

В. М. Горина,
кандидат сельскохозяйственных наук,
А. А. Рихтер,
кандидат биологических наук
Никитский ботанический сад –
Национальный научный центр НААН
Г. П. Зайцев,
ведущий инженер
Национальный институт винограда и
вина «Магарач» НААН

УДК 634.22:581.192

Помологические и биохимические особенности растений рода *Prunus* L. с антоциановой окраской мякоти плодов и листьев

Здійснено помологічний опис вивчених зразків, досліджено хімічний склад та взаємозв'язок між компонентами в плодах *Prunus cerasifera* subsp. *macrocarpa* (Erem. et Garcov.) var. *pissardii* Bailey. Отримані дані порівнюються із характеристиками, типовими для плодів сортив *Prunus cerasifera* Ehrh. та форм *Persica vulgaris* subsp. *atropurpurea* (Schneid.) Zajats

Ключові слова:

алича гібридна, алича Пісарді, антоціани, хімічний склад плодів, стійкість проти дії негативних температур повітря

Введение. В последние десятилетия вследствие загрязнения атмосферы и связанного с этим изменения концентрации озона параметры УФ-излучения значительно изменились, что может иметь негативные последствия для растений. Так, около 70% сортов культивируемых растений характеризуются повышенной чувствительностью к УФ-облучению. В связи с этим целесообразно вести селекцию новых сортов растений с повышенной устойчивостью к УФ-излучению [1].

Среди морфологических и физиологических признаков, обеспечивающих защиту растений от ультрафиолета, можно отметить наличие кутикулы и воскового налета, опушенность листьев, многослойность, лигнификацию и полное одревеснение клеток эпидермиса, усиление синтеза веществ, поглощающих УФ (флавоноиды, каротиноиды, алкалоиды) [2].

Сильное поглощение флавонами, флавонолами и антоцианами света в УФ-диапазоне обуславливает защиту тканей от вредного действия УФ-излучения. Причем флавоноиды, в том числе проантоцианидины и антоцианы, не токсичны, обладают Р-витаминной активностью, в

значительных количествах содержатся в плодах и листьях представителей *Prunoideae* [1, 3].

Флавоноиды – группа фенолаланинсинтезируемых ароматических вторичных компонентов. Эти соединения присутствуют в большинстве тканей высших наземных растений и формируют эффективный барьер на пути УФ-излучения, ослабляющий его поток более чем на 90%. Флавоноиды могут действовать как антиоксиданты, обеспечивая защиту от окислительных реакций. Значительное их количество содержится в вакуолях клеток эпидермиса и мезофилла, а также в хлоропластах некоторых видов растений, где они выполняют роль фильтра УФ [4].

Постановка проблемы. В селекции косточковых растений большой интерес представляют сорта с оригинальными признаками, которые могут быть использованы в качестве геномных маркеров, например антоциановая окраска листьев, контролируемая доминантным геном. Большинство сортов алычи Писсарда (*Prunus cerasifera* subsp. *macrocarpa* (Erem. et Garcov.) var. *pissardii* Bailey) имеют этот ген в гетерозиготном состоянии, тогда как у Писсарда черно-пурпуровой

он в гомозиготном, что можно использовать в селекции. Так, сообщалось, что алыча Писсарда передает антоциановую окраску листовой пластинки другим представителям подсемейства *Prunoideae* Focke, в частности персику (*Persica vulgaris* Mill.) [5, 6]. Считается, что антоцианы могут защищать фотосинтетический аппарат растений от избыточного света, нейтрализовать повышенное содержание оксидантов и повышать морозоустойчивость тканей вегетативных органов [7–9]. В тканях высших растений антоциановые пигменты представлены главным образом цианидин-3-О-гликозидом, синтезируемым в цитоплазме с последующим транспортом в вакуоль клетки [10–12].

Ранее было показано, что преобладающим компонентом в антоциановом комплексе плодов *Persica vulgaris* Mill. subsp. *erythrocarpa* Zajats и листьев *Persica vulgaris* Mill. subsp. *atropurpurea* (Schneid.) Zajats является цианидин-3-О-гликозид [3], тогда как таковой в плодах алычи сформирован цианидин-3-О-галактозидом, цианидин-3-О-гликозидом, цианидин-3-О-арабинозидом, цианидин-3-О-рутинозидом и цианидин-3-О-ацетилгалактозидом [13].

Формирование сортов алычи в южной зоне Украины и России проводится на основе разновидностей *Prunus cerasifera* Ehrh. Отдаленная гибридизация является важным методом в селекции, поэтому в связи с решением вопросов экологической устойчивости плодовых растений представляется актуальным исследование антоцианов плодов и листьев алычи Писсарда.

Цель работы – изучить химический состав и взаимосвязь биохимических признаков плодов *Prunus cerasifera* var. *pissardii* по сравнению с *Prunus cerasifera* и *Persica vulgaris* subsp. *atropurpurea*, обосновать перспективность вовлечения этого подвида алычи в селекцию.

Материалы и методы исследований. Работу проводили на растениях [(*Prunus cerasifera* subsp. *macrocarpa* (Erem. et Garcov.) var. *pissardii* Bailey)] и *Prunus cerasifera* Ehrh. с темноокрашенными (Фемида, Пурпуровая, Писсарди Крупноплодная) и желтыми плодами (Люша Желтая), выращенных на Южном берегу Крыма. Изучение биологических особенностей растений осуществляли по общепринятым методикам в течение ряда лет [14].

Отбор средних проб плодов, подготовку к анализу и количественную оценку их химического состава вели известными методами [15]. Для определения антоцианов и их идентификации применили метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на хроматографе фирмы Agilent Technologies (модель 1100). Для проведения анализа была использована хроматографическая колонка размером 2,1 x 250 мм, заполненная октадецилсилильным сорбентом, зернением 5,0 мкм, фирмы «Supelco» LC-18 [3]. Оценку зимостойкости растений алычи вели по общепринятой методике [16]. Статистическую обработку данных выполняли с помощью пакета программ Statistica – 5 [17].

Результаты и их обсуждение.

Изученные образцы алычи с антоциановой окраской мякоти плодов, а также созданные гибриды сопоставляли с контрольным сортом алычи Пурпуровая по помологическим признакам и химическому составу плодов.

Пурпуровая. Рано созревающий генотип селекции Никитского ботанического сада. Плоды округлые или округло-яйцевидные, массой 30 г. Кожица тонкая, прочная, бордовая, со светлыми точками, покрыта слабым восковым налетом. Мякоть светло-желтая, сочная, нежная, средней плотности, с красными прожилками, под кожицей красная, кисло-сладкого вкуса (4,0 балла). Косточка не отделяется. Созревают плоды в первой декаде июля, транспортбельные. Использование универсальное.

Писсарди Крупноплодная. Плоды широко-овальные или яйцевидные массой до 50 г. Окраска кожицы от светло-вишневой до темно-пурпуровой, мякоть средней плотности и сочности, слитно-волокнистой консистенции вишневого цвета. Дегустационная оценка вкуса 4,0 балла. Косточка полуотделяющаяся (0,7 г), овальная с заостренной вершиной и слабоморщинистым основанием средней ширины. Ребра брюшного шва сглажены. Созревание плодов в конце июля – начале августа, зимостойкость повышенная.

Образец выделен К.Ф. Костиной из популяции *P. cerasifera* var. *pissardii* (плоды и листья пурпуровые), произрастающей в естественных условиях Крыма.

Гибрид 120-85-1. Плоды крупные, округлой или широко-яйцевидной формы, слабо скошены по брюшному шву к вершине, массой 25 г. Основание притупленное с небольшим углублением. Брюшной шов слабый, но хорошо заметен. Окраска кожицы от розовато-малиновой до темно-вишневой. Мякоть вишневого цвета, слитно-волокнистой консистенции, сред-

ней сочности. Вкус пустоват с легкой кислинкой, дегустационная оценка 4,0 балла. Косточка овальная (0,7 г), с несколько заостренной вершиной, поверхность слегка шероховатая, почти гладкая, полуотделяющаяся. Плоды созревают в конце июня – начале июля. Деревья выделяются темно-пурпуровыми листьями, цветут рано, лепестки цветков имеют легкую антоциановую окраску (сиреневато-розовые). Сложный межвидовой гибрид, получен с участием *Prunus brigantia* Vill.; *P. cerasifera* var. *pissardii*; *P. cerasifera*; *Prunus salicina* Lindl.

В настоящей работе впервые проведены исследования антоциановых пигментов в кожице плодов и листьях некоторых таксонов рода *Prunus*. Показано, что для *P. cerasifera* var. *pissardii* (плоды и листья пурпуровые) и *P. cerasifera* – Фемида (плоды с антоциановой окраской кожицы, листья зеленые) общими компонентами для плодов и листьев является цианидин-3-О-галактозид; цианидин-3-О-гликозид; цианидин-3-О-арабинозид. В плодах сравниваемых образцов присутствовали еще цианидин-3-О-рутинозид и цианидин-3-О-ацетилгалактозид. Таким образом, набор антоциановых пигментов в кожице плодов рассматриваемых растений одинаков при существенно более высоком содержании цианидин-3-О-галактозида (36,4) и цианидин-3-О-арабинозида (27,4 мг/кг) в кожице плодов *P. cerasifera* (Фемида). В кожице плодов Люша Желтая выявлен совершенно особый набор пигментов, обуславливающих их желтую окраску (табл. 1).

Присутствие цианидин-3-О-галактозида (3,2), цианидин-3-О-гликозида (1,9) и цианидин-3-О-арабинозида (0,6 мг/кг сухой массы тканей) (табл. 1) отличает антоциановый комплекс тканей листьев *P. cerasifera* var. *pissardii* от такового в листьях *Persica vulgaris* subsp. *atropurpurea*, в котором преобладает цианидин-3-О-гликозид (5,5)

Таблица 1
Содержание фенольных соединений в коже плодов *Prunus cerasifera* Ehrh. и [*Prunus cerasifera* subsp. *macrocarpa* (Erem. et Garcov.) var. *pissardii* Bailey] (мг/1000 г)

Компонент	<i>Prunus cerasifera</i> subsp. <i>macrocarpa</i> (Erem. et Garcov.) var. <i>pissardii</i> Bailey		<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.	
	Писсарди Крупноплодная		Фемида	Люша Желтая
	Плоды	Листья	Плоды	Плоды
Цианидин-3-О-галактозид	6,7	3,2	36,4	
Цианидин-3-О-гликозид	1,2	1,9	1,9	
Цианидин-3-О-арабинозид	4,4	0,6	27,4	
Цианидин-3-О-рутинозид	0,2		2,2	
Цианидин-3-О-ацетилгалактозид	0,1		0,8	
Кверцетин-3-О-биозид				53,7
Рутин				1314,9
Кверцетин-3-О-рамнозид				452,5
Моногликозид кверцетина				268,1
Кверцетин				17,7

Таблица 2
Химический состав плодов *Prunus cerasifera* var. *Pissardii* в сравнении с сортами *Prunus cerasifera* (% от сырого вещества)

Образец	СВ	МС	ΣС	ТК	АК	АН	ВП	ПП	М
	%	%	%	%	мг/100г	%	%	%	г
<i>P. cerasifera</i> [18]	16,2	6,8	10,9	2,18	9,0	222	0,51	0,48	25,3
<i>P. cerasifera</i> var. <i>pissardii</i>	12,5	4,3	8,5	2,77	14,3	157	0,32	0,57	12,3
Пурпуровая	13,9	4,7	7,3	2,55	5,9	436	0,45	0,52	18,2
Фемида	15,3	5,7	10,1	2,06	9,5	528	0,25	0,61	53,7
Писсарди Крупнопл	16,2	3,7	7,7	2,13	7,5	238	0,49	0,45	25,0
Люша Желтая	15,2	4,3	6,1	1,91	7,2	0	0,18	0,71	31,2
120-85-1	18,6	8,1	10,2	1,95	7,8	138	0,35	0,56	22,1

Примечания: СВ – сухие вещества, МС – моносахариды, ΣС – общее содержание углеводов, ТК – титруемые кислоты, АК – аскорбиновая кислота, АН – антоцианы, ВП – водорастворимый пектин, ПП – протопектин, М – масса плода. Содержание проантоцианидинов в плодах *P. cerasifera* (сорта) – 355 [18]; *P. cerasifera* var. *pissardii* – 195; Пурпуровая – 386; Фемида – 240; Писсарди Крупноплодная – 213; Люша Желтая – 160 и форма 120-85-1 – 152 мг/100г.

при незначительном содержании цианидин-3-О-(6-О-п-кумароил)-гликозида (0,4 мг/кг сухой массы) [3].

При сравнении данного образца (*P. cerasifera* var. *pissardii* с плодами *P. Cerasifera*) Фемида выявлено, что основные различия касаются содержания проантоцианидинов и антоцианов, причем Фемида превосходит (*P. cerasifera* var. *Pissardi*) и по содержанию антоцианов в 1,4 раза (табл. 2). Плоды растений алычи желтоплодной Люша Желтая характеризовались наименьшим содержанием титруемых органических кислот, а по количеству аскорбиновой кислоты – беднее плодов Фемида и (*P. cerasifera* var. *Pissardii*) в 1,2 и 2,0 раза. По остальным изученным компонентам существенных различий не выявлено.

В табл. 3 приведены коэффициенты корреляции между биохимическими признаками плодов *P. cerasifera* var. *pissardii* (n = 20) в сравнении с таковыми у распространенных сортов алычи гибридной (*P. cerasifera*) и персика с красной мякотью (*P. vulgaris* subsp. *erythrocarpa*).

Для плодов *P. cerasifera* var. *pissardii* содержание сухих веществ положительно коррелировало с аскорбиновой кислотой (r = 0,44*), титруемой кислотностью (r = 0,73**) и общим содержанием пектинов (r = 0,60**), но отрицательно, – с проантоцианидинами (r = -0,71**) и антоцианами (r = -0,50*).

Следовательно, отбор гибридов с повышенным содержанием сухих веществ в плодах будет сопровождаться увеличением их кислотности, обогащением аскорбиновой ки-

Таблица 3
Корреляционные зависимости между биохимическими признаками в плодах с антоциановой окраской у разных генотипов родов *Prunus* L. и *Persica* Mill.

Признак		<i>Prunus cerasifera</i> n = 18 [18]	<i>Prunus cerasifera</i> var. <i>pissardii</i> n = 20	<i>Persica vulgaris</i> subsp. <i>erythrocarpa</i> n = 21 [3]
		СВ - МС	С	0,34
	ΣС	-0,13	-0,45*	0,67**
	АК	0,17	0,35	0,73**
	ТК	0,50*	0,44*	0,19
	ПА	0,31	0,73**	0,18
	АН	0,51*	-0,71**	0,58**
	ВП	0,04	-0,50*	-0,18
	ПП	0,76**	0,79**	0,48**
	ΣП	0,53*	0,03	0,29
МС - С	ΣС	0,74**	0,60**	0,63**
	АК	-0,62**	-0,31	0,55**
	ТК	0,22	0,59**	0,79**
	ПА	0,20	0,17	0,08
	АН	0,46*	0,80**	0,11
	ВП	0,31	-0,81**	0,27
	ПП	-0,36	-0,60**	-0,19
	ΣП	0,30	0,68**	0,22
С - С	ПА	0,47*	-0,01	0,28
	АН	0,46*	0,50*	0,37
	ВП	0,63**	0,58**	0,95**
	ПП	-0,20	-0,40	-0,26
	ΣП	-0,54*	-0,35	0,03
ΣС - АК	ПА	-0,15	0,23	0,34
	АН	0,22	0,36	-0,52*
	ВП	-0,10	-0,71**	0,57**
	ПП	-0,19	0,11	0,17
	ΣП	-0,18	-0,47*	0,65**
АН - АК	ПА	-0,05	-0,19	-0,16
	АН	-0,22	-0,39	0,07
	ВП	-0,11	-0,50*	0,35
	ПП	-0,08	-0,21	-0,45*
	ΣП	0,17	-0,03	0,50*
ПА - АК	ПА	0,23	0,09	0,23
	АН	0,24	0,03	0,62**
ТК - АК	ПА	-0,12	-0,09	-0,19
	АН	0,15	-0,03	0,38
	ВП	0,38	0,25	0,84**
	ПП	0,65**	0,60**	-0,53*
	ΣП	0,16	0,43	0,18
ТК - АН	ПА	0,44	0,67**	-0,42*
	АН	0,26	-0,75**	-0,11
	ВП	-0,55*	-0,76**	-0,07
	ПП	0,31	0,46*	-0,00
	ΣП	0,36	-0,23	0,66**
ПА - АН	ПА	-0,86**	0,21	0,37
	АН	0,36	0,79**	0,20
	ВП	0,30	-0,46*	0,37
	ПП	0,46	0,05	-0,04
	ΣП	-0,46	-0,31	0,34
АН - ВП	ПА	0,05	-0,30	-0,68**
	АН	-0,10	0,44*	0,15
	ВП	-0,04	0,02	-0,58**
	ПП	0,45*	0,20	-0,25
	ΣП	0,81**	0,85**	0,84**
ПП - ΣП	ПА	0,89**	0,69**	0,32

Примечания: СВ – сухие вещества, МС – моносахариды, С – сахароза, ΣС – общее содержание углеводов, ТК – титруемые кислоты, АК – аскорбиновая кислота, ПА – проантоцианидины, АН – антоцианы, ВП – водорастворимый пектин, ПП – протопектин, ΣП – общее количество пектинов.

слотой и пектинами при обеднении фенольными соединениями, в частности приведет к снижению интенсивности антоциановой окраски.

Селекция на повышенную сахаристость плодов при участии в скрещиваниях *P. cerasifera* var. *Pissardii*, вероятно, позволит получить ряд разнообразных форм, поскольку между признаками «содержание моносахаридов, сахарозы и общим накоплением углеводов», с одной стороны, и другими рассматриваемыми признаками достоверных зависимостей не выявлено (табл. 3).

Для плодов *P. cerasifera* и *P. cerasifera* var. *pissardii* отмечена прямая взаимосвязь между накоплением аскорбиновой кислоты и пектинами, причём изученные образцы последней характеризовались более тесной связью накопления витамина С с водорастворимым пектином ($r = 0,60^{**}$) и общим количеством пектиновых веществ ($r = 0,67^{**}$). В плодах этих растений отмечена также положительная тенденция в накоплении аскорбиновой кислоты и антоцианов. Создавая гибриды между этими разновидностями растений можно предположить возможность получения форм с плодами, обогащенными биологически активными веществами.

В плодах *P. cerasifera* ранее была отмечена тесная отрицательная связь между титруемой кислотностью и содержанием антоцианов и общим количеством пектиновых веществ [15, 18].

В образцах плодов *P. cerasifera* var. *pissardii* содержание титруемых органических кислот отрицательно связано с проантоцианидинами ($r = -0,75^{**}$) и антоцианами ($r = -0,76^{**}$) (табл. 3). Следовательно, получение форм с повышенной кислотностью плодов, очевидно, обусловит снижение содержания в них проантоцианидинов и антоцианов.

Слабая положительная связь между накоплением проантоцианидинов и антоцианов ($r = 0,36$) в

плодах *P. cerasifera* усиливается до достоверного значения в плодах *P. cerasifera* var. *pissardii* ($r = 0,79^{**}$) и косвенно подтверждает представление о том, что проантоцианидины являются предшественниками в биосинтезе антоцианов.

Создавая новые сорта и формы алычи на основе образцов с высоким содержанием антоцианов в плодах (Фемида, Красномясая, Писсарди Крупноплодная и некоторые другие), можно получать генотипы, обогащенные антиоксидантными соединениями. Примечательно, что направленность корреляционных зависимостей между накоплением антоцианов, с одной стороны, и содержанием моносахаридов, общим содержанием углеводов, титруемых кислот, аскорбиновой кислоты, проантоцианидинов, водорастворимого пектина и общим количеством пектинов в плодах *P. cerasifera* var. *pissardii* сопоставима с таковой у *Persica vulgaris* subsp. *erythrocarpa* (табл. 3), косвенно может указывать на однотипность процессов накопления этих соединений. В плодах сортов *P. cerasifera* для рассматриваемых признаков выявлены несколько иные зависимости, однако отрицательная тенденция в формировании антоциановой окраски плодов и их кислотности прослеживается у всех трех объектов.

В связи с этим правомерен вопрос – какое воздействие, помимо защиты тканей от УФ-излучения, данные соединения оказывают на эффективность скрещивания растений?

Селекция сравниваемых культур на создание генотипов с интенсивной антоциановой окраской плодов будет сопряжена с пониженной кислотностью их тканей, тогда как, связь окраски с сахарокислотным коэффициентом, отрицательная у *Persica vulgaris* subsp. *erythrocarpa* ($r = -0,43^*$) и положительная в *P. cerasifera* ($r = 0,34$) усиливается до достоверного значения в *P. cerasifera* var. *pissardii* ($r = 0,44^*$). Следова-

но, для получения перспективных образцов с гармоничным вкусом плодов целесообразно проводить скрещивания с сортами, обладающими повышенным сахарокислотным индексом.

Индукция синтеза флавоноидов в клетках растений под действием УФ-радиации в большинстве случаев является ответной реакцией на варьирование интенсивности действующего излучения. Под влиянием небольших доз радиационных воздействий повышался положительный окислительно-восстановительный потенциал пыльцевых зерен, увеличивалась активность протекающих в них процессов окисления, что сопровождалось в несколько раз большей оплодотворяющей способностью пыльцы. В процессе исследований было установлено, что чем меньше длина волны и ниже мощность дозы облучения (0,5; 10; 50; 100; 250 Гр., при рентгеновском и γ -облучении), тем выше показатель эффективности скрещивания (УФ-облучение > рентгеновское > γ -облучение). В результате обработки пыльцы УФ-светом в течение 50–60 мин при мощности энергетического потока 7,3 Вт/м², а также радиационного воздействия на пыльцу были созданы новые образцы вишни Нарядная и Октава [19], а на почки – низкорослые, поздноцветущие, узколистные мутанты алычи с увеличенной толщиной листовой пластинки и более высокой фотосинтетической деятельностью [20, 21]. Это свидетельствует о возможности расширения разнообразия плодовых растений и создания важных, в практическом значении, генотипов.

Анализ научной литературы указывает на то, что растения, накапливающие в своих органах антоцианы, в большинстве случаев оказываются в более выгодном положении при стрессовых ситуациях, например, во время воздействия низких температур воздуха [7]. В последнее время возникла необходимость

Таблица 4

Результаты искусственного промораживания генеративных почек алычи

Дата опыта	Т, °С	Пурпуровая (к)			Писсарди Крупноплодная		
		Стадия развития	Выжившие почки, %	Погибшие почки, %	Стадия развития	Выжившие почки, %	Погибшие почки, %
29.01.91	-18	ТМК, МК	25	75	ТМК, МК	30	70
10.02.98	-14	МК	98	2	МК	90,7	9,3
15.03.99	-6,5	2ПЗ, ДМ	31	69	ДМ	8	92
28.01.04	-19	М, ТМК	1,2	98,8	ТМК, МК	3,4	96,6
01.02.10	-16	М, ТМК	5	95	М	17,3	82,7

Примечания: ТМК – тетрады микроспор; МК – микроспора; 2ПЗ – двухклеточные пыльцевые зерна; ДМ – стадия дифференцированного митоза; М – стадия мейоза, к – контроль.

уделить больше внимания адаптационным способностям растений, так как участвовавшие оттепели в зимнее время провоцируют их на ускоренное развитие, в результате чего они теряют устойчивость к возвратным похолоданиям и у них значительно повреждаются, в первую очередь, генеративные органы. В теплые зимы сохраняются опасные грибные инфекции, которые также наносят огромный вред растительным организмам, вызывают эпифитотии, что приводит практически к полной потере урожая. Предполагалось, что привлечение в гибридизацию *P. cerasifera* var. *pissardii* будет способствовать наследованию антоциановой пигментации побегов, генеративных почек, цветков, завязи и обусловит проявление признаков устойчивости против низких температур, ультрафиолета и опасных грибных болезней. В связи с этим было проведено изучение морозостойкости генеративных почек путем искусственного промораживания однолетних приростов у растений Писсарди Крупноплодной (образец отобран среди различных представителей *P. cerasifera* var. *pissardii*) и гибрида 120-85-1, полученного с участием *P. cerasifera* var. *pissardii*. В качестве контроля был взят образец алычи типичной Пурпуровая, широко распространенный в промышленных насаждениях и характеризующийся повышенной устойчивостью к заморозкам. В результате сравнительной оценки

было выявлено, что развитие генеративных почек Писсарди Крупноплодной оставалось на уровне контроля, а гибель генеративных почек при воздействии низких температур воздуха оказывалась в ряде случаев ниже (табл. 4).

Для решения вопросов адаптации необходимо учитывать сочетание позднего развития генеративных почек и наличия антоциановой пигментации в них. Поэтому в связи с созданием растений с медленными темпами развития генеративных органов и поздним цветением в селекцию алычи была привлечена слива альпийская *Prunus brigantiacae* Vill. Селекцию на основе этого вида проводили целенаправленно с подбором родительских пар, среди которых присутствовала *Prunus cerasifera* var. *pissardii*. Большинство растений в полученном потомстве были с зелеными листьями. От гибрида третьего поколения 120-85-1, созданного при участии *P. brigantiacae*; *P. cerasifera* и *P. cerasifera* var. *pissardii* были сформированы растения, среди которых выделился сеянец № 1, отличающийся антоциановой окраской листьев, цветков и завязи. Он характеризовался довольно ранними сроками цветения и созревания плодов. Развитие цветковых почек у этого гибрида значительно опережало таковое у *P. cerasifera* var. *pissardii*, что и сказалось на их сохранности. Выживание почек у гибрида при искусственном промораживании однолетних при-

ростов 03.03.09 г. при -12°C на стадии формирования одноклеточной пыльцы достигало – 8%, а 02.02.10 г. при -16°C на стадии тетрады микроспор и микроспоры – 2%. Контрольный сорт Пурпуровая в первом случае характеризовался количеством выживших почек на стадии формирования 1 клеточной пыльцы также 8%, а во втором случае, на стадии мейоза и тетрады микроспор, их количество достигало – 5%. Выделенный гибрид был практически не восприимчив к грибным инфекциям (монилиозу и кластероспориозу). Например, растения алычи типичной существенно пострадали от значительного развития этих болезней в 2004 г., тогда как у этого сеянца были выявлены лишь единичные следы отмеченных заболеваний.

Учитывая вышесказанное, правомерен вопрос – какую же роль антоцианы выполняют в организме человека? Считается, что в ряду: витамины С и Е, каротиноиды и антоцианы последние имеют исключительное значение, так как обладая зарядом на атоме кислорода в кольце, они легче проникают через мембраны клеток и в десятки раз превосходят указанные вещества по степени связывания свободных радикалов. Для различных стран рекомендованы определенные уровни потребления биофлавоноидов, варьирующие от 800 до 1000 мг/сут. [22], что очевидно достижимо при употреблении в пищу плодов и ягод, обогащенных антоцианами.

Выводы. В кожце темноокрашенных плодов *Prunus cerasifera* Ehrh. и *Prunus cerasifera* subsp. *macrocarpa* (Erem. et Garcov. var. *pissardii* Bailey преобладали цианидин-3-О-галактозид и цианидин-3-О-арабинозид, тогда как у впервые изученных желтоплодных образцов алычи доминировали рутин, кверцетин-3-О-рамнозид и моногликозид кверцетина при низком содержании кверцетин-3-О-биозида и кверцетина.

Содержание сухих веществ в плодах сортов *Prunus cerasifera* Ehrh. достоверно прямо коррелировало с накоплением аскорбиновой кислоты ($r = 0,50^*$), проантоцианидинов ($r = 0,51^*$) и протопектином ($r = 0,53^*$), а в плодах *P. cerasifera* var.

pissardii корреляция с аскорбиновой кислотой была положительной и достоверной ($r = 0,44^*$), с проантоцианидинами – отрицательной достоверной ($r = -0,71^{**}$), а с протопектином практически отсутствовала ($r = 0,03$).

Полученные результаты позволят повысить эффективность селекции косточковых растений на расширение их адаптационных особенностей и обогащение плодов биологически активными антоцианами.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Данильченко, О. А. Значение ультрафиолетового излучения в жизнедеятельности растений. / О. А. Данильченко, Д. М. Гродзинский, В. Н. Власов. // Физиология и биохимия культурных растений. – 2002. – Т. 34, № 3. – С.187–198.
2. Deung, C. K. UV-B induced photomorphogenesis in *Arabidopsis thaliana*. / C.K. Deung, D.J. Tennessen, R.L. Last. // *Plant J.* – 1998. – N. 15. – P. 667–674.
3. Рихтер, А. А. Помологические и биохимические особенности сортов и гибридов рода *Persica* Mill. (*Prunus persica* Borkh.) с антоциановой окраской мякоти плодов и листьев. / А. А. Рихтер, Е. П. Шоферистов. // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. – 2009. – №1 (9). – С. 42–50.
4. Adamse, P. Rapid fluence-dependent response to ultraviolet-B radiation in cucumber leaves: The role of UV-absorbing pigments in damage protection. / P. Adamse, S.J. Britz. // *J. Plant Physiol.* – 1996. – V. 148, N 1/2. – P. 57–62.
5. Еремин, Г. В. Отдалённая гибридизация в селекции сливы. / Г. В. Еремин. – М.: Колос, 1977. – 200 с.
6. Еремин, Г. В. Отдалённая гибридизация косточковых плодовых растений. / Г. В. Еремин. – М.: Агропромиздат, 1985. – 280 с.
7. Соловьева, М. А. Морозостойчивость абрикоса, её диагностика и выбор участка под насаждения. / М. А. Соловьева, Л. С. Резниченко. // Садоводство и виноградарство. – 1991. – № 12. – С. 10–13.
8. Hoch, W. A. Resorption protection. Anthocyanins facilitate nutrient recovery in autumn by shielding leaves from potentially damaging light levels. / W. A. Hoch, E. L. Singaas, B. H. McCown. // *Plant Physiol.* – 2003. – Vol. 33, N. 1. – P. 1–10.
9. Hughes, N. M. Functional role of anthocyanins in high-light winter leaves of the evergreen herb *Galax urceolata*. / N. M. Hughes, H. S. Neufeld, K. O. Burkey. // *New Phytol.* – 2005. – Vol. 168, N. 3. – P. 575–587.
10. Shirley, B. W. Flavonoid biosynthesis: «new» function for an «old» pathway. / B. W. Shirley. // *Trends Plant Sci.* – 1996. – Vol. 1, N. 11. – P. 377–382.
11. Gould, K. S. Functional role of anthocyanins in the leaves of *Quintinia serrata* A. Cunn. / K. S. Gould, K. R. Markham, R. H. Smith, [et al.]. // *J. Exp. Bot.* – 2000. – Vol. 51, N. 347. – P. 1107–1115.
12. Gould, K. S. Nature's Swiss army knife: the diverse protective roles of anthocyanins in leaves. / K. S. Gould. // *J. Biomed. And Biotechnol.* – 2004. – N. 5. – P. 314–320.
13. Гребенникова, О. А. Особенности состава и содержания фенольных соединений в плодах алычи. / О. А. Гребенникова. // Бюл. Никитск. ботан. сада. – 2008. – Вып. 97. – С. 66–68.
14. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. / Под ред. Е. Н. Седова и Т. П. Огольцовой. – Орёл: ВНИИСК. – 1999. – 608 с.
15. Рихтер, А. А. Совершенствование качества плодов южных культур. / А. А. Рихтер. – Симферополь: Таврия, 2001. – 426 с.
16. Яблонский, Е. А. Методические рекомендации по комплексной оценке зимостойкости южных плодовых культур. / Е. А. Яблонский, Т. С. Елманова, Т. П. Кучерова [и др.]. – Ялта, 1976. – 22 с.
17. Электронный учебник по статистике. М.: StatSoft, Inc. (1999). WEB: <http://www.statsoft.ru/textbook/default.htm>.
18. Рихтер, А. А. Взаимосвязь биохимических признаков в плодах сортов алычи столового и консервного назначения. / А. А. Рихтер. // Прикл. биохим. и микробиол. – 1993. – Т. 29, – № 4. – С. 597–601.
19. Остапенко, В. И. Получение новых форм вишни с помощью воздействия на пыльцу УФ-светом и ионизирующими излучениями. / В. И. Остапенко, Е. Н. Харитоновна, Б. Л. Никитин. // Радиационный мутагенез вегетативно размножаемых растений. – М.: Агропромиздат, 1985. – С. 181–186.
20. Горина, В. М. Радиационный мутагенез в клоновой селекции алычи. / В. М. Горина. // Труды Гос. Никитск. ботан. сада. – 1989. – Т. 107. – С. 87–95.
21. Горина, В. М., Рихтер А. А. Изучение биоразнообразия форм алычи, полученных в ходе применения гамма-излучения. / В. М. Горина, А. А. Рихтер. // Материалы III международной конференции 23–25 сентября 2003 г. Санкт-Петербург, 2003. – С. 87–89.
22. Яшин, А. Я. Инженерно-проточная система с амперометрическим детектором для селективного определения антиоксидантов в пищевых продуктах и напитках. / А. Я. Яшин. // Рос. хим. журнал. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д. И. Менделеева). – 2008. – Т. 52, № 2. – С. 130–135.