

БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ**ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЛОДОВ СОРТОВ НЕКТАРИНА СЕЛЕКЦИИ НИКИТСКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА**

Г.В. КОРНИЛЬЕВ, В.Н. ЕЖОВ, *доктор технических наук;*
А.К. ПОЛОНСКАЯ, *кандидат биологических наук;*
А.А. РИХТЕР, *кандидат биологических наук;*
Е.П. ШОФЕРИСТОВ, *доктор биологических наук.*
Никитский ботанический сад – Национальный научный центр

Введение

Для решения сложных экологических проблем, возникших в результате возрастающего антропогенного воздействия на окружающую среду и человека, крайне необходимы в питании дополнительные источники биологически активных веществ (БАВ), которые содержатся в плодово-ягодной продукции.

С ухудшением экологической ситуации значение плодов и ягод как высококачественных продуктов потребления постоянно возрастает. Ученые-диетологи настойчиво рекомендуют потреблять плоды и ягоды перед основной пищей, поскольку при этом улучшается ее усвоение. В связи с этим плоды и ягоды постепенно переходят из обычного для них третьего блюда в первое, что значительно повышает их эффективность. Тем не менее в последние годы в Украине наблюдается значительное уменьшение потребления плодов и ягод. Поэтому большинство населения страдает от авитаминоза, что является одной из причин развития многих болезней, сокращения продолжительности жизни людей, роста смертности. В связи с этим нормы потребления плодов и ягод, разработанные Украинским научно-исследовательским институтом гигиены питания, имеют важное социальное значение.

Научно обоснованным нормативом является показатель фактических объемов потребления плодов и ягод в развитых странах, который находится в пределах 100 кг и более на человека в год. Сбалансированное потребление плодово-ягодной продукции обеспечивает массовую профилактику болезней: улучшает работу кровообразующих органов, пищеварительной, кровеносной и нервной систем [15].

В этом плане перспективной культурой можно считать нектарин — *Persica vulgaris subsp. nectarina* (Ait.) Shof. Нектарин – сравнительно новая для юга Украины, и в частности для Крыма, культура. В Никитский ботанический сад нектарины впервые интродуцированы 140 лет назад (с 1866). За последние годы здесь было интродуцировано свыше 70 лучших отечественных и зарубежных сортов нектарина и создано селекционным путем около 40 его новых сортоформ. Согласно литературным данным [5], нектарины являются продуктом отдаленной гибридизации алычи, сливы китайской и персика. Однако по основным биохимическим показателям нектарины выгодно отличаются от плодов других пород, имеющих общих с ними прародителей.

Так, в плодах нектарина по сравнению со столовыми сортами персика и алычи крымской накапливается больше сухих веществ (17,8%), аскорбиновой кислоты (в среднем – 14,3 мг/100 г сырого вещества), моно- и дисахаридов (13,7 г/100 г), пектинов (1,35 г/100 г) [13]. В отличие от плодов персика, в плодах нектарина среди органических кислот лимонная кислота (0,48%) преобладает над яблочной (0,45% от сырой массы мякоти плода) [13]. В составе фенольных соединений C₆-C₃-C₆ – природы (флавоноидов) велика доля лейкоантоцианов (до 500 мг/100 г) [13]. Остальная часть флавоноидов представлена катехинами (до 30 мг/100 г) и флавонолами (до 65 мг/100 г сырой массы) [14]. Плоды нектарина богаты как витаминами (β – каротин, E, B₁, B₂, B₆, PP), так и микроэлементами (K, Na, Mg, Fe, P, S, Si, Cl) [4]. Таким образом, как следует из литературных данных [4,13,14], плоды нектарина отличаются значительным содержанием БАВ.

Вместе с тем, в зависимости от сорта и погодных условий количественная характеристика этих веществ значительно варьирует. Исходя из этого, целью настоящей работы является характеристика плодов нектарина 10 сортов селекции Никитского ботанического сада (НБС) по основным биохимическим показателям.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследования были отобраны 10 сортов нектарина селекции НБС-ННЦ, которые относятся к различным группам созревания (II - V).

Так, к группе II, характеризующейся ранним сроком созревания, относится сорт Никитский 85 (I-II дек. июля); Рубиновый 4 относится к группе III (ранне-средний сорт, созревает в III дек. июля). Сорта Аметист, Крымчанин, Рубиновый 7, Сувенир Никитский и Темису созревают в I – III дек. августа и относятся к группе IV

(средние сорта). Позже всех (I – III дек. сентября) среди отобранных сортов созревают Евпаторийский, Посейдон и Рубиновый 8. Они относятся к группе поздних сортов (V).

Размер плодов отобранных сортов варьирует от средних до крупных (Аметист, Рубиновый 8) и очень крупных (Крымчанин, Рубиновый 4, Рубиновый 7). Для плодов данных сортов характерна желтая нежной волокнистости мякоть и высокие дегустационные оценки (4 – 4,8 баллов) по 5-балльной шкале [6].

Для оценки плодов по содержанию химических веществ использовали общепринятые методики. Содержание сухих веществ определяли гравиметрически [1]; свободных органических кислот – титрованием 0,1 н гидроксидом натрия с пересчетом значений на лимонную кислоту [2]; содержание лейкоантоцианов – колориметрически по методу Свейна-Хиллиса [9]; аскорбиновую кислоту – титрованием йодатом калия [12]; количество моно- и дисахаридов – по методу Бертрона [12]; пектиновых веществ – колориметрически с пересчетом значений на галактуроновую кислоту [8].

В работе приводятся средние значения на основании данных за 5–8 лет, полученных в отделе биотехнологии и биохимии растений.

Результаты и обсуждение

Содержание сухих веществ является наиболее общей биохимической характеристикой, которая демонстрирует способность плодов накапливать любые химические соединения, за исключением воды. Кроме того, данный показатель позволяет оценить сочность плодов.

Как следует из рис. 1, среди изучаемых сортов наименьшим содержанием сухих веществ характеризуются ранние (Никитский 85 – 12,02%) и ранне-средние (Рубиновый 4 – 11,63%); высокими показателями характеризуются средние и поздние сорта, для которых также характерны сортовые различия (от 16,44% у сорта Посейдон до 22,44% у сорта Евпаторийский).

Одним из важнейших показателей для оценки плодов является содержание в них аскорбиновой кислоты (витамина С). Отсутствие витамина С в пище приводит к заболеванию цингой. Кроме того, установлено, что аскорбиновая кислота, наряду с токоферолами и флавоноидами, снижает образование свободных радикалов в организме и уменьшает риск сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний [16]. Рекомендуемая суточная доза витамина С – 50-100 мг [11]. Она, как следует из данных, представленных на рис. 2., вполне может покрываться употреблением 4 - 5 плодов нектарина в день. Абсолютным лидером среди отобранных сортов по содержанию аскорбиновой кислоты является сорт Евпаторийский (19,8 мг/100 г).

Среди отобранных сортов нектарина не наблюдается четко выраженной связи между содержанием аскорбиновой кислоты и принадлежностью к определенной группе созревания. Ранний сорт Никитский 85 (7,5 мг/100 г), ранне-средний Рубиновый 4 (7,5 мг/100 г) и поздние Посейдон (7,8 мг/100 г) и Рубиновый 8 (8,0 мг/100 г) оказались близкими по данному показателю.

Плоды нектарина из-за наличия в них фруктовых кислот (яблочная, лимонная и др.) способствуют лучшему усвоению других продуктов питания [11]. В литературе по нектарину, по аналогии с персиком, часто приводятся данные по органическим кислотам в пересчете на яблочную кислоту [4,13]. Однако, как указано выше [13], лимонной кислоты в плодах нектарина содержится несколько больше, чем яблочной. Поэтому мы считаем целесообразным вести пересчет данных на лимонную кислоту (рис. 3). Для исследуемых сортов характерны значения содержания органических кислот в промежутке 0,8 – 1,0 г/100 г сырого вещества. Минимальное количество органических кислот содержится в плодах сорта Аметист (0,52 г/100 г), максимальное – в плодах сорта Рубиновый 7 (1,18 г/100 г).

Для сорта Никитский 85 характерен минимум содержания моносахаридов (3,36 г/100 г) среди изучаемых сортов. В плодах сорта Рубиновый 7, относящегося к IV группе, накапливается максимальное количество моносахаридов (5,92 г/100 г).

Подобная закономерность наблюдается и для суммарного содержания моно- и дисахаридов. Минимальные значения характерны для сортов Никитский 85 (9,54 г/100 г) и Рубиновый 4 (9,0 г/100 г). В то же время для сортов IV и V групп созревания, за исключением сорта Аметист, наблюдаются более высокие значения. Для сорта Евпаторийский (V группа) отмечено максимальное суммарное содержание моно- и дисахаридов в плодах (13,8 г/100 г).

Важное значение для вкусовых достоинств плодов имеет соотношение моно- и дисахаридов. Если за 100% принять сладость сахарозы (дисахарид), то сладость глюкозы (моносахарид) составит 74%. Поэтому плоды, в которых доля сахарозы в сумме моно- и дисахаридов больше, являются более сладкими на вкус и наоборот.

Из рис. 4 следует, что четко выраженной связи между долей сахарозы в общем количестве моно- и дисахаридов и принадлежностью сорта к определенной группе созревания не наблюдается. Среди изучаемых сортов доля сахарозы в плодах сорта Сувенир Никитский, относящемся к IV группе, максимальна (67,5 %). В то же время в плодах сортов Рубиновый 7 (IV группа) и Рубиновый 8 (V группа) доля сахарозы среди отобранных сортов имеет наименьшие значения (49,3 и 43,5% соответственно).

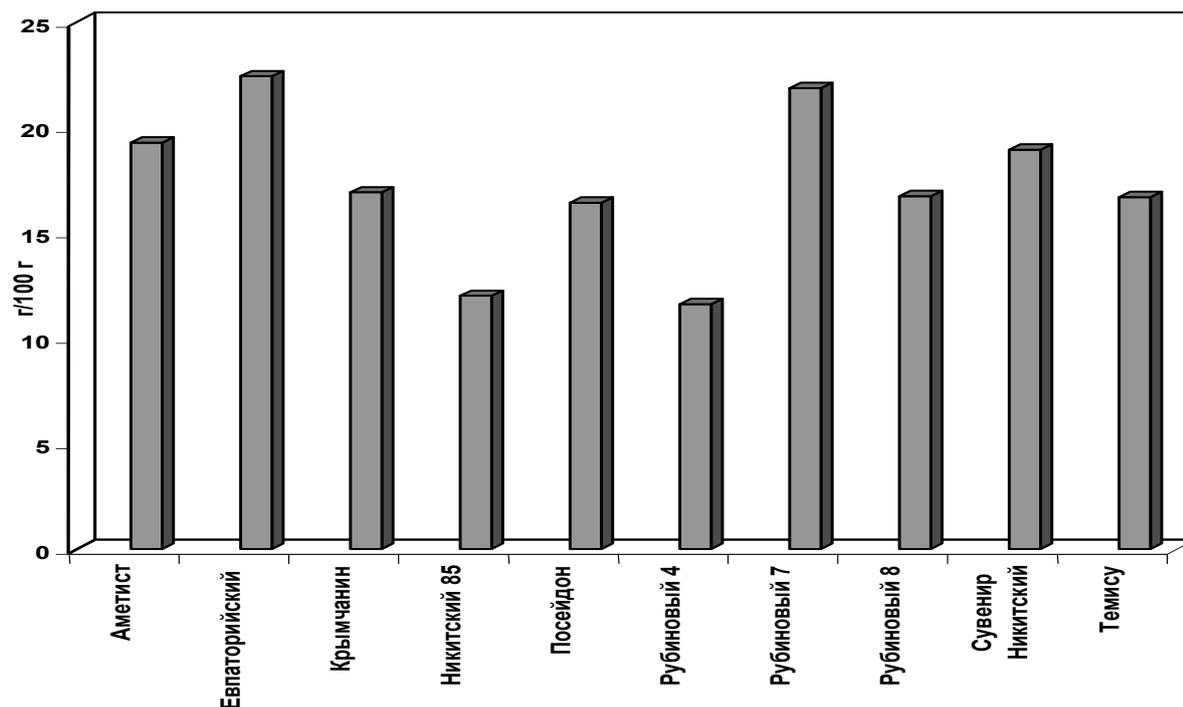


Рис. 1. Содержание сухих веществ в плодах сортов нектарина селекции НБС (средние значения за 5 – 8 лет)

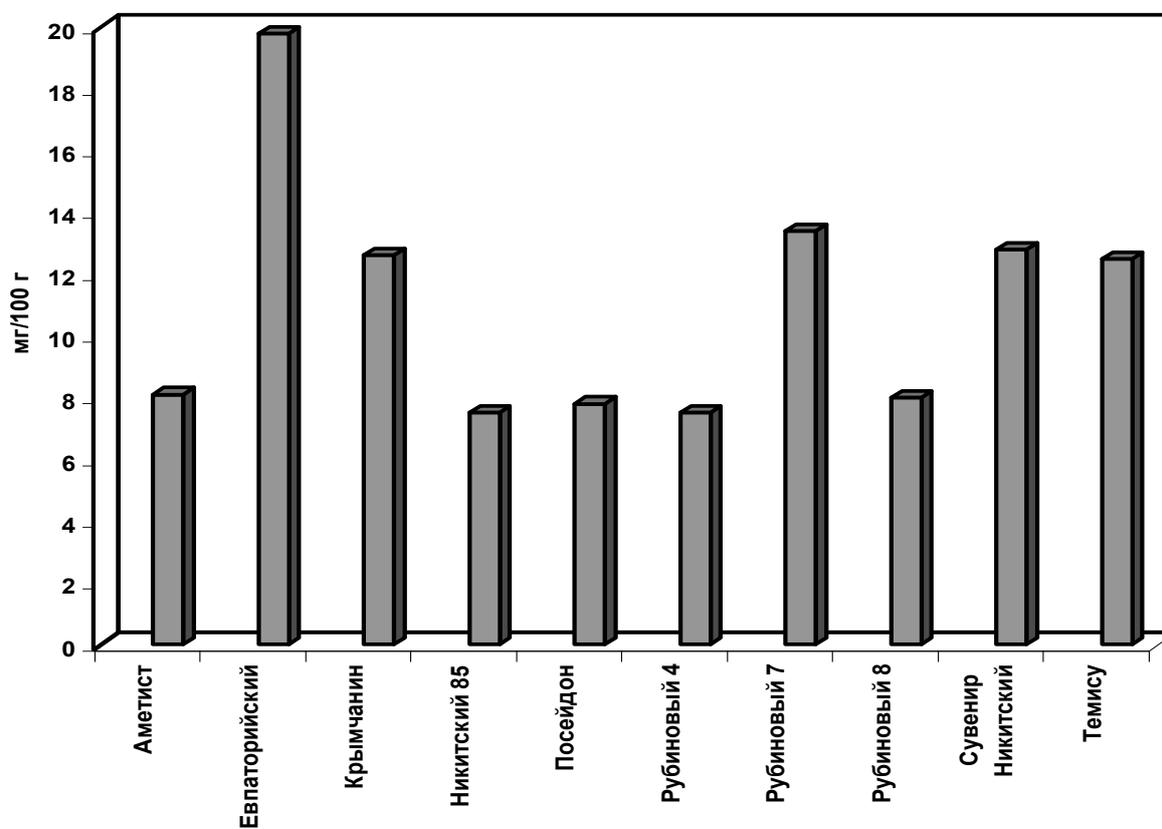


Рис. 2. Содержание аскорбиновой кислоты в плодах сортов нектарина селекции НБС – ННЦ (средние значения за 5 – 8 лет)

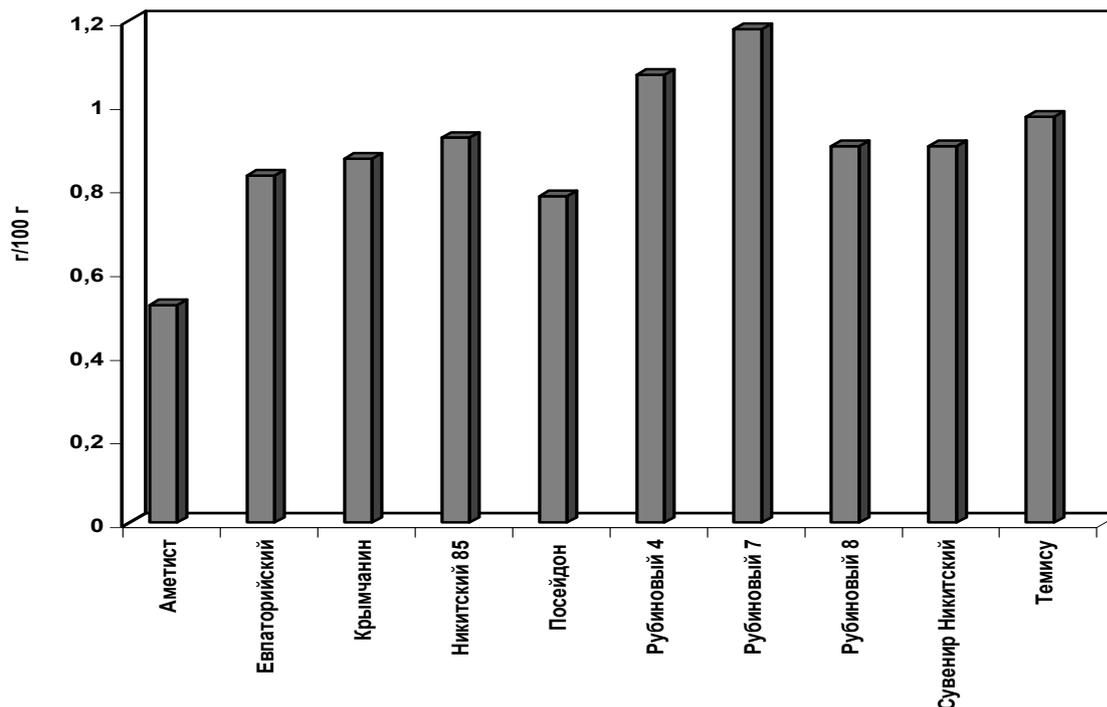


Рис. 3. Содержание органических кислот в плодах сортов нектарина селекции НБС (средние значения за 5 – 8 лет)

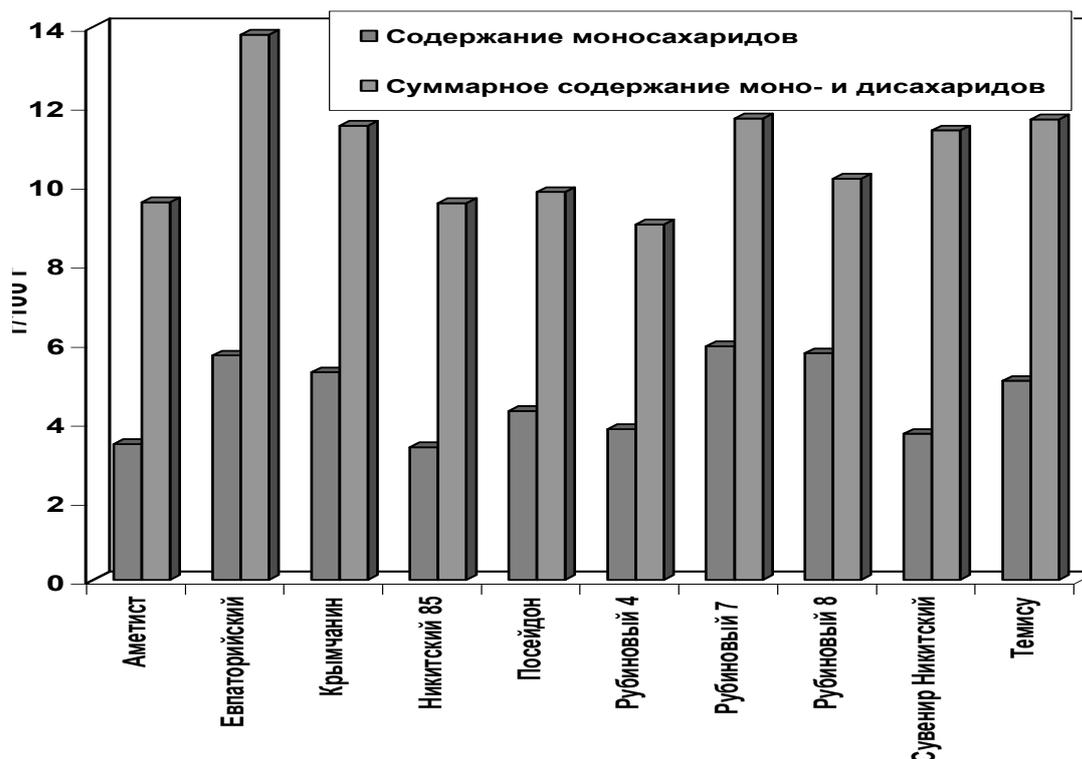


Рис. 4. Содержание моно- и дисахаридов в плодах сортов нектарина селекции НБС (средние значения за 5 – 8 лет).

В процессе распада углеводов организм получает значительную часть энергии, необходимой для жизнедеятельности и биосинтеза других сложных соединений. Поэтому содержание моно- и дисахаридов является важным показателем для оценки биохимического состава плодов.

Как следует из рис. 4, в плодах сортов IV и V групп созревания, за исключением сортов Аметист и Сувенир Никитский, содержится больше моносахаридов, чем в Никитском 85 и Рубиновом 4, относящимся ко II и III группам соответственно.

Большое значение для оценки вкуса плодов имеет соотношение сахаров и органических кислот (сахаро-кислотный коэффициент). Сахара физиологически компенсируют кислый вкус. Известно, что момент компенсации, когда кислый вкус не ощущается, наступает при соотношении сахаров и кислот (25-30):1. При соотношении (15-20):1 плоды имеют слабокислый вкус (характерно для плодов персика и нектарина); при (5-15):1 – умеренно-кислый (ягоды); при 5:1 – сильнокислый (лимон) [11].

В таблице представлены значения сахаро-кислотного коэффициента, а также дегустационная оценка плодов отобранных сортов нектарина.

Значения сахаро-кислотного коэффициента и дегустационные оценки плодов сортов нектарина селекции НБС

Сорт	Сахаро-кислотный коэффициент	Дегустационная оценка
Аметист	18,4	4,8
Евпаторийский	14,9	4,5
Крымчанин	13,2	4,5
Никитский 85	10,4	4,5
Посейдон	12,6	4
Рубиновый 4	8,18	4,8
Рубиновый 7	9,89	4,5
Рубиновый 8	11,3	4,5
Сувенир Никитский	12,6	4,5
Темису	9,78	4,5

Видимое несоответствие этих показателей объясняется следующими причинами.

Во-первых, как указывалось выше, сахароза и глюкоза имеют различную сладость и поэтому при их одинаковом суммарном содержании и различных соотношениях плоды будут различаться по вкусу. Во-вторых, при расчете сахаро-кислотного коэффициента не учитывается роль фруктозы. Однако фруктоза содержится в плодах нектарина в сравнимых с глюкозой и сахарозой количествах, а по сладости превосходит их. В-третьих, при выставлении дегустационной оценки учитываются не только вкусовые характеристики, но и размер и внешний вид плодов. И, наконец, в-четвертых, дегустационную оценку давали плодам одной группы созревания.

Таким образом, сахаро-кислотный коэффициент является в значительной степени формальным оценочным показателем. Тем не менее, применяя его, можем отметить приятный слабокислый вкус у плодов сортов Аметист (значение коэффициента 18,38) и Евпаторийский (16,61). В то же время во вкусе плодов сортов Рубиновый 4 (8,41) и Рубиновый 7 (9,90) нежная и приятная кислинка выражена сильнее.

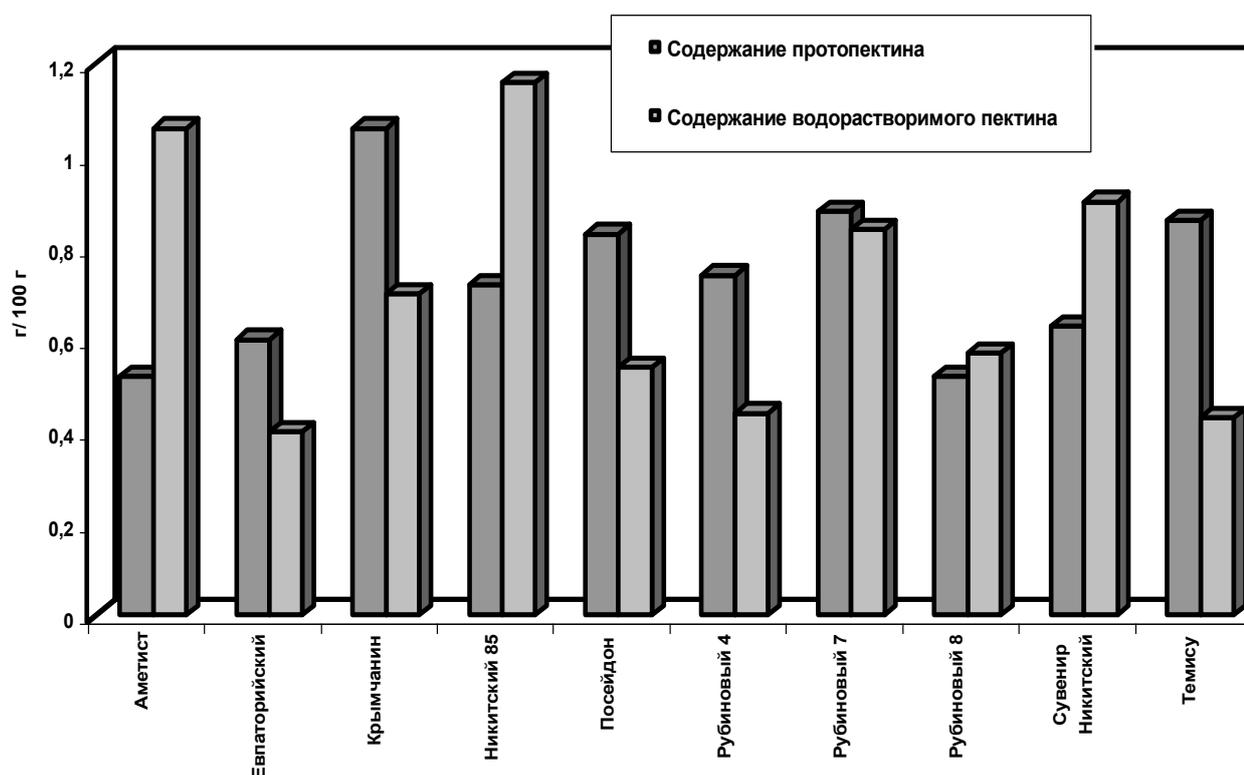


Рис. 5. Содержание пектинов в плодах сортов нектарина селекции НБС (средние значения за 5 – 8 лет).

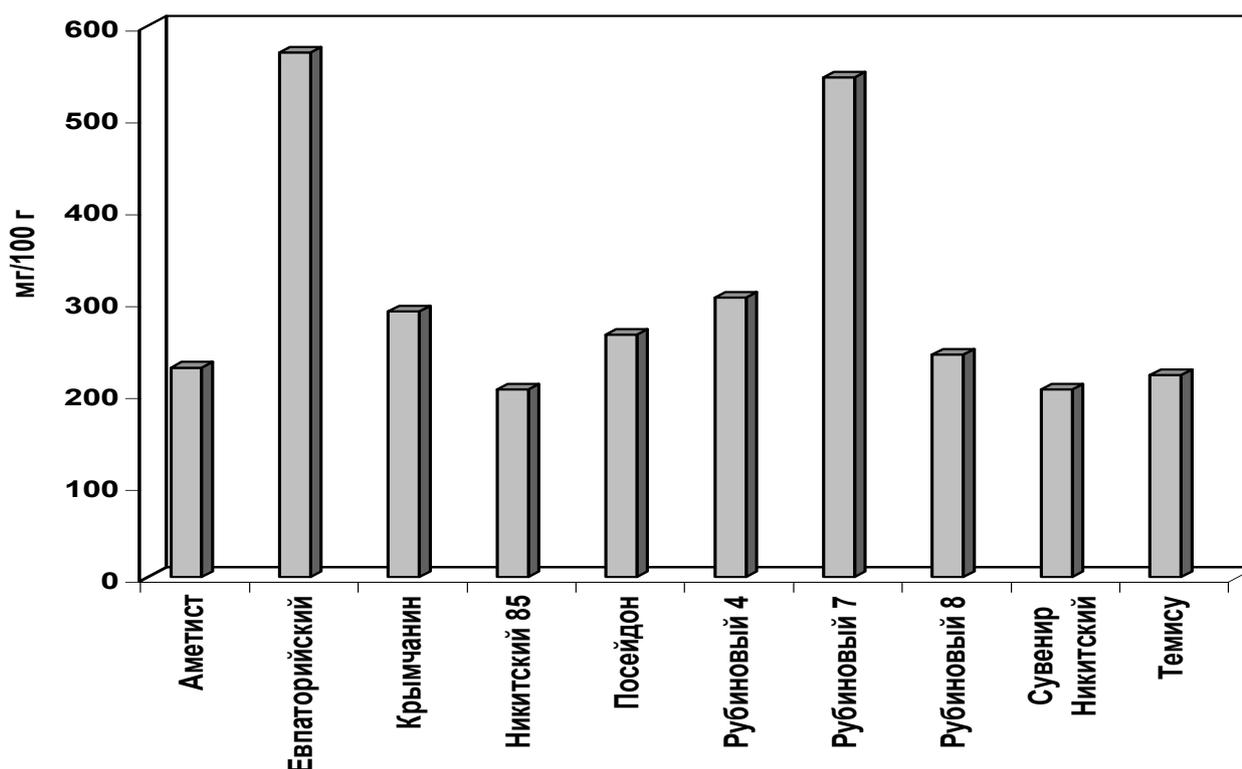


Рис. 6. Содержание лейкоантоцианов в плодах сортов нектарина селекции НБС (средние значения за 5 – 8 лет)

Значительную роль в составе мякоти плодов играют пектиновые вещества. В литературе [7] приводится большое количество данных о пектинах как о веществах, оказывающих лечебно-профилактическое действие на организм человека. Пектиновые вещества способствуют детоксикации организма при отравлении тяжелыми металлами, нормализуют концентрацию холестерина в крови, применяются при лечении язвенной болезни желудка. Таким образом, содержание пектиновых веществ является важным биохимическим показателем плодов.

Суммарное содержание пектиновых веществ в плодах исследуемых сортов варьирует в широких пределах: от 1,09 г/100 г у сорта Рубиновый 8 до 1,88 г/100 г у сорта Никитский 85 (рис. 5).

Аналогично, в широких пределах, у рассматриваемых сортов колеблется и соотношение фракций протопектина и водорастворимого пектина. Так, наибольшей долей протопектина в мякоти обладает сорт Рубиновый 4 (62,7%); минимальная доля протопектина отмечена у сорта Аметист (32,9%). Это обуславливает нежную мягкость плодов сорта Аметист, которые предпочтительно употреблять в свежем виде.

Среди биологически активных веществ плодов особое положение занимают фенольные соединения. В литературе [3, 10] описано их антиоксидантное, противоопухолевое, капилляроукрепляющее, противолучевое действие на организм человека. Антиоксидантное действие фенольных соединений объясняется их способностью связывать ионы металлов в комплексы, лишая их каталитической активности, и являться акцепторами свободных радикалов, образующихся при автоокислении различных веществ.

В общем содержании фенольных соединений велик вклад лейкоантоцианов [13].

Как видно из рис. 6, наиболее высокое содержание лейкоантоцианов отмечено для плодов сортов Евпаторийский (571 мг/100 г) и Рубиновый 7 (544 мг/100 г). Высокое содержание лейкоантоцианов может обуславливать легкую пикантную горчинку во вкусе этих плодов. Наименьшее количество лейкоантоцианов содержится в плодах сортов Никитский 85 и Сувенир Никитский (по 204 мг/100 г сырого вещества).

Таким образом, полученные данные свидетельствуют об определенных сортовых различиях в химическом составе плодов нектарина. Учитывая повышенное содержание таких важных биологически активных веществ, как аскорбиновая кислота, лейкоантоцианы, пектины, плоды

сортов Евпаторийский, Крымчанин, Рубиновый 7 можно рекомендовать для использования в лечебно-профилактических целях.

По вкусовым достоинствам (и на основании значений суммарного содержания моно- и дисахаридов, органических кислот, сахаро-кислотного коэффициента, доли водорастворимого пектина) для потребления преимущественно в свежем виде можно рекомендовать сорта Аметист, Евпаторийский, Сувенир Никитский. По данным показателям плоды этих сортов не уступают и даже превосходят сорт Рубиновый 8, выбранный в качестве контроля и внесенный в Реестр сортов растений Украины на 2006 год. В связи с этим их можно считать перспективными сортами на рынке плодовой продукции Украины.

Заключение

Изучен химический состав плодов 10 сортов нектарина селекции НБС – ННЦ, относящихся к 4 группам созревания. Установлены сортовые различия в содержании сухих веществ, аскорбиновой кислоты, органических кислот, моно- и дисахаридов, пектинов, лейкоантоцианов. Рекомендованы сорта для потребления в свежем виде и использования в лечебно – профилактических целях в качестве источников биологически активных веществ.

Список литературы

1. ГОСТ 28561-90. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ – С. 2.
2. ГОСТ 255550-82. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности – С. 4.
3. Запрометов М.Н. Основы биохимии фенольных соединений. – М: Выс. шк., 1974. – 214 с.
4. Ежов В.Н., Шоферистов Е.П., Рихтер А.А., Полонская А.К., Курбанов З.Г. Химический состав плодов селекционных и интродуцированных в Крым сортов нектарина и перспективы их переработки // Вісник аграрної науки Південного регіону. – Вип. 5. – Одеса: СМІЛ, 2004. – С. 155.
5. Еремін Г.В. Отдаленная гибридизация косточковых плодовых растений – М.: Агропромиздат, 1985. – 280 с.
6. Каталог сортов нектарина коллекции Государственного Никитского ботанического сада. – Ялта. – 1988. – 16 с.
7. Красноштан С.К. Пектинові речовини та їх значення у профілактичних і лікувальних цілях // Садівництво. –1998. – № 47. – С. 229-230.
8. Кривенцов В.И. Бескарбазольный метод количественного спектрофотометрического пектиновых веществ // Труды Никит. ботан. сада. –1989. – Т. 109. – С. 128-137.
9. Кривенцов В.И. Методические рекомендации по анализу плодов на биохимический состав. – Ялта, 1982. – 22 с.
10. Максютин Н.П. и др. Растительные лекарственные средства. – К: – Здоров'я, 1985. – 280 с.
11. Плешков Б.П. Биохимия сельскохозяйственных растений. – М.: Колос, – 1980. – 495 с.
12. Рихтер А.А. Использование в селекции взаимосвязей биохимических признаков // Труды Никит. ботан. сада. –1999. – Т. 108. – С. 121-129.
13. Рихтер А.А. Совершенствование качества плодов южных культур – Симферополь: Таврия, 2001. – 426 с.
14. Розмыслова А.Е., Симакина С.В. Биохимическое изучение перспективных сортов персика // Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии. – 1978. – №10. – С. 59- 60.
15. Рульев В.А. Садова продукція – складова ринку продовольства // Сад, виноград і вино України. – 2006. – № 1-3. – С. 12-13.
16. Szczupka M. Wolne rodniki i obrona antyoksydacyjna udział czynników dietetycznych // Orzem. spoz. – 1997. – V. 51. – № 4. – P. 16-18.