидин, лейцин, глицин, метионин, пролин, серин, триптофан. В связи с тем, что в плодах преобладают яблочная кислота, а также аспарагин и аспарагиновая кислота, можно предположить, что с этими кислотами происходят взаимопревращения.

Из минеральных веществ, общее содержание которых составляет 0,80–1,63%, обнаружено от 17 до 24 элементов: барий, титан, марганец, хром, свинец, никель, молибден, олово, ванадий, медь, стронций, цирконий, калий, натрий, кремний, фосфор, алюминий, магний, кальций, железо, а в некоторых видах — галлий, итрий, серебро и кобальт. По качественному составу и по количеству отдельных элементов между изучавшимися видами имеются различия, объясняющиеся видowymi особенностями боярышников и разным химическим составом почв в местах их произрастания.

В плодах содержится значительное количество аскорбиновой кислоты, каротина, тиамина, рибофлавина (табл. 2). Суммарное содержание дубильных и красящих веществ составляет 0,50–1,98%.

Растворимые дубильные вещества представлены катехинами, антоцианами, лейкоантоцианами, флавонолами. Содержание общих катехинов в плодах достигает 255–1140 мг%. Помимо суммарного их количества, мы определяли катехины, осаждающие и неосаждающие белки. Способность осаждать белки свойственна отдельным производным катехинов, которые медленно движутся при хроматографическом разделении на бумаге и, очевидно, относятся к конденсированным их производным, то-есть депсидам и собственно дубильным веществам. Раздельное определение катехинов, способных соединяться с белками в нерастворимые комплексы, и катехинов, не осаждающих белки, является необходимым, т.к. они отличаются неодинаковой

Таблица 2

Содержание биологически активных веществ в
плодах боярышника (на сырое вещество мякоти)

№ пп	Исследованный вид	Аскор- бино- вая кта	Кароти- тин мин	Рибо- фла- вин	Дуб. и кр. в-ва	Анто- циан- ны	Кате- хин	Флаво- нолы	
		мг%	мкг%		%			мг%	
1.	Б. Алтайский	27,6	6,22	35	59	0,50	нет	270	24,8
2.	сонгарский	21,3	4,43	25	25	0,69	262	310	68,8
3.	круглолистный	60,5	1,62	24	43	0,58	86	380	59,2
4.	Эльвангера	46,5	2,99	16	63	0,53	102	490	108,7
5.	канадский	64,2	2,96	28	42	0,56	91	410	56,0
6.	лохматый	32,4	1,45	22	58	0,81	110	710	60,0
7.	мягковатый	14,2	3,55	9	66	0,78	122	580	62,3
8.	дольчатый	16,5	2,73	22	40	0,90	51	590	58,5
9.	черный	15,7	0,26	14	20	0,68	297	300	- х)
10.	зеленомясый	39,1	7,4	53	22	1,08	180	540	-
11.	удлиненный	34,4	0,12	27	50	0,73	50	460	42,5
12.	Корольковича	24,1	2,18	14	38	0,62	206	360	106,3
13.	азароль	10,3	3,92	12	54	0,73	115	410	60,4
14.	точечный	33,3	1,48	17	44	0,90	126	470	81,5
15.	понтийский	17,2	2,85	14	40	0,74	120	630	73,1
16.	красно-красный	21,6	0,20	21	35	1,41	56	870	27,3
17.	лохматый	146,6	0,48	32	58	1,98	61	1140	46,7
18.	петушия шпора	24,6	0,80	8	28	0,94	66	400	91,3
19.	Максимовича	42,4	11,80	28	26	0,66	106	540	42,4
20.	шарлаховый	62,5	1,90	30	40	0,50	111	255	104,0
21.	Арнольда	34,4	2,19	28	52	0,64	151	370	106,0
22.	всеровидный	55,6	1,38	16	41	1,25	118	320	202,0
23.	Мейера	29,6	2,07	12	34	1,27	170	640	70,2
24.	даурский	49,1	9,32	20	28	0,23	40	100	20,4
25.	приречный	59,3	1,76	17	45	0,66	88	150	146,0
26.	псевдоазароль	15,3	2,26	23	56	0,50	96	280	46,4

х) - не определяли

устойчивостью к окислению. В зрелых плодах большинства видов боярышника доминирующими являются свободные катехины; 25-30% от их суммы составляют связанные формы. Спектр катехинов различен и состоит из 2-8 индивидуальных соединений, ряд которых идентичен катехинам чая. Несмотря на существенные межвидовые различия, в плодах всех исследованных видов основным является (-)эпикатехин, обладающий, как указывают многие исследователи (Курсанов, 1952; Запрометов, 1959; 1964 и др.), довольно высокой капилляроукрепляющей активностью.

Из антоциановых пигментов преобладают производные цианидина. Пеонидин содержится в значительно меньшем количестве, а в боярышниках мягковатом и круглолистном он не обнаружен. Нами идентифицированы антоциан-гликозиды: цианин, мекоцианин и хризантемин. Наиболее богатый спектр пигментов и самое высокое их количество имеют боярышники с темноокрашенными плодами: сонгарский, черный, зеленомясый, Корольковича. Они содержат 180-297 мг% антоцианов, в то время, как в большинстве видов средний их уровень составляет 50-126 мг%.

Флавонолы представлены, в основном, производными кверцетина. Из гликозидов мы идентифицировали рамнозид витексина, кратенацина и С-гликозид - гиперозид. Между отдельными видами отмечены существенные колебания по количеству флавонолов: если в плодах боярышников даурского и алтайского их содержится всего 20,4-24,8 мг%, то в приречном - 146 мг%, а в всеевропидном - 202 мг%. Следует отметить, что в боярышниках при наличии значительного количества антоцианов, как правило, имеется больше флавонолов и наоборот, что указывает на общность путей биосинтеза этих веществ в плодах.

Динамика химического состава плодов боярышника в процессе созревания

Известно, что химический состав плодов зависит от степени их зрелости. Изучение динамики химических веществ плодов боярыш-

ника показало, что по мере их роста значительно снижается количество сухих веществ, клетчатки, крахмала, пектиновых, азотистых, минеральных, дубильных и красящих веществ.

Изменение содержания олигосахаров, отдельных фракций полифенолов, аскорбиновой кислоты, каротина, рибофлавина и некоторых микроэлементов носит иной характер (рис. I).

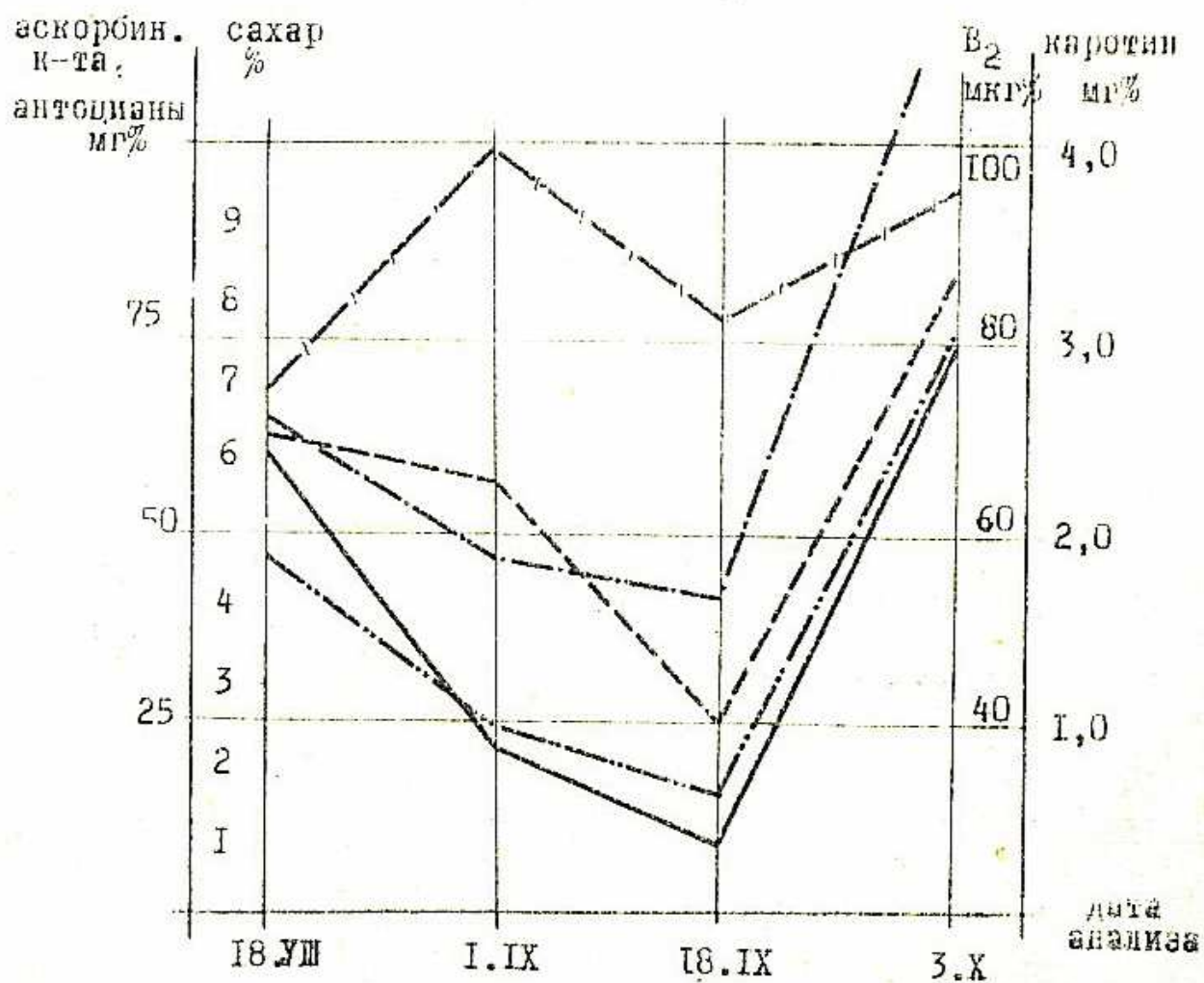
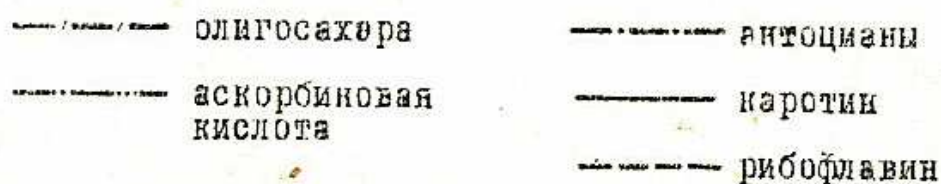


Рис. I

Динамика органических веществ в плодах боярышника мягковатого при созревании



Зеленые плоды содержат значительное количество физиологически ценных веществ. В начальный период созревания часть их расходуется на образование тканей плода, в связи с чем количество указанных веществ несколько снижается. Минимальное "критическое" содержание их совпадает с окончанием роста плодов. В дальнейшем, при дозревании, когда плоды сформировались и достигли максимального размера (рано созревающие виды), или вес которых продолжает увеличиваться за счет притока питательных веществ (поздно зреющие виды), происходит резкое увеличение количества запасных веществ (сахаров, витаминов, биофлавоноидов). Максимальных значений оно достигает в период потребительской зрелости плодов.

В процессе созревания боярышника в химическом составе происходят не только количественные, но и качественные изменения. В зеленых плодах преобладает протопектин, составляющий от 52 до 70% от суммы пектиновых веществ. По мере роста, наряду со снижением суммарного их количества, постепенно уменьшается отношение протопектин / гидропектин, и в зрелых плодах содержание протопектина составляет 29-48%. Однако, из исследованных девяти видов в двух из них (дольчатом и удлинённом) в первые фазы созревания преобладает гидропектин. В дальнейшем, наряду со снижением суммы пектиновых веществ, увеличивается доля протопектина. Из этого следует, что установившееся в литературе мнение о том, что пектиновые вещества образуются в первые фазы развития плодов, а затем лишь происходит переход протопектина в гидропектин (Сапожникова, 1964), не распространяется на все виды растений даже в пределах одного биологического рода.

Существенные качественные изменения происходят в составе органических кислот. У одних видов (понтский, мягковатый) количество отдельных кислот к периоду созревания увеличивается, у других — уменьшается (лохматый). Это свидетельствует об активном участии этой группы соединений в обмене веществ и на отличия в их

содержании в зависимости от сортового признака. Сахаро-кислотный индекс также отличается для отдельных видов боярышника и обычно достигает оптимума в период съемной зрелости плодов (5-10).

Изучение динамики полифенолов показывает, что соотношение фракций дубильных веществ и суммарное их количество изменяется в процессе созревания (рис.2).

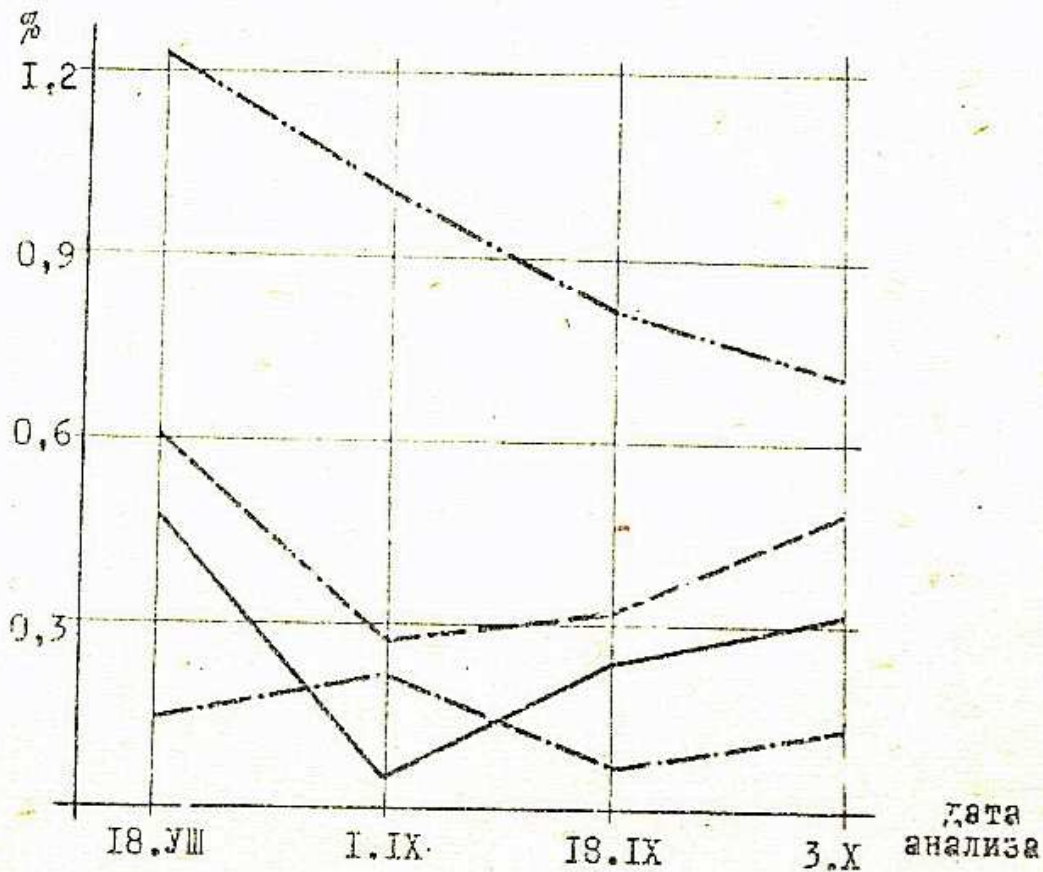


Рис.2

Изменение содержания дубильных веществ и катехинов в плодах боярышника сингарского в процессе созревания

————— сумма дубильных и красящих веществ
 ————— сумма катехинов
 ————— свободные катехины
 ————— таннины

Наиболее высокое содержание дубильных и красящих веществ, и к к количеству общих катехинов, отмечено в только что сформировавшихся плодах. При их созревании наблюдается общая тенденция к уменьшению суммарного количества дубильных и красящих веществ. В первой фазе созревания снижается и сумма катехинов; к концу

созревания количество их несколько увеличивается, хотя не в одинаковой степени для всех видов боярышника. Подобная закономерность наблюдается для свободных полифенолов. Накопление танидов происходит иначе: для большинства видов характерна обратная зависимость между их содержанием и количеством свободных катехинов в плодах. Взаимопревращение катехинов подтверждается данными их хроматографического исследования: у одних видов наблюдается уменьшение количества отдельных представителей от 6 до 3-4 (дольчатый и удлинённый), у других — происходит изменение качественного состава в сторону увеличения количества индивидуальных катехинов (точечный и лохматый). При этом, если в первом случае происходит образование более подвижных форм ко времени созревания плодов, то во втором — подвижные формы установлены в начале созревания, а менее подвижные — в перезревших плодах. Отмеченное сопровождается изменениями активности некоторых оксидаз, в частности, пероксидазы и полифенолоксидазы: образующиеся при ферментативном окислении катехинов орто-хинонные формы весьма неустойчивы и с большой скоростью подвергаются дальнейшим превращениям, вследствие чего в одних случаях происходит расщепление высокомолекулярных соединений, в других — конденсация низкомолекулярных веществ в высокомолекулярные.

Покраснение плодов боярышника начинается очень рано и антоцианы обнаруживаются на самых ранних стадиях их развития. По мере роста и созревания количество пигментов изменяется. В начальный период все исследуемые виды содержат несколько больше антоцианов, чем в последующие, характеризующиеся некоторым снижением их количества из расчета на сырое вещество мякоти. Это связано с тем, что в плодах боярышника антоцианы сосредоточены, в основном, под кожицей и в поверхностном слое мякоти. В середине августа плоды большинства видов достигают половины окончательного размера и отношение веса поверхностного слоя к весу мякоти больше,

чем в последующие сроки. В дальнейшем вес плодов увеличивается, и в процентном отношении вес мякоти повышается значительно быстрее веса подкормочного слоя. Отсюда следует, что несмотря на то, что концентрация антоциановых пигментов снижается, абсолютное содержание их в плодах постепенно увеличивается, достигая максимума в период потребительской зрелости. Существенных качественных изменений в составе антоцианов при этом не отмечается.

Зеленые плоды отличаются низким уровнем флавонолов. Созревание сопровождается постепенным увеличением их количества, которое также в период потребительской зрелости достигает максимальных величин. При этом, в отличие от антоцианов, качественный состав флавонолов претерпевает значительные изменения у большинства видов.

Полученные данные свидетельствуют о том, что межвидовые различия в химическом составе плодов намечаются уже в начальный период их развития. Несмотря на это, характер взаимосвязи органических веществ в плодах большинства изучавшихся видов боярышника сходен. Обращает на себя внимание прямое соотношение между аскорбиновой кислотой, рибофлавином, антоцианами и каротином на протяжении всего исследуемого периода (рис. I), что свидетельствует об их синергизме в плодах боярышника, а, следовательно, об антиоксидантных свойствах по отношению к аскорбиновой кислоте. Наблюдается соответствие между уровнем отмеченных веществ в плодах и количеством олигосахаров, являющихся вероятными предшественниками их биосинтеза, а также активностью некоторых оксидаз (каталазы, пероксидазы, полифенолоксидазы). Характер изменения содержания свободных катехинов сходен с изменением активности полифенолоксидазы, что дает основание предположить участие их в превращениях этой группы веществ на протяжении вегетационного периода. Установлено также обратное соотношение между содержанием аскорбиновой кислоты и активностью аскорбатоксидазы.

С другой стороны, активность этого фермента прямо коррелирует с содержанием в плодах меди и обратно — с количеством у них марганца, что подтверждает имеющиеся данные об антагонизме упомянутых микроэлементов в растениях (Школьник, 1962; Власюк, 1969) и свидетельствует о важной их роли в обмене веществ в плодах.

Влияние метеорологических условий на биосинтез органических веществ в плодах

На химический состав плодов заметное влияние оказывают метеорологические условия, в частности, температура и влажность в течение вегетационного периода. Особенно важным является достаточная влагообеспеченность растений в период формирования плодов, т.к. без этого плоды даже крупноплодных видов боярышника не достигают нормальной величины. Для определения влияния этих факторов на биохимическую характеристику плодов, кроме сопоставления динамики органических веществ с метеорологическими условиями в период созревания, мы сравнили данные за несколько лет по ряду показателей и установили, что наиболее заметно изменяются под влиянием условий внешней среды содержание олигосахаров и некоторых витаминов. В сухое жаркое лето, как правило, уровень их в плодах заметно снижается. Это объясняется тем, что для активного накопления сахаров необходимо определенное (оптимальное) соотношение транспирационного и ассимиляционного процессов, когда создается физиологическая среда, благоприятствующая углеводному синтезу. Недостаточная влагообеспеченность растений приводит к уменьшению оводненности тканей и снижению метаболических процессов, в частности, синтетических. Следовательно, в условиях недостаточной влагообеспеченности в плодах накапливается меньше углеводов и, соответственно, веществ, предшественниками в образовании которых они являются.

Поскольку резкое нарастание количества запасных веществ

начинается за 15-20 дней до полного созревания, обеспеченность растений в этот период необходимыми условиями имеет решающее влияние на химический состав зрелых плодов. Это следует учитывать при сопоставлении данных за ряд лет. Известно, например, что сухая жаркая погода отрицательно влияет на накопление аскорбиновой кислоты (Овчаров, 1964). Вегетационный период 1966 года отличался повышенным температурным режимом с умеренными осадками. Особенно жарко и сухо было в июле, когда созревает боярышник круглолистный. Июнь и сентябрь (созревают, соответственно, боярышники алтайский и Эльвангера) были умеренно теплыми. В результате, для боярышника круглолистного этот вегетационный период оказался неблагоприятным для накопления аскорбиновой кислоты плодами, в то время, как для боярышников алтайского и Эльвангера он был благоприятным (табл.3).

Таблица 3

Содержание аскорбиновой кислоты в плодах
боярышника в разные годы исследования
(в мг% на сырое вещество)

№ пп	Исследуемый вид	Год проведения анализа					Среднее и $\pm m$	
		1963	1964	1965	1966	1967		
1.	Б. алтайский	41,8	15,3	27,4	41,9	- х)	27,6 $\pm$	4,9
2.	" круглолистный	28,6	72,6	89,8	26,1	52,7	54,1 $\pm$	12,2
3.	" черный	17,6	16,2	-	13,1	10,2	12,0 $\pm$	0,06
4.	" сонгарский	17,6	32,4	18,5	22,5	16,1	21,3 $\pm$	2,9
5.	" Эльвангера	44,0	27,2	35,0	81,3	73,3	52,2 $\pm$	7,8
6.	" мягковатый	17,0	10,5	12,5	16,8	14,4	14,2 $\pm$	1,2
7.	" лохматый	19,8	-	37,3	39,4	33,3	32,4 $\pm$	4,4
8.	" дольчатый	9,9	10,5	18,2	22,2	21,7	16,5 $\pm$	2,6

х) - не определяли

Аналогичная закономерность как по содержанию аскорбиновой кислоты, так и по количеству в плодах сахаров наблюдалась для изучавшихся видов в другие годы. Повышенная температура отрицательно влияет на процесс накопления танина, в то время, как на

биосинтез рибофлавина, каротина, дубильных и красящих веществ, флавонолов она оказывает благоприятное действие. Однако, в данном случае реакция на метеорологические условия года также специфична для каждого вида, или, по крайней мере, для группы одновременно созревающих видов.

Подобно этому, метеорологические условия влияют на биосинтез указанных веществ в течение одного вегетационного периода: при относительно пониженных температурах и повышенной влажности количество питательных веществ увеличивается медленно, тогда как повышенная температура и относительная сухость способствуют резкому увеличению их содержания в плодах. Более устойчивыми по отношению к условиям внешней среды являются органические кислоты, азотистые и минеральные вещества, клетчатка: содержание их в плодах боярышника в разные годы стабильно.

В целом можно сказать, что несмотря на значительную изменчивость под влиянием внешних условий, в годы, благоприятные для накопления витаминов, углеводов, полифенолов и других органических веществ высоковитаминные или высокосахаристые виды содержат больше этих веществ, чем низковитаминные (низкосахаристые). В неблагоприятные годы содержание их хотя и снижается, но не падает ^{уровня} до низковитаминных (или малосахаристых) видов.

Химико-технологическое испытание плодов боярышника

Благодаря хорошим вкусовым качествам и высокому содержанию питательных и, особенно, биологически активных веществ, плоды боярышника представляют интерес как пищевое сырье, в качестве лечебного и диетического продукта. Однако, для консервирования боярышник до сих пор не использовали. Нами изучена возможность применения его с этой целью. Для технологической переработки мы отобрали боярышники с разным вкусом и внешним видом плодов — мягковатый, ломчатый, шарлаховый, дольчатый и приречный. Химический состав плодов

перечисленных боярышников также различен. Поскольку для боярышника нет разработанных и утвержденных технологических инструкций, а его плоды по внешнему виду, консистенции мякоти и кожицы подобны райским и китайским яблокам, мы применили технологию, разработанную для этого сырья. Плоды сортировали по качеству и степени зрелости. При этом их очищали от чашелистиков и плодоножек, а также удаляли некондиционные. После инспекции и сортировки плоды мыли в проточной воде, ополаскивали, калибровали (на два размера), укладывали в подготовленные стеклянные банки и заливали горячим сахарным сиропом 35%-й концентрации (из расчета 60% плодов и 40% сиропа). Банки укупоривали, стерилизовали, охлаждали и направляли на хранение.

Компоты, изготовленные из боярышников лохматого, шарлахового и мягковатого, имеют хороший вкус, налитые красивые плоды. В компотах из боярышников приречного и дельчатого плоды менее сочные, вяжущие. Во всех изготовленных компотах хорошо ощущается аромат свежих плодов, сохраняется окраска, что придает продукту привлекательный внешний вид.

Установление рецептуры варенья проводили по методу, предложенному А.В.Шлепковым (1940). Свежие плоды боярышника мягковатого взвешивали, определяли объем (по воде) и проводили контрольную варку. Измеряли содержание сухих веществ и сахаров в свежих плодах и в варенье.

Количество свежего сырья, необходимого для 1 кг варенья, (А) рассчитывали по формуле: $A = 0,5K$, где К - коэффициент изменения веса плодов при варке:

$$(K = \frac{\text{вес плодов свежих}}{\text{вес плодов варенья}}).$$

Необходимое количество сахара (Х) рассчитывали по формуле:

$$X = \frac{I}{100} (R_1 - R_2 \cdot A), \text{ где}$$

R_1 - содержание сухих веществ в готовом варенье,

R_2 - содержание сухих веществ в свежих плодах.

К полученному количеству сахара вносили поправки на потери (2,5%). Поскольку плоды боярышника имеют плотную кожу, затрудняющую диффузию в них сиропа, подготовленные к варке плоды бланшировали в 5%-м сахарном сиропе в течение 5 мин. и охлаждали. Затем их укладывали в эмалированную посуду, заливали горячим (75°) сахарным сиропом (55%-й концентрации) и выдерживали плоды для пропитывания в течение 3-х часов, после чего варили в 3 приема по 15 мин. Готовое варенье расфасовывали, герметически укупоривали и стерилизовали. Затем банки охлаждали и направляли на хранение.

Отходы и потери плодов составляют около 10%, сахара - 2,5%. Содержание сухих веществ в готовом варенье 74,1-77,4%, в том числе сахаров - 55,1-58,4%. Количество плодов составляет около 50% от веса нетто. По органолептическим показателям лучшим оказалось варенье из боярышников мягковатого и шарлахового: оно имеет ярко выраженный аромат и хороший внешний вид - плоды налитые, сочные.

При консервировании плодов происходят процессы, приводящие к изменению натурального цвета, аромата, вкуса и снижению пищевой ценности готовой продукции за счет частичного разрушения витаминов и других важных веществ, содержащихся в сырье. Чтобы определить ценность консервов из боярышника, мы составили баланс, дающий возможность проследить характер распределения питательных веществ в сырье, компоте и варенье.

Общее количество пектиновых веществ в процессе технологической переработки снижается на 10-30% в компотах и 22-59% в варенье (табл.4). При определении отдельных фракций пектиновых веществ оказалось, что потери растворимого пектина в компотах составляют 8-23%, в варенье - 30-54%; потери протопектина несколько больше: 14-46% в компотах и 26-66% в варенье. Это связано с расщеплением протопектина до гидропектина и дальнейшим разрушением последнего под влиянием повышенных температур. Следует отметить, что у разных видов боярышника переход протопектина

Таблица 4

Баланс биоактивных веществ плодов и готовой продукции
(мг% на сырую мякоть)

№ Исследуемые боярышники	Вид пе- реработ- ки	Пектиновые вещества в %		Асбор- бино- вая кисло- та	Каро-Дубиль-Флаво-Анто-Лейко- тин ные и нолы крася- щие в-ва	ны циа- ны	Анто- цианы	Катехины					
		Гидро- пектин	Сумма пектин					Сво- бод- ные	Сум- ма				
1. Б. мягковатый	сырье	2,04	1,80	3,84	38,1	3,55	760	84	120	302	242	317	559
	компот	1,75	1,46	3,21	26,9	4,16	670	60	84	150	186	151	337
	варенье	1,06	0,98	2,04	5,6	2,02	160	26	14	47	38	30	68
2. " приречный	сырье	2,05	1,44	3,49	70,2	2,02	650	146	91	128	60	90	150
	компот	1,88	1,24	3,12	52,6	1,75	580	90	37	68	46	68	114
	варенье	1,66	1,06	2,72	12,7	1,05	100	18	8	14	35	17	52
3. " лохматый	сырье	1,21	0,88	2,09	45,0	2,45	820	60	110	55	299	376	675
	компот	0,93	0,53	1,46	28,3	2,15	720	40	73	26	230	290	520
	варенье	0,56	0,30	0,86	6,2	1,16	215	10	21	10	77	90	167
4. " дольчатый	сырье	1,70	0,64	2,34	40,2	2,50	900	58	55	118	278	305	583
	компот	1,44	0,41	1,85	25,5	2,24	730	30	32	61	215	208	421
	варенье	0,95	0,36	1,31	7,2	1,30	180	6	7	19	76	57	133
5. " шарлаховый	сырье	1,70	0,56	2,26	55,4	1,90	500	104	108	162	144	97	241
	компот	1,43	0,32	1,75	37,6	1,71	450	52	78	96	98	48	146
	варенье	0,94	0,21	1,15	8,4	0,92	120	12	19	20	40	21	61

в растворимый пектин при тепловой обработке совершается неодинаково: у одних он разрушается легче (лохматый, шарлаховый), у других - разрушение его менее ощутимо (приречный). Различия в количественном соотношении фракций пектиновых веществ, особенно- сти превращений в процессе технологической переработки указывают на неодинаковые физико-химические свойства пектина плодов различных видов боярышника. Здесь существенное значение имеет строение мякоти плода, соотношение форм пектина, кислотность сока, а также длительность температурного воздействия при изготовлении консервированной продукции.

Плоды боярышника не являются богатым источником аминокислот, однако их состав интересен, т.к. связан с органолептическими особенностями консервов - альдегиды, образующиеся в результате окислительного дезаминирования аминокислот (при взаимодействии с дубильными веществами в условиях повышенных температур), придают готовой продукции специфический запах. Нами установлено, что общее количество азотистых веществ и состав аминокислот при переработке плодов изменяется незначительно. Существенные потери отмечены лишь для аспарагиновой кислоты и α -аланина, связанные, по-видимому, с тем, что они наиболее легко реагируют с сахарами в реакциях меланоидинообразования (Марх, 1961; Фельдман, 1967).

Сохранность аскорбиновой кислоты в консервированной продукции в значительной степени зависит от ее первоначального содержания в плодах: в консервах из плодов, отличающихся более высоким уровнем аскорбиновой кислоты (шарлаховый, приречный), потери ее минимальны. Кроме того, влияние оказывает содержание и степень сохранности в консервах дубильных и красящих веществ - естественных ингибиторов ее окисления: в плодах с меньшими их потерями устойчивость витамина С повышается.

В связи с тем, что каротин является менее термолабильным, чем аскорбиновая кислота, в консервах он сохраняется сравнительно

хорошо: в компотах потери его составляют 10-13%, варенье - 43-53%.

Диетическая ценность консервированной продукции из боярышников в значительной мере определяется содержанием полифенольных соединений. При выработке компотов суммарное количество дубильных и красящих веществ в готовой продукции уменьшается сравнительно мало: потери их не превышают 19%. Возможно, что дубильные вещества плодов дают продукты неполного окисления, которые также титруются перманганатом калия при определении по Леранталь.

Количество сохраняющихся дубильных веществ выше в компотах из плодов с высоким содержанием антоцианов, содержащих рядовые оксигруппы и способных участвовать в реакциях восстановления хиноидных форм простых катехинов. При выработке варенья происходит более глубокий распад дубильных веществ: в готовой продукции содержание их колеблется от 100 до 215 мг%.

При определении отдельных групп биофлавоноидов выяснилось, что они обладают различной устойчивостью при консервировании. Суммарное количество катехинов в сырье составляет 150-675 мг%, в компотах - 114-421 мг%, в варенье - 52-167 мг%, т.е. в компотах потери не превышают 40%, в варенье - 65-88%. При этом у некоторых видов свободные катехины и таниды обладают почти одинаковой устойчивостью: их потери в готовой продукции находятся в одних пределах; у других (мягковатый и шарлаховый) - большему разрушению подвержены таниды.

Флавонолы менее устойчивы при консервировании, чем катехины: в компотах их количество колеблется в пределах 40-90 мг%, в варенье - 6-26 мг% (против 58-146 мг% в сырье).

В свежих плодах содержится 67,5-111,0 мг% антоцианов и 54,3-302,0 мг% лейкоантоцианов, т.е. в сырье уровень лейкоантоцианов почти во всех случаях выше, чем антоцианов. Несмотря на то, что антоцианы являются термолabile соединениями, очень

легко разрушающимися под влиянием повышенных температур, при исследовании пигментов в компотах оказалось, что количество лейкоантоцианов снижается на 41-52%, в то время, как потери антоцианов составляют 28-42%. Относительно небольшие потери пигментов в компотах связаны, по-видимому, с тем, что наряду с разрушением антоцианов под воздействием высоких температур, происходит образование их из лейкоантоцианов, вследствие чего разрушенные пигменты частично восполняются вновь образовавшимися. При изготовлении варенья, вследствие более длительного температурного воздействия и свободного доступа кислорода воздуха, происходит более глубокое разрушение пигментов. В готовой продукции суммарное содержание их не превышает 16% от имеющегося в сырье (8-21 мг% антоцианов и 10-47 мг% лейкоантоцианов).

Таким образом, потери биологически активных веществ при технологической переработке плодов зависят от первоначального их содержания в сырье и вида вырабатываемой продукции. Благодаря сравнительно малым потерям пектиновых веществ, аминокислот, полифенолов и полному сохранению микроэлементов, компоты ^{имеют} значительную пищевую ценность, что указывает на целесообразность использования плодов боярышника в качестве сырья для изготовления консервов для лечебного и диетического питания. Дальнейшее совершенствование технологии позволит в большей степени сохранить в консервах природные ценные компоненты сырья.

ВЫВОДЫ

В работе освещены вопросы, связанные с изучением биологически активных соединений и других показателей пищевой ценности, а также технологических свойств плодов боярышников, интродуцированных в Лесостепи Украины. Приведены данные, характеризующие биохимические свойства плодов в процессе роста и созревания, влияние метеорологических условий на химический состав, а также его изменения в процессе консервирования. Обобщение результатов исследований позволяет сделать следующие выводы:

1. Биохимическая характеристика плодов боярышника в разные годы свидетельствует о значительных межвидовых различиях по основным показателям пищевой ценности — по содержанию у них биологически активных веществ.
2. Исследование углеводного комплекса показало, что основную часть сухого остатка плодов составляют олигосахара, пектиновые вещества и клетчатка. Из сахаров идентифицированы глюкоза, фруктоза и рамноза.
3. Органические кислоты плодов боярышника представлены, главным образом, лимонной, яблочной, янтарной, кофейной и хинной. В плодах установлено 14 свободных аминокислот. У большинства видов доминирующими являются аспарагин и аспарагиновая кислота, а из органических кислот — яблочная, поддающиеся взаимным превращениям.
4. Общее содержание минеральных веществ плодов составляет 0,8–1,6%. Обнаружено от 17 до 24 макро- и микроэлементов в различных видах боярышника. Содержание их варьирует в различных пределах в зависимости от биологических особенностей вида и места произрастания.
5. Растворимые дубильные вещества плодов представлены катехинами, флавонолами, антоцианами и лейкоантоцианами. Основную

часть катехинов составляют свободные формы, в частности (-)-эпикатехин; содержание танидов колеблется от 25 до 30% от суммарного количества катехинов. Среди флавонолов преобладают производные кверцетина. Из гликозидов идентифицированы рамнозид витексин, кратенапин, а также С- гликозид - гиперозид. Антоцианы производимы цианидина и пеонидина (цианин, мекоцианин и хризантемин). По количеству указанных веществ в плодах между исследованными видами существуют значительные различия: содержание общих катехинов колеблется от 80 до 1000 мг%, флавонолов - от 25 до 200 мг%, антоцианов - от 56 до 152 мг%, лейкоантоцианов - от 55 до 302 мг%.

6. В плодах в процессе созревания снижается содержание сухих веществ, клетчатки, пектиновых, дубильных, азотистых, минеральных веществ, тиамина. Количество олигосахаров, отдельных полифенолов, аскорбиновой кислоты, каротина и рибофлавина на первых фазах созревания уменьшается, достигая наиболее низкого уровня в период прекращения роста плодов. В фазе дозревания, когда расходование питательных веществ на формирование структурных элементов плода минимальное, происходит увеличение количества этих веществ, достигающее максимальных значений в период технической зрелости плодов.

7. Процессы превращения органических веществ в плодах взаимосвязаны и в значительной степени зависят от метеорологических условий, в частности, температуры и влажности на протяжении вегетационного периода. Наиболее чувствительны к ним олигосахара, полифенольные соединения, витамины, каротин. Сухая жаркая погода благоприятствует накоплению в плодах каротина, рибофлавина и флавонолов, в то время, как количество аскорбиновой кислоты, сахаров, тиамина при таких условиях снижается. Азотистые и минеральные вещества, органические кислоты, клетчатка более стабильны и количество их в плодах изменяется незначительно.

8. Технологическое сортоиспытание боярышника показало возможность и целесообразность использования крупноплодных видов

для изготовления консервов лечебного и диетического питания. Полученные образцы компотов имеют вполне удовлетворительные органолептические свойства и высокие пищевые достоинства, в частности, они содержат значительное количество витаминов, пектиновых веществ, биофлавоноидов.

9. Содержание ценных химических компонентов плодов в консервированной продукции зависит от биологических особенностей вида: качественного состава, соотношения отдельных групп соединений, а также общего количества биологически активных веществ. Степень их разрушения находится в обратной зависимости от первоначального содержания в плодах и времени тепловой обработки.

10. По комплексу показателей химического состава, вкусовым качествам и технологическим свойствам выделен ряд лучших видов боярышника, рекомендуемых для хозяйственного использования и селекции: мягковатый, лохматый, дольчатый, удлиненный, шарлаховый, Эльвангера, Арнольда, канадский, понтийский, круглолистный.

Проведенная работа указывает на перспективность культуры боярышника на Украине, как весьма ценного плодового растения.

Основные положения диссертации
изложены в следующих работах:

1. Содержание некоторых химических веществ в плодах боярышников, интродуцированных в ЦРБС АН УССР. Тез. докл. П научн. конференции молодых исследователей ЦРБС АН УССР, Изд. "Наукова думка", К., 1965.
2. Хімічна характеристика плодів глоду з колекції ЦРБС АН УРСР. В сб. "Акліматизація та Інтродукція нових рослин". Изд. "Наукова думка", К., 1966. В соавторстве с Ивченко С.И.
3. К вопросу изучения органических кислот в плодах боярышника. Тезисы докладов Республиканской конференции молодых исследователей по биохимии и физиологии растений. Изд. "Наукова думка", К., 1967.
4. Содержание тиамин и рибофлавина в плодах боярышника. Тезисы докладов 3-й научной конференции молодых исследователей ЦРБС АН УССР. Изд. "Наукова думка", К., 1967.
5. Флавоноидные пигменты плодов некоторых интродуцированных на Украине боярышников. В сб. "Труды III Всесоюзного семинара по биоактивным веществам плодов и ягод", Изд. УЛТИ, Свердловск, 1968.
6. Антоциановые пигменты плодов боярышника. Тезисы докладов Республиканской конференции молодых исследователей по биохимии и физиологии растений. Изд. "Наукова думка", К., 1969.
7. Дикie плоды Украины как источник витамина С и каротина. Материалы Всесоюзного совещания по витаминам из природного сырья, Уфа, 1965, в печати. В соавторстве с Ивченко С.И., Стрелой Т.Е.
8. Мінеральні речовини плодів глоду. Сб. "Акліматизація та Інтродукція нових рослин", в печати.

Материалы диссертации доложены на:

1. П научной конференции молодых исследователей ЦРБС АН УССР, 1965.
2. 3-й научной конференции молодых исследователей ЦРБС АН УССР, Киев, 1967.
3. Республиканской научной конференции молодых исследователей по физиологии и биохимии растений, посвященной 50-летию Великой Октябрьской социалистической революции, Киев, 1967.

4. На Всесоюзном совещании по витаминам из природного сырья, Уфа, 1965.
5. 3-й Всесоюзном семинаре по биоактивным веществам плодов и ягод, Свердловск, 1966.
6. Республиканской научной конференции молодых исследователей по биохимии и физиологии растений, К., 1969.

Содержание диссертации изложено на 177 страницах машинописного текста и состоит из введения, литературного обзора и экспериментальной части (4 главы) и выводов. В работе имеется 44 таблицы и 25 рисунок. Список цитированной литературы составляет 341 наименование, в том числе - 58 иностранных источников.