

УДК 581.192.4:577.127.4:582.734:543.544.5.068.7

Н.Ю. Колбас

канд. биол. наук, доц. каф. химии

*Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина***ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ СОСТАВА АНТОЦИАНОВОГО
КОМПЛЕКСА В ПРОЦЕССЕ СОЗРЕВАНИЯ ПЛОДОВ**

*В статье представлены результаты ВЭЖХ-МС анализа антоцианового комплекса плодов разных стадий созревания для пяти представителей Rosaceae. Всего идентифицировано 18 различных антоцианов. В процессе созревания повышается общее содержание и концентрации индивидуальных антоцианов; для плодов *Amelanchier spicata* качественный состав антоцианов постоянен, а для *Rubus* изменяется за счет появления минорных компонентов. Стадия спелости не влияет на наличие ацильного и дисахаридного компонентов в химической структуре антоциана.*

Введение

Несмотря на существующее разнообразие, плоды растений в своем развитии проходят одинаковые фазы, приводящие в итоге к созреванию. В настоящее время хорошо изучены физиологические процессы роста, дыхания плодов, а также механизмы их регуляции [1], однако биохимический аспект процесса созревания изучен не достаточно. При этом исследование биохимических процессов необходимо для установления оптимальных сроков заготовки плодов в зависимости от их дальнейшего использования, так как важнейшие потребительские качества – вкус, размер, окраска, устойчивость в хранении и пригодность для переработки – формируются во время созревания.

Одними из биологически активных соединений, широко применяемых в фармакологии, пищевой и косметической промышленности, являются антоцианы. Антоцианы составляют одну из групп фенольных соединений и в растительном организме чаще присутствуют в форме гликозидов. Агликоны антоцианов по химической структуре являются полигидрокси- и полиметокси- производными катиона 2-фенилбензопирилия (флавилиум-катион или 2-фенилхромен-катион) [2].

Обмен антоцианов в растительном организме связан с метаболизмом фенольных соединений, в том числе флавонолов и флаван-3-олов [3, с. 69–72]. Литературные сведения об изменении пропорций отдельных антоцианов в процессе созревания плодов фрагментарны [4–6], в связи с чем требуют детализации и дополнения.

Цель данной работы – изучить качественный и количественный состав антоцианов в процессе созревания плодов для пяти представителей семейства *Rosaceae* Juss. В соответствии с поставленной целью были сформулированы следующие задачи:

- 1) установить качественный и количественный состав антоцианов для каждой стадии созревания плодов *Amelanchier spicata* (Lam.) C. Koch., *Rubus caesius* L., *Rubus fruticosus* L., *Rubus nessensis* W. Hall. и *Rubus idaeus* L.;
- 2) изучить корреляционные связи между содержанием антоцианов и других фенольных соединений (флавонолов и флаван-3-олов);
- 3) дать практические рекомендации по срокам заготовки плодов.

Материалы и методы исследования

Изучаемые виды были идентифицированы согласно определителям [7; 8]. Для темноплодных представителей рода *Rubus* (*R. nessensis*, *R. caesius*, *R. fruticosus*) и *A. spicata* были обозначены четыре, а для *R. idaeus* – три стадии созревания плодов, морфологические особенности которых представлены в таблице 1. Индекс спелости для плодов каждой стадии определяли как отношение содержания растворимых сахаров к тит-

руемой кислотности [9]. Плоды *A. spicata* и *R. idaeus* заготавливали в конце июня – начале июля с интервалом 7 дней, а плоды *R. nessensis*, *R. caesius* и *R. Fruticosus* – в течение июля с интервалом 5 дней.

Таблица 1. – Характеристика стадий спелости плодов пяти представителей семейства *Rosaceae*

Стадия	Окраска	Индекс спелости	% сухих веществ
<i>Amelanchier spicata</i> (Lam.) C. Koch.			
Ia	красная	18,86	23,68
Iб	красно-фиолетовая	38,33	27,84
II	темно-синяя	50,52	27,77
III	темно-синяя, серый налет	87,50	26,89
<i>Rubus caesius</i> L.			
Ia	50% костянок красные	1,74	12,36
Iб	50% костянок красные, 50 % красно-бурые	2,49	12,94
II	100% костянок темно-синие	4,32	14,26
III	100% костянок темно-синие с сизым налетом	7,07	14,68
<i>Rubus fruticosus</i> L.			
Ia	50% костянок красные	1,80	23,51
Iб	100% костянок красно-бурые	2,73	20,43
II	100% костянок темно-синие, имеют блеск	5,12	17,85
III	100% костянок темно-синие, матовые	8,39	21,26
<i>Rubus nessensis</i> W. Hall.			
Ia	50% костянок красные	1,93	15,67
Iб	100% костянок красно-бурые	2,79	15,23
II	100% костянок темно-синие, имеют блеск	4,53	16,87
III	100% костянок темно-синие, матовые	7,02	17,53
<i>Rubus idaeus</i> L.			
I	розовая	3,10	20,54
II	малиновая	6,18	19,44
III	темно-малиновая	10,74	19,96

Собранные плоды каждого вида и каждой стадии созревания подвергали глубокой заморозке при температуре -40°C , затем отдельные порции, массой 100 г, сушили сублимацией без доступа света (лиофилизатор Alpha 2–4, фирма «Christ», Германия) и измельчали до частиц диаметром 1 мм (вибрационная мельница MM 200, фирма «Retsch», Германия). Антоцианы многократно экстрагировали 1% соляной кислотой в метаноле. Каждый этап экстракции длился 10 минут при температуре $+22^{\circ}\text{C}$ и максимальном давлении 1 500–1 700 *psi*, в инертной атмосфере азота с применением экстрактора ASE-350 (фирма «Dionex», США). Растворитель из полученных экстрактов отгоняли под вакуумом, при температуре $+30^{\circ}\text{C}$ с использованием роторного испарителя LABOROTA 4 002 control («Heidolph», Германия), остатки сушили сублимацией без доступа света и далее анализировали. Пробподготовку плодов каждой партии проводили в трехкратной повторности.

Анализ антоцианов проводили методом ВЭЖХ-МС, используя систему сепарации и анализа Accela High Speed LC. Разделение компонентов осуществляли на хроматографической колонке с обращенной фазой C18 Hypersil Gold (50 × 2,1 мм; размер час-

тиц силикагеля 1,9 мкм; «Thermo Fisher Scientific», США). Элюирование вели при температуре +40°C и фиксированной пропускной способности 0,3 мл в минуту, при этом объем инъекционного образца составил 20 мкл. В качестве мобильной фазы А применяли водный раствор HCOOH (0,1%-ный раствор – для качественного и 5%-ный – для количественного анализа антоцианов). В-мобильной фазой служил 5%-ный раствор муравьиной кислоты в ацетонитриле со следующим градиентом элюирования: 30% В, 0–10 минут; 30–100% В, 10–11 минут; 100% В, 11–13 минут; 100–0% В, 13–14 минут; стабилизация системы в течение 4 минут. Длина волны детектирования составила 520 нм.

Для идентификации антоцианов использовали одностадийный квадрупольный масс-спектрометрический детектор MSQ Plus. Пробы анализировались при полном сканировании MS-зависимых данных для модели положительно заряженного иона с соотношением молекулярной массы к заряду (m/z) от 100 до 1000 Da. Программное обеспечение ВЭЖХ-МС анализа – Xcalibur software («Thermo Fisher Corp.», США).

Концентрацию каждого антоциана и общее их содержание выражали в пересчете на мг цианидин 3-О-глюкозида, содержащегося в 1 г сухих плодов (мг Цн-глю/г).

Содержание фенольных соединений определяли спектрофотометрически по методу *Folin-Ciocalteu* при $\lambda = 765$ нм [10]. Общее количество фенольных соединений (ОКФС) рассчитывали в мг галловой кислоты в пересчете на г сухих плодов (мг ГК/г). Определение общего количества флаван-3-олов (катехинов) проводили согласно методике [11, с. 174] при длине волны 550 нм и выражали в мг катехина на г сухих плодов. Количественный анализ флавонолов проводили по реакции с хлоридом алюминия при $\lambda = 415$ нм [12, с. 113] и выражали в мг кверцетина на г сухих плодов. Анализы по содержанию фенольных соединений, а также флаван-3-олов и флавонолов выполнены с применением спектрофотометра Proscan MC 122 (РБ). Зависимость концентраций стандартов от оптической плотности растворов для каждого метода была линейной.

Для статистической обработки полученных данных применяли программу R software (version 2.14.1, R Foundation for Statistical Computing, Австрия).

Результаты и их обсуждение

В результате проведенного ВЭЖХ-МС анализа при $\lambda = 520$ нм было детектировано и идентифицировано 18 различных антоцианов, из них 12 выявлены в экстрактах плодов *R. caesius*, 9 – *R. fruticosus*, по 8 – в экстрактах плодов *R. nessensis* и *R. idaeus*, 4 – в составе плодов *A. spicata* (таблица 2). Подробная характеристика полученных хроматограмм представлена в работах [13; 14]. Антоцианы плодов представителей рода *Rubus* на 94–97%, а *A. spicata* на 100% представлены производными цианидина (Цн).

Общее количество антоцианов повышается в процессе созревания плодов пяти изученных видов (таблица 2). Для *A. spicata* значение данного параметра возрастает с 5,27 до 32,47, для *R. caesius* – с 2,48 до 36,59; для *R. fruticosus* – с 1,09 до 19,00; *R. nessensis* – с 1,96 до 28,48 и для *R. idaeus* – с 0,91 до 4,57 мг Цн-глю/г. В плодах *R. caesius* значительное увеличение параметра наблюдается на Iб (в 3,3 раз), затем на II (в 3,8 раз). Аналогично и для плодов *R. fruticosus* – на стадиях Iб (в 3 раза) и II (в 3,5 раз). Накопление антоцианов в плодах *R. nessensis* Iб стадии созревания по сравнению с Ia незначительно, увеличение составляет лишь 24%. Однако уже на II стадии количество антоцианов увеличивается в 5,8 раз. Максимум накопления антоцианов в плодах *R. idaeus* приходится на II стадию созревания и превышает значения параметра для I стадии в 3,8 раз. Дальнейшее увеличение содержания этих веществ незначительно и находится в пределах статистической погрешности.

Изученные виды в порядке снижения общего количества антоцианов в их зрелых плодах располагаются следующим образом:

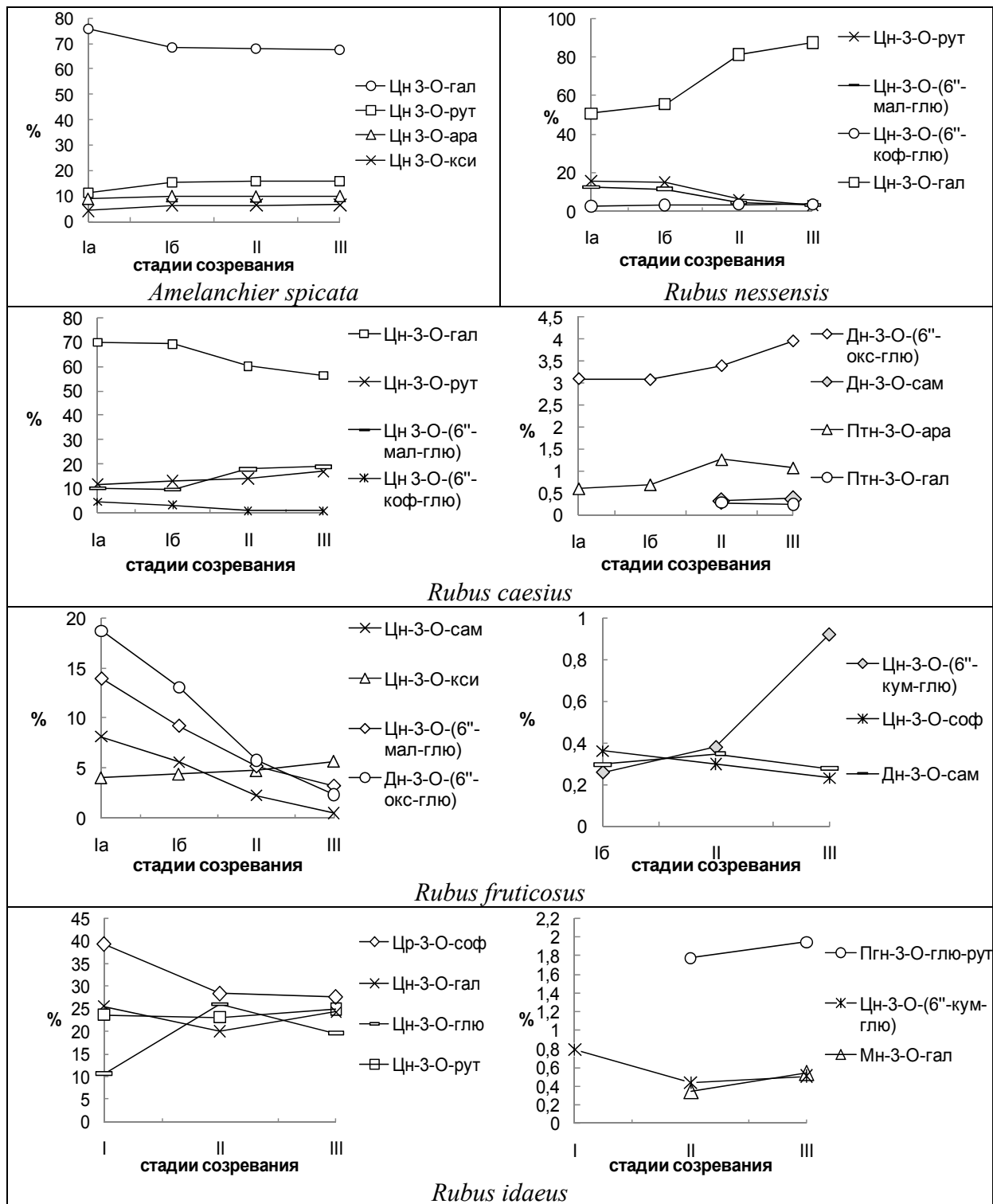
R. caesius > *A. Spicata* > *R. Nessensis* > *R. Fruticosus* > *R. idaeus*.

I.O. Vvedenskaya с соавторами [6] отмечают повышение концентраций всех компонентов антоцианового комплекса плодов *Vaccinium macrocarpon* Ait. в процессе их созревания [6]. Аналогичная зависимость выявлена нами для плодов пяти видов *Rosaceae* (таблица 2). Тем не менее, несмотря на то, что для *A. spicata* Цн 3-*O*-галактозид на всех стадиях созревания является доминирующим, его содержание снижается с 75,8% до 67,5% (рисунок 1). Процентное содержание других антоцианов повышается: с 11,1% до 16,0% для Цн 3-*O*-рутинозида, с 8,9% до 9,9% для Цн 3-*O*-арабинозида и с 4,2 до 6,5% для Цн 3-*O*-ксилозида. При этом снижение содержания доминирующего антоциана пропорционально суммарному увеличению содержания трех других. Это может указывать на роль Цн 3-*O*-галактозида как предшественника Цн 3-*O*-рутинозида, Цн 3-*O*-арабинозида и Цн 3-*O*-ксилозида в их биосинтезе.

Динамика изменения процентного содержания индивидуальных антоцианов для плодов *R. caesius* была различной (рисунок 1). Содержание доминирующего антоциана – Цн 3-*O*-галактозида снижается с 70,0% до 60,2% на II и до 56,3% на III стадии. Постепенное снижение относительного содержания (с 4,5% до 0,8% на III стадии) характерно также для Цн 3-*O*-(6"-кофеил-глюкозида). Четыре антоциана демонстрируют обратную тенденцию. Относительное содержание Цн 3-*O*-рутинозида повышается с 11,8% на Ia до 16,9% на III стадии созревания. Для Цн 3-*O*-(6"-малонил-глюкозида) параметр увеличивается с 10,0% до 17,9% и 18,9% на II и III стадиях соответственно. Для дельфинидин 3-*O*-(6"-оксалил-глюкозида) параметр постепенно увеличивается с 3,0% до 3,95%. Содержание петунидин 3-*O*-арабинозида на Ia и Ib стадиях невелико и составляет 0,6% и 0,7% соответственно, на II и III стадиях параметр увеличивается почти в 2 раза. Для минорных компонентов изменения параметра незначительны.

Согласно одной из теорий биосинтеза метилированных антоцианов предшественником петунидина является неметилированный антоциан дельфинидин [15]. В плодах *R. caesius* дельфинидин входит в состав антоцианов как большой (дельфинидин 3-*O*-(6"-оксалил-глюкозид)), так и малой (дельфинидин 3-*O*-самбубиозид) концентрации. Соединения же петунидина являются только минорными компонентами. Дельфинидин 3-*O*-(6"-оксалил-глюкозид) и петунидин 3-*O*-арабинозид содержатся в плодах каждой стадии созревания и демонстрируют сходную динамику относительного содержания на Ia, Ib и II стадиях. И дельфинидин 3-*O*-самбубиозид, и петунидин 3-*O*-галактозид выявлены на II стадии созревания. Таким образом, полученные нами данные не могут подтвердить приведенную выше теорию биосинтеза метилированных антоцианов.

Содержание доминирующего антоциана плодов *R. fruticosus* – Цн-глю повышает-ся постадийно: 55,1% – 66,8% – 81,0% – 86,1% (рисунок 1). Для Цн 3-*O*-ксилозида выявлено незначительное увеличение относительного содержания с 4% до 5%, что согласуется с литературными данными для плодов *Rubus* L. *hibrids* [4]. Снижение параметра демонстрируют 3 антоциана: дельфинидин 3-*O*-(6"-оксалил-глюкозид) – с 18,7% до 2,3%, Цн 3-*O*-(6"-малонил-глюкозид) – с 13,9% до 3,2% и Цн 3-*O*-самбубиозид с 8,1% до 0,5% (рисунок). Для минорных компонентов, появившихся в биохимическом составе плодов на Ib стадии, характерно как повышение относительного содержания Цн 3-*O*-(6"-*p*-кумароил-глюкозид) – с 0,3% до 0,9%, так и незначительное снижение Цн 3-*O*-со-форозид – с 0,4% до 0,2%.



Дн – дельфинидин, Мн – мальвидин, Пгн – пеларгонидин, Птн – петунидин, Цн – цианидин; ара – арабинозид; гал – галактозид; глю – глюкозид, кси – ксилозид; рут – рутинозид; сам – самбубиозид; соф – софорозид; кум – кумароил; коф – кофеил; мал – малонил; окс – оксалил

Рисунк. – Динамика относительного содержания индивидуальных антоцианов в процессе созревания плодов пяти представителей *Rosaceae*

Цн 3-*O*-галактозид является доминантным антоцианом плодов *R. nessesensis* каждой из стадий созревания, его содержание постадийно возрастает: 50,8% – 55,3% – 81,3% – 87,4%. Хроматограммы антоцианового комплекса экстрактов плодов Ia и Ib стадий содержат еще 3 больших пика, которые соответствуют Цн 3-*O*-рутинозиду, Цн 3-*O*-(6''-малонил-глюкозиду) и дельфинидин 3-*O*-(6''-оксалил-глюкозиду). При этом относительное содержание этих пиков значительно снижается с 15,6% до 2,9%, с 12,4% до 3,2% и с 18,0% до 1,7% соответственно (рисунок 1). Содержание Цн 3-*O*-(6''-кофеил-глюкозида) постепенно повышается с 2,6% до 3,5%. Для минорных антоцианов характерно как снижение (Цн 3-*O*-софорозид – с 1,0% до 0,4%, Цн 3-*O*-(6''-*p*-кумароил-глюкозид) – с 1,2% до 0,5%), так и незначительное повышение (дельфинидин 3-*O*-самбубиозид – с 0,1% до 0,4%) данного параметра (рисунок 1).

Среди восьми антоцианов, идентифицированных в биохимическом составе плодов *R. idaeus*, четыре являются доминирующими: Цн 3-*O*-софорозид, Цн 3-*O*-галактозид, Цн-глю и Цн 3-*O*-рутинозид [13]. Изменение их относительного содержания в процессе созревания было различным (рисунок). Относительное содержание Цн 3-*O*-рутинозида увеличивается с 23,6% до 24,9%, а Цн 3-*O*-софорозида снижается с 39,4% до 27,6%. Содержание Цн-глю сначала повышается с 10,6% до 26,0%, а затем снижается до 19,6%. Обратную динамику изменения параметра имеет Цн 3-*O*-галактозид: понижается с 25,5% до 20,0% на II, затем повышается до 24,3% на III стадии созревания. Аналогичная тенденция выявлена для минорного компонента Цн 3-*O*-(6''-*p*-кумароил-глюкозида) (рисунок). Для других минорных антоцианов Цн 3-*O*-глюкозил-рутинозида и мальвидин 3-*O*-галактозида, появившихся на II стадии созревания, процентное содержание не меняется.

Проанализировав динамику содержания отдельных антоцианов в процессе созревания плодов *R. idaeus* можно предположить, что Цн 3-*O*-софорозид является ключевым компонентом биосинтеза других цианидин-производных в момент интенсивного синтеза антоцианов (с I по II стадии), а Цн-глю к концу созревания (с II по III стадии).

В таблице 2 представлены результаты, показывающие содержание в плодах фенольных соединений. Два вида демонстрируют тенденцию накопления фенольных соединений в процессе созревания их плодов: *A. spicata* (с 30,70 до 54,23 мг ГК/г) и *R. idaeus* (с 14,82 до 24,89 мг ГК/г). Для плодов *R. nessesensis* содержание фенольных соединений снижается с 66,29 до 54,74 мг ГК/г. Для плодов *R. caesius* снижение параметра наблюдается на Ib стадии, ко II стадии повышается почти до исходного уровня (82,27) и далее сохраняется. Плоды *R. fruticosus* аккумулируют фенольные соединения ко II стадии созревания, а затем расходуют. В целом, изученные виды можно расположить в порядке снижения содержания фенольных соединений в плодах III стадии созревания следующим образом: *R. Caesius* > *R. Nessesensis* ≈ *A. Spicata* > *R. Fruticosus* > *R. idaeus*.

Представленные данные демонстрируют индивидуальный характер накопления флаван-3-олов и флавонолов в процессе созревания (таблица 2), что необходимо учитывать при заготовке плодов этих растений. Количество флаван-3-олов варьирует от 5,90 до 16,63 мг катехина на г сухих плодов III стадии созревания и снижается в последовательности: *A. Spicata* > *R. Caesius* > *R. Nessesensis* > *R. Idaeus* > *R. fruticosus*. Содержание флавонолов в плодах III стадии созревания варьирует от 0,54 до 4,62 мг кверцетина на г сухого веса и снижается в ряду: *A. Spicata* > *R. Nessesensis* > *R. Caesius* > *R. Fruticosus* > *R. idaeus*.

Проведенный нами статистический анализ выявил положительную корреляцию между концентрацией антоцианов и содержанием флавонолов, а также флаван-3-олов для плодов всех стадий созревания (таблица 2). Положительная корреляционная зависимость между содержанием антоцианов и фенольных соединений выявлена для пло-

дов II и III стадий созревания. Отметим, что наибольший вклад в общее количество фенольных соединений плодов последней стадии созревания вносят именно антоцианы.

В настоящее время в плодоводстве наметилась тенденция создания белоплодных сортов, в том числе для *R. idaeus* и представителей рода *Amelanchier*. Установленные нами корреляционные связи свидетельствуют, что селекция с целью получения белоплодных (безантоциановых) сортов может привести к резкому уменьшению биофлавоноидов в их плодах, а значит, в итоге – к снижению полезных свойств продукции.

Таблица 2. – Коэффициенты корреляции (*r*-Pearson) между изученными параметрами

		Общее содержание		
		флаван-3-ол	флавонолов	фенольных соединений
		I стадия		
Общее содержание	антоцианов	0,656* <i>l</i>	0,615* <i>l</i>	0,076
	флаван-3-ол	–	0,538* <i>l</i>	0,010
	флавонолов	0,538* <i>l</i>	–	0,133
		II стадия		
Общее содержание	антоцианов	0,665* <i>l</i>	0,652* <i>l</i>	0,693* <i>l</i>
	флаван-3-ол	–	0,576* <i>l</i>	0,619* <i>p</i>
	флавонолов	0,576* <i>l</i>	–	0,714** <i>p</i>
		III стадия		
Общее содержание	антоцианов	0,635* <i>l</i>	0,854** <i>p</i>	0,867*** <i>l</i>
	флаван-3-ол	–	0,734* <i>l</i>	0,426
	флавонолов	0,734* <i>l</i>	–	0,623* <i>p</i>

Примечание: *** – уровень значимости (*P*) менее 0,001; ** – *P* от 0,001 до 0,01; * – *P* от 0,01 до 0,05; *p* – при полиномиальной зависимости, *l* – при линейной зависимости.

Заключение

Компонентный состав антоцианов зависит от стадии созревания и влияет на биологическую ценность плодов *A. spicata*, *R. caesius*, *R. fruticosus*, *R. nessensis*, *R. idaeus*. Наиболее активно биосинтез антоцианов в плодах *A. spicata* происходит на Iб стадии созревания, в плодах *R. caesius* и *R. idaeus* – на II, а *R. fruticosus* и *R. nessensis* – на II и III. В процессе созревания качественный состав антоцианов плодов *A. spicata* не меняется, а плодов *Rubus* изменяется за счет появления минорных компонентов.

Соединения цианидина входят в биохимический состав плодов изученных видов независимо от стадии созревания, производные дельфинидина обнаружены в составе плодов всех стадий созревания для представителей *Eubatus*, а соединения петунидина – в плодах разных стадий созревания для *R. caesius*. Производные пеларгонидина и мальвидина обнаружены в плодах *R. idaeus* начиная со II стадии созревания. Антоцианы, содержащие дисахариды, а также ацильный компонент, входят в биохимический состав плодов независимо от степени их спелости.

Для производства биологически активных добавок с повышенным содержанием цианидиновых производных рекомендовано использовать плоды III стадии созревания, характеризующиеся следующим индексом спелости: более 87 для *A. spicata*, более 10 для *R. idaeus*, более 5 для *R. caesius*, *R. fruticosus* и *R. nessensis*.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полевой, В. В. Физиология растений / В. В. Полевой. – М. : Высш. шк., 1989. – 464 с.

2. Mazza, G. In Anthocyanins in Fruits, Vegetables and Grains / G. Mazza, E. Miniatì. – CRC Press : Boca Raton, 1993. – P. 149–199.
3. Чупахина, Г. Н. Природные антиоксиданты (экологический аспект) / Г. Н. Чупахина, П. В. Масленников, Л. Н. Скрыпник. – Калининград : Изд-во БФУ имени И. Канта, 2011. – 111 с.
4. Influence of Cultivar, Maturity, and Sampling on Blackberry (*Rubus* L. Hybrids) Anthocyanins, Polyphenolics, and Antioxidant Properties / T. Siriwoharn [et al.] // J. Agric. Food Chem. – 2004. – Vol. 52, № 26. – P. 8021–8030.
5. Phytochemical accumulation and antioxidant capacity at four maturity stages of cranberry fruit / H. Celik [et al.] // Scientia Horticulturae. – 2008. – Vol. 117, № 4. – P. 345–348.
6. Vvedenskaya, I. O. Flavonoid composition over fruit development and maturation in American cranberry, *Vaccinium macrocarpon* Ait. / I. O. Vvedenskaya, N. Vorsa // Plant Sci. – 2004. – Vol. 167. – P. 1043–1054.
7. Bonnier, G. La grande flore en couleurs de Gaston Bonnier / G. Bonnier, R. Douin. – Paris : Belin, 1990. – T. 3. – P. 332–335.
8. Определитель высших растений Беларуси / под ред. В. И. Парфенова. – Минск : Дизайн ПРО, 1999. – 472 с.
9. Колбас, Н. Ю. Изменение антиоксидантной активности плодов в процессе их созревания / Н. Ю. Колбас, В. Н. Решетников // Весн. Брэсц. ун-та. Сер. 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2012. – № 1. – С. 45–54.
10. Waterhouse, A. L. Determination of Total Phenolics/ A. L. Waterhouse // Current Protocols in Food Analytical Chemistry. – 2002. – II.1–II.1.8.
11. Handbook of enology. The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments / P. Ribéreau-Gayon [et al.] – West Sussex : John Wiley & Sons, 2006. – Vol. 2 – 444 p.
12. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков [и др.] – Л. : Агропромиздат, 1987. – 430 с.
13. Антоцианы и антиоксидантная активность плодов некоторых представителей рода *Rubus* / Н. Ю. Колбас [и др.] // Вес. НАН Беларусі. Сер. біял. навук. – 2012. – № 1. – С. 5–10.
14. Колбас, Н. Ю. Особенности антоцианового комплекса плодов *Amelanchier spicata* (Lam.) С. Koch, произрастающих в Юго-Западном регионе Республики Беларусь / Н. Ю. Колбас, А. П. Колбас // Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия мировой флоры : материалы Междунар. конф., Минск, 19–22 июня 2012 ; редкол.: В. В. Титок [и др.]. – Минск, 2012. – Ч. 2. – С. 90–93.
15. Bailly, C. Characterization and activities of *S*-adenosyl-*L*-methionine:cyranidin 3-glucoside 3-*O*-methyltransferase in relation to anthocyanin accumulation in *Vitis vinifera* cell suspension cultures / C. Bailly, F. Cormier, C. Bao Do // J. Plant Sci. – 1997. – Vol. 122, №1. – P. 81–89.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 25.08.2015

Kolbas N.Y. Specificity of Dynamics of Anthocyanin Complex of Fruits in a Maturity During

*The results of the HPLC-MS analysis of anthocyanins complex of fruits different stages of maturation presents in the article. 18 different anthocyanins were identified in total. In the process of maturation increases the total amount and concentration of individual anthocyanins. The qualitative composition of anthocyanins for berries *A. spicata* is constant, and for *Rubus* changed due to the appearance of minor components. Stage of ripening does not affect the presence of the disaccharide and the acyl component in the biochemical structure of anthocyanin. Recommendations on terms of harvesting the fruits of the studied plants for subsequent use as a source of antocyanins have been submitted.*