

БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ**БИОХИМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛОДОВ АЛЫЧИ**

О.А. ГРЕБЕННИКОВА;

А.К. ПОЛОНСКАЯ, кандидат биологических наук;

В.М. ГОРИНА, кандидат сельскохозяйственных наук;

В.Н. ЕЖОВ, доктор технических наук.

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр

Введение

Неотъемлемым элементом сбалансированного питания человека являются продукты растительного происхождения, в том числе плодовые культуры. Особый интерес представляют культуры, плоды которых сочетают вкусовые качества с высоким содержанием биологически активных веществ. В их перечень многие авторы включают алычу крупноплодную – *Prunus cerasifera subsp.* с ее разновидностями - алычой типичной (крымской) – *var. macrocarpa var. potnica*, алычой краснолистной - *var. pissardii* Bail. [10] и сливой русской - *Prunus rossiea* Erem. (гибридом алычи со сливой китайской) [9].

Плоды алычи содержат до 14% углеводов, представленных фруктозой, глюкозой и сахарозой, легко усвояемые органические кислоты (яблочная, лимонная и др.), фенольные и пектиновые вещества, витамины (С, В1, В2, РР, каротин), а также железо, магний, кальций, фосфор и другие необходимые организму минеральные вещества [16].

Алыча и ее разновидности являются относительно неприхотливыми морозо- и засухоустойчивыми растениями. Ареал распространения - Европа, Средняя Азия, Кавказ, Крым, где алыча находится в культуре свыше 2-х тысяч лет, насчитывая множество сортов, различных подвидов и разновидностей [8].

Алыча крупноплодная и слива русская представляют интерес как для перерабатывающей промышленности, так и для потребления в свежем виде. Рекомендовать алычу для технологической переработки позволяет ежегодное обильное плодоношение, продолжительный (июль-август) период созревания плодов, разнообразных по вкусу и окраске [1]. В зависимости от биохимического состава плодов алычу предлагают направлять на производство соков и напитков, компотов, варенья, конфитюров, пастилы [6], уксуса [14]. На Кавказе популярен лаваш из мякоти плодов алычи, который отличается длительностью хранения, питательной и диетической ценностью. Плоды (в том числе незрелые) употребляются здесь в качестве приправы.

Народная медицина рекомендует плоды алычи в качестве витаминного, укрепляющего средства, способствующего нормализации обмена веществ, для лечения заболеваний желудка, при гиповитаминозе, острых респираторных заболеваниях, цинге, в качестве легкого слабительного и ранозаживляющего средства [15].

Одними из наиболее важных лечебно-профилактических свойств алычи являются антиоксидантные; соответствующий показатель активности для различных сортов алычи варьировал от 50 до 90% [5].

Полученные результаты подтверждают необходимость проведения дальнейших, более глубоких, исследований, перспективных для использования генотипов алычи. Актуальность вопроса заключается в выявлении сортов, способных накапливать в плодах высокие количества углеводов, органических кислот, фенольных веществ, витаминов, микроэлементов и других биологически активных веществ.

Объекты и методы исследований

Объектом исследования являлась коллекция плодовых культур НБС–ННЦ, в составе которой исследованы генотипы сортов алычи: Красномясая, Идиллия, Никитская Желтая, Писсарда Крупноплодная, Земляничная, относящиеся, в соответствии с классификацией Еремина [10], к различным сортовым группам. В качестве контроля был выбран внесенный в Государственный реестр сортов растений, пригодных к распространению в Украине, сорт селекции НБС-ННЦ Оленька (оригинатор К.Ф. Костина).

Для установления биохимических параметров использовали общепринятые методики. Содержание сухих веществ определяли гравиметрически [2]; свободных органических кислот – титрованием 0,1-н гидроксидом натрия, с пересчетом значений на яблочную кислоту [3]; содержание лейкоантоцианов – колориметрически по методу Свейна-Хиллиса [12]; аскорбиновую кислоту – титрованием йодатом калия [18]; количество моно- и дисахаридов – по методу Бертрана [18]; пектиновых веществ – колориметрически, с пересчетом значений на галактуроновую кислоту [13]. Для определения содержания летучих органических кислот в процессе уксусно-кислого брожения применяли метод, принятый в виноделии [17].

Результаты и обсуждение

Особый интерес для перерабатывающей промышленности представляют сорта алычи с низким уровнем кислотности и высоким содержанием аскорбиновой кислоты, антоцианов и пектинов.

Как показали наши исследования, большая часть изученных сортов алычи отличается высоким уровнем содержания антоцианов (табл. 2) и это относится, в первую очередь, к плодам сортов Красномясая, Земляничная и Идиллия (1696, 651, 646 мг/100г соответственно) (табл. 2). Плоды этих же сортов имели высокое содержание аскорбиновой кислоты (11,68, 10,51, 9,11 мг/100г соответственно) (табл. 1).

Примечательно, что сорта Земляничная и Идиллия характеризуются высоким показателем суммы углеводов (14,2 и 11,7% соответственно) (табл.1) и сравнительно невысоким уровнем накопления лейкоантоцианов (табл. 2), что делает их плоды ценным сырьем для консервного производства.

Сравнительное изучение химического состава плодов в течение двух лет показало существенную вариабельность в накоплении тех или иных веществ как в пределах всех изучаемых сортов, так и в пределах одного сорта в разные годы.

Таблица 1

Химический состав плодов алычи по двум годам урожая

Сорт		Сухое в-во, %	Углеводы		Органические кислоты, %	Аскорбиновая кислота, мг/100 г	Сумма фенольных веществ, мг/100 г
			моносахариды, %	моно- и дисахариды, %			
Никитская Желтая	2005	13,65	5,80	9,20	1,07	5,06	288
	2006	13,60	3,90	9,70	0,94	4,88	193
Идиллия	2005	16,30	6,00	12,50	1,48	10,30	1185
	2006	14,45	4,00	10,90	1,58	7,92	798
Оленька	2005	15,15	6,10	10,6	1,78	5,98	428
	2006	15,90	7,30	11,60	1,79	5,46	381
Красномясая	2005	12,65	4,60	7,80	1,97	11,75	2256
	2006	11,25	3,60	7,30	1,87	11,61	2232
Писсарда Крупноплодная	2005	14,65	3,30	7,20	1,90	5,72	581
	2006	13,05	3,50	7,10	2,02	7,92	482
Земляничная	2005	24,85	8,80	14,60	1,41	10,56	1486
	2006	23,10	9,60	13,80	1,73	10,47	1356

Таблица 2

Среднее содержание фенольных веществ в плодах алычи за два года урожая (2005-2006 гг.)

Сорт	Антоцианы, мг/100 г	Лейко-антоцианы, мг/100 г	Катехины, мг/100 г	Флавонолы, мг/100 г
Никитская Желтая	9	116	108	5,7
Идиллия	646	246	80	19,4
Оленька	159	117	102	25,1
Красномяся	1696	398	120	29,6
Писсарда Крупноплодная	257	175	86	12,5
Земляничная	651	479	248	42,2

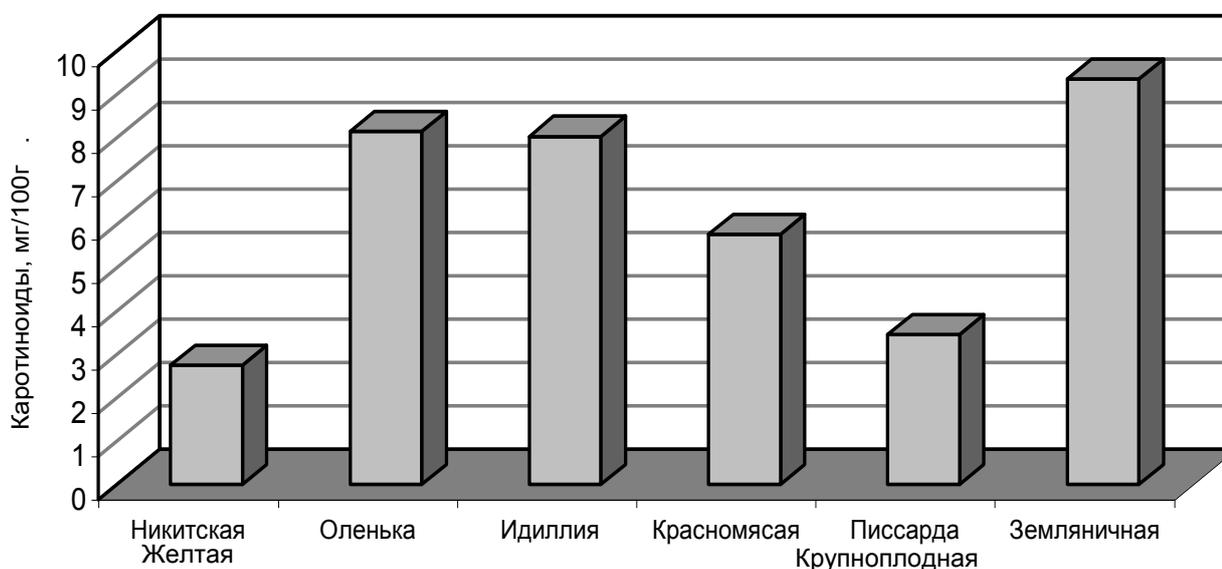


Рис. 1. Содержание каротиноидов в плодах алычи (в пересчете на β-каротин)

Рисунок 1 иллюстрирует содержание каротиноидов в плодах алычи. Наибольшим накоплением каротиноидов среди исследуемых сортов отличаются плоды сортов Земляничная, Оленька и Идиллия (9,35, 8,14 и 8,03 мг/100 г соответственно).

На рис. 2 показано суммарное содержание пектиновых веществ, являющихся не только одними из важнейших биологически активных веществ плодов алычи, но и существенно определяющих вид и качество продуктов переработки. В различных литературных источниках [4, 11] описано лечебно-профилактическое действие пектинов на организм человека. Пектиновые вещества способствуют детоксикации организма при отравлении некоторыми ядовитыми веществами, тяжелыми металлами и радиоактивными изотопами за счет образования с поливалентными катионами нерастворимых комплексных солей. Содержание суммы пектиновых веществ во всех исследуемых сортах является довольно высоким. Максимальным накоплением выделяется сорт Идиллия (1,14%).

Учитывая высокое содержание биологически активных веществ в плодах исследуемых сортов алычи, из них была получена следующая консервная продукция: соки без мякоти, концентрированные соки с мякотью, нектары, пастила, а также крепленое вино и уксус.

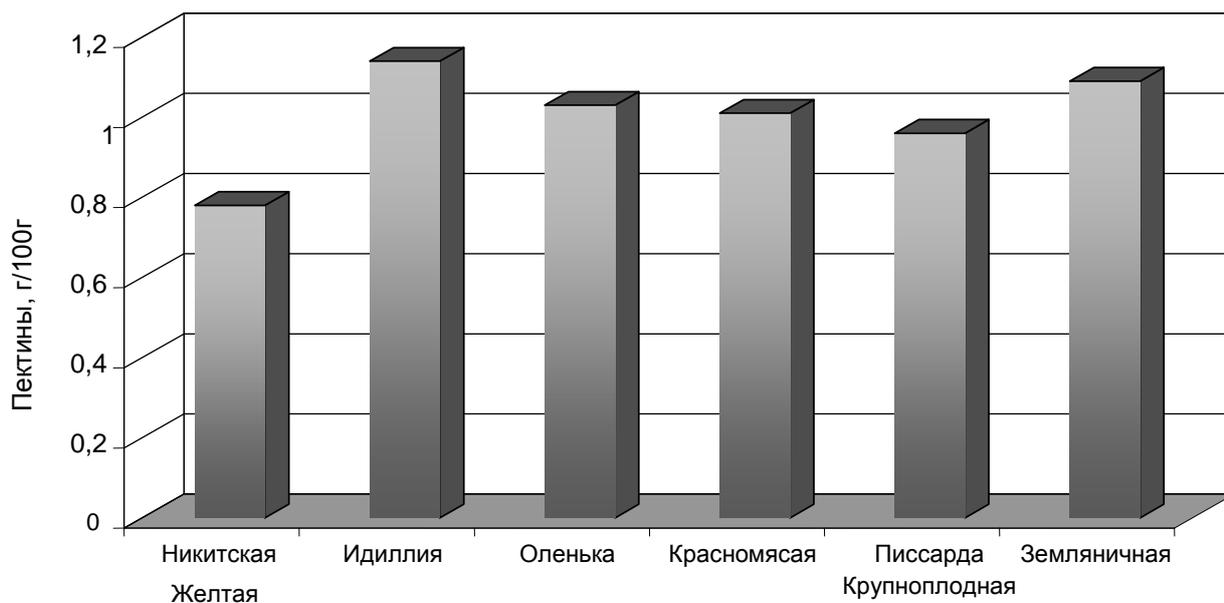


Рис. 2. Содержание суммы пектиновых веществ в плодах алычи

В табл. 3 представлен химический состав соков из плодов алычи.

Таблица 3

Химический состав соков из плодов алычи

Сорт	Сухо е в-во, г/дм ³	Углеводы		Органи- ческие кислот ы, г/дм ³	Аскор- биновая кислота , мг/дм ³	Анто- цианы , мг/дм ³	Лейк о- анто- циан ы, мг/дм ³
		моносахари- ды, г/дм ³	моно- и дисаха- риды, г/дм ³				
Никитская Желтая	134,7	62,7	90,8	10,5	49,5	115	1420
Идиллия	123,8	5,20	101,9	11,2	76,8	3318	2912
Оленька	106,1	4,80	73,2	13,8	47,4	491	1087
Красномясая	90,14	3,80	54,9	16,7	68,4	5926	1989
Писсарда Крупноплодная	114,4	3,60	60,3	18,3	53,2	2226	1976
Земляничная	165,2	6,40	103,5	13,0	63,1	2555	3188

Из данных, представленных в таблице, видно, что соки из окрашенных плодов алычи отличаются высоким содержанием антоцианов.

Несмотря на высокую кислотность плодов алычи, соки из сортов Идиллия, Никитская желтая и Земляничная имеют высокий сахаро-кислотный индекс (9,1, 8,6 и 8,0 соответственно), являющийся главным критерием при оценке вкуса продукции [19], что свидетельствует об их гармоничном вкусе. Сок из плодов алычи сорта Оленька (сахаро-кислотный индекс равен 5,3) излишне кислый. В соки из сортов Красномясая и Писсарда крупноплодная (сахаро-кислотные индексы-3,3) целесообразно добавлять сахар для улучшения их вкусовых качеств.

В таблице 4 представлены химические показатели пюре из плодов алычи, послужившего сырьем для приготовления концентрированных соков с мякотью и сахаром, и нектаров.

Таблица 4

Химический состав пюре из плодов алычи

Сорт	Сухое в-во, %	Углеводы		Аскорбиновая кислота, мг/100 г	Органические кислоты, %	Антоцианы, мг/100 г	Лейкоантоцианы, мг/100 г
		моносахариды, %	моно- и дисахариды, %				
Никитская Желтая	15,15	5,85	9,10	5,10	1,07	11	162
Оленька	14,05	8,40	9,70	4,93	1,73	69	90
Красномясяя	11,75	4,45	7,40	7,30	1,36	1210	400
Писсарда Крупноплодная	10,25	2,80	5,40	5,23	1,67	272	222
Земляничная	17,85	6,80	11,50	7,61	1,30	498	400

В пюре из плодов алычи сохранилась значительная часть биологически активных веществ, содержащихся в свежих плодах, важнейших для оценки качества соков и нектаров: 63–72% аскорбиновой кислоты и 60–79% антоцианов, что позволило получить качественные консервные продукты. Химический состав соков с мякотью и сахаром от химического состава пюре отличается повышенным количеством сахаров и сухих веществ, что соответственно уменьшает другие показатели.

В таблице 5 представлен химический состав пастилы из плодов алычи. Все данные рассчитаны на 100 г пастилы.

Таблица 5

Химический состав пастилы из плодов алычи

Сорт	Сухое в – во, %	Углеводы		Аскорбиновая кислота, мг/100 г	Органические кислоты, %	Антоцианы, мг/100 г	Лейкоантоцианы, мг/100 г
		моносахариды, %	моно- и дисахариды, %				
Идиллия	80,9	25,20	52,40	7,00	7,35	195	134
Оленька	81,9	39,60	50,20	6,95	8,98	88	188
Красномясяя	81,3	24,40	48,10	7,35	10,22	429	368
Писсарда Крупноплодная	81,4	22,10	44,00	7,48	8,08	104	312
Земляничная	80,3	40,80	47,80	6,95	4,79	451	640

Пастила из алычи имеет привлекательный внешний вид благодаря высокому содержанию антоцианов. В большинстве образцов пастилы сахаро-кислотный индекс составляет более 5 единиц, что свидетельствует о её гармоничном вкусе. Биохимическая оценка пастилы из плодов пяти сортов алычи показала, что её особенностью является высокое содержание пектиновых веществ. На рис. 3 показано суммарное содержание пектиновых веществ в пастиле из исследуемых сортов алычи.

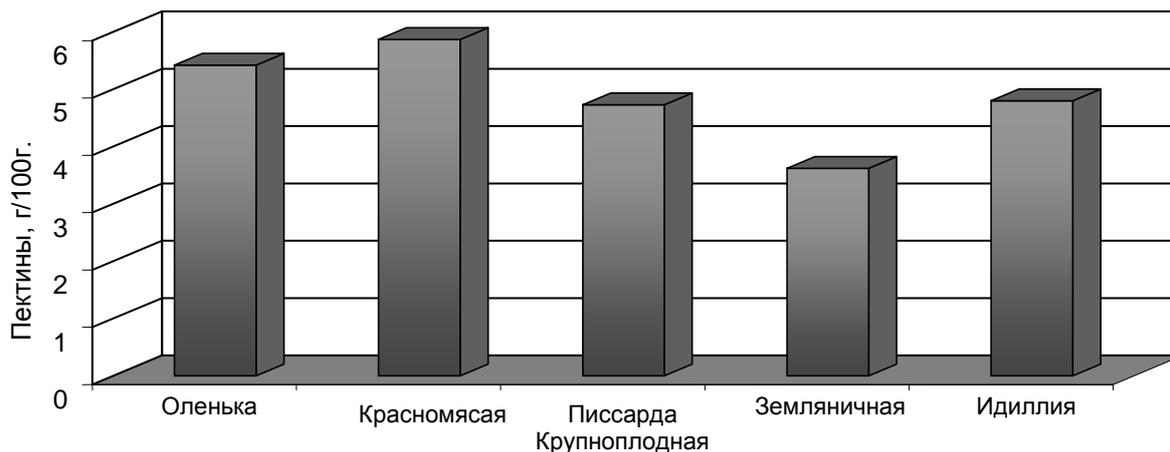


Рис. 3. Содержание суммы пектиновых веществ в пастиле из плодов алычи.

Из сортосмеси алычи, в соответствии с технологией получения плодово-ягодных вин, было получено крепленое алычевое вино крепостью 16% об., с содержанием сахара 13%. Вино из алычи обладало красивым рубиновым цветом, приятным вкусом и ароматом, что свидетельствует о возможности изготовления плодово-ягодного крепленого вина из плодов алычи.

С целью получения диетического уксуса из алычи провели окисление сброженного алычового сока с помощью уксуснокислых бактерий *Acetobakter aceti* способом поверхностного культивирования. Полученный уксус содержал 9% летучих органических кислот в пересчете на уксусную кислоту, 1,5 г/дм³ пектиновых веществ, 360 г/дм³ лейкоантоцианов и 165 г/дм³ антоцианов. Полученный алычовый уксус по своим качествам сопоставим с традиционным диетическим яблочным уксусом и, кроме того, обогащен пектиновыми веществами, обладающими биоадсорбционными свойствами, а также комплексом фенольных соединений, обладающих антиоксидантной активностью.

Выводы

1. Изучен химический состав плодов 6 сортов алычи селекции НБС-ННЦ: Никитская Желтая, Идиллия, Оленька, Красномясая, Писсарда Крупноплодная и Земляничная и установлены их сортовые различия.

2. Выявлены перспективные направления переработки плодов алычи на соки, пастилу, нектары, плодово-ягодное вино, диетический уксус в соответствии с особенностями биохимических показателей сорта. Так, полученные данные подтверждают высокое качество сока и пастилы из плодов алычи всех изучаемых сортов, в связи с чем их можно рекомендовать для производства. Плоды сортов с ярко окрашенными плодами: Идиллия, Красномясая, Писсарда Крупноплодная и Земляничная целесообразно направлять на производство вина и уксуса.

3. Учитывая высокое содержание таких важных биологически активных веществ, как антоцианы, лейкоантоцианы, пектины и аскорбиновая кислота в соках из сортов Красномясая и Идиллия и пастиле из сортов Красномясая и Оленька, целесообразно продолжить их дальнейшие исследования с целью использования в лечебно-профилактических целях.

Список литературы

1. Горина В.М., Андриевская О.А. Результаты селекции алычи в Никитском ботаническом саду // Бюлл. Гос.Никит. ботан. сада. – 2003. – Вып. 87. – С.44-46.
2. ГОСТ 28561-90. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ. –М.: Изд-во стандартов, 1990. – С.2.

3. ГОСТ 25555.0-82. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – С.4.
4. Давидюк Л.П., Вшивкова Г.Ф. Комплексообразующая способность пектинов плодовых культур // Труды Гос. Никит. ботан. сада. – 1985. – Т.95. – С. 94-103.
5. Ежов В.Н., Полонская А.К. Биохимическое обоснование направлений переработки растений для получения лечебно – профилактических продуктов // Бюлл. ГБС. – 2003. – Вып. 186. – С. 214-226.
6. Ежов В.Н., Полонская А.К., Горина В.М., Куцелера Е.М. Биохимическое обоснование различных направлений переработки плодов алычи // Новые технологии получения и применения биологически активных веществ: Тез. докл. Междунар. Научно-практ. конф. – Алушта, Крым, Украина, 2002. – С. 238-239.
7. Ежов В.Н., Смыков А.В., Полонская А.К., Горина В.М., Куцелера Е.М., Зинькевич Э.Л., Сони́на Е.Г. Использование ферментных препаратов в производстве продуктов из алычи. // Лесные биологически активные ресурсы. – 2001.– С. 195-197.
8. Еремин А.В. Алыча. – М.: Колос, 1969. –169 с.
9. Еремин А. В. Слива русская // Садоводство и виноградарство. – 2002. – № 6. – С.20-22.
10. Еремин А. В., Гарковенко В. М. Внутривидовая систематика алычи // Подбор и создание сортов овощных и плодовых культур для интенсивных технологий на Северном Кавказе: Сб. науч. тр. по прикл. бот., ген. и сел. – Л.: ВИР, 1989. – Т. 123. – С. 9-15.
11. Красноштан С.К. Пектинові речовини та їх значення у профілактичних і лікувальних цілях // Садівництво. – 1998. – № 47. – С. 229-230.
12. Кривенцов В.И. Методические рекомендации по анализу плодов на биохимический состав. – Ялта, 1982. – 22 с.
13. Кривенцов В.И. Бескарбазольный метод количественного спектрофотометрического пектиновых веществ // Труды Гос. Никитск. ботан. сада. – Ялта, 1989. – Т. 109. – С. 128-137.
14. Куцелера Е.М., Полонская А.К., Ежов В.Н., Кишковская С.А., Иванова Е.В. Перспективы получения уксуса из алычи // 6-я Пущинская школа- конференция молодых учёных: Биология – наука XXI века, – Пущино, 2002.–С. 214.
15. Лойко Р. Э. Консервируем овощи и фрукты. – Минск: Лазурак, 1995. – 750 с.
16. Лойко Р. Э., Еремин А. В. Алыча. – М.: Колос, – 1969. – С.169.
17. Методы теххимического контроля в виноделии // Под ред. Гержиковой В.Г. – Симферополь: Таврида, 2002. – 260 с.
18. Рихтер А.А. Использование в селекции взаимосвязей биохимических признаков // Труды Гос. Никитск. ботан. сада. – 1999. – Т. 108. – С. 121-129.
19. Самсонова А.Н. Научные основы использования сахара в производстве консервов // Консервная и овощесушильная промышленность. – 1982. – №1. – С.26.

Рекомендовано к печати д.б.н., проф. В.К. Смыковым