

УДК 634.1/.7: 664.014/.019

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ ЕЖЕВИКИ, ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ, И ИХ ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ВИДА И РЕГИОНА ПРОИЗРАСТАНИЯ

© С.И. Магеррамова

Азербайджанский государственный экономический университет,
ул. Истиглялийят, 6, Баку, AZ1001 (Азербайджан),
e-mail: sevincmagerramova@mail.ru

В работе показана биологическая и пищевая ценность *Rubus*, произрастающей в Азербайджане. Установлено, что наиболее высоким содержанием сахаров выделяется дикорастущая ежевика видов *Rubus sanguineus Friv* ($8.75 \pm 0.19\%$), при этом она содержит мало сахарозы, преобладают глюкоза (от 3.10 ± 0.12 до $4.87 \pm 0.16\%$) и фруктоза (от 3.08 ± 0.28 до $3.40 \pm 0.09\%$). Содержание массовой доли органических кислот больше у вида *Rubus caucasicus forche* ($1.94 \pm 0.10\%$), чем у видов *Rubus caesius* и *Rubus sanguineus Friv* (1.85 ± 0.15 и $1.62 \pm 0.12\%$ соответственно). Содержание пектиновых веществ в ягодах ежевики составляет от 0.26 ± 0.01 до $0.30 \pm 0.04\%$, а массовая доля золи – от 0.42 ± 0.08 до $0.58 \pm 0.11\%$. По содержанию витамина С вид *Rubus sanguineus Friv* превосходит (32.1 ± 1.20 мг/100 г) виды *Rubus caesius* и *Rubus caucasicus forche* (23.76 ± 0.58 мг/100 г и 29.35 ± 0.47 мг/100 г соответственно). В полифенольном комплексе ежевики видов *Rubus sanguineus Friv*, *Rubus caucasicus forche* и *Rubus caesius* присутствуют катехины и антоцианы при явном преобладании последних. Результаты исследований свидетельствует, что основные показатели химического состава ягод ежевики зависят от вида сырья и от почвенно-климатических и эколого-географических условий региона произрастания. Биологическая и пищевая ценность ягод ежевики различных видов позволяет рассматривать их как дополнительный источник физиологически активных веществ и сырье для выработки на их основе различных безалкогольных, в том числе тонизирующих энергетических напитков.

Ключевые слова: ежевика, химический состав, биологическая и пищевая ценность, вид, ягоды.

Введение

В настоящее время в связи со сложившейся экологической ситуацией в Азербайджанской Республике и в мире большое значение уделяется проблеме здорового питания населения. Одним из путей решения этой проблемы является использование дикорастущего плодово-ягодного сырья для создания новых продуктов питания, которые имеют ряд преимуществ за счет содержащихся в нем активных биологических компонентов, так называемых натуральных биокорректоров как веществ, наиболее интенсивно влияющих на физиологические процессы человека и в конечном счете на состояние здоровья населения.

Возможным и рациональным способом повышения биологической ценности продуктов питания считается в настоящее время ее фортификация за счет природных растительных добавок – плодовоовощных концентратов, различных напитков, пюре, экстрактов и порошков, полученных из растительного сырья [1, 2].

В лесах Азербайджана произрастают многочисленные виды диких плодовых, лекарственных, эфиромасличных, пряных, декоративных и других растений, которые используются как пищевые продукты, применяются в медицине, служат сырьем для витаминной и фармацевтической промышленности. Сбор лесных плодов, ягод и орехов занимает значительное место в снабжении населения дополнительными продуктами питания [2].

Плоды и ягоды являются важными и полезными компонентами продуктов питания; в них содержатся белки, сахара, органические кислоты, жиры, дубильные и ароматические вещества, различные витамины, минеральные вещества и др. Таким образом, использование лесов как источника биологически активных веществ приобретает существенное народнохозяйственное значение [3].

Магеррамова Севиндж Исмаил кызы – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры инженерии и прикладных наук,
e-mail: sevincmagerramova@mail.ru

Одной из лесных ягод, распространенных в Азербайджане, имеющей народнохозяйственное значение, является ежевика из рода *Rubus* [4–6], относящаяся к многолетним кустарникам или полукустарникам. Плоды ежевики состоят из сочных костянок, при основании сросшихся, редко отдельных. Семена полукруглые, округло-треугольные или яйцевидные, светло-желтые, фиолетовые или коричневые, с двумя узкими ребрышками.

Род *Rubus* принадлежит к семейству розоцветных (*Rosaceae*) и содержит около 66 видов, из которых в Азербайджане дико произрастает 15 видов [3–6].

Наиболее широко распространенными видами в Азербайджане являются ежевика кроваво-красная [4] (в некоторых источниках, например, в [3] указывается как «красная») (*Rubus sanguineus Friv*), ежевика сизая (*Rubus caesius*) и менее распространенный вид – ежевика Кавказская (*Rubus caucasicus forche*), которые используются и в медицине. Необходимо отметить, что ценными являются все виды, которые не различаются при заготовке плодов, и почти все виды ежевики в хозяйственном отношении имеют одинаковое значение.

Ежевика – кустарник высотой до 3.5 м, цветение неодновременное, с июня до сентября. Плоды созревают с августа до ноября. В Азербайджане в изобилии встречается повсеместно, начиная от низменности до 800 м высоты над уровнем моря, в кустарниках, по опушкам леса, вдоль дорог, по ущельям, у оросительных каналов, на приморских песках и др., за исключением Нахичеванской Автономной Республики [3].

Плоды ежевики используются в пищевых и лечебных целях в свежем и переработанном виде. Из них готовят варенье, компоты, сироп, кисель, ликеры, мармелад, пастилу, настойки, наливки, прохладительные, безалкогольные напитки и т.д. [3–6].

Ежевика плодоносит после большинства других ягодных культур, существенно продлевая сроки использования в регионах выращивания. По литературным данным плоды ее содержат значительное количество важных биологически активных компонентов антиоксидантного комплекса, участвующих во многих процессах метаболизма человека [7]. Их количество составляет: от 500 до 900 мг/100 г Р-активных веществ-флавоноидов (в том числе от 17 до 30 мг/100 г эллаговой кислоты и 85–390 мг/100 г эллаготанинов), от 10 до 50 мг/100 г аскорбиновой кислоты, около 0.6 мг/100 г каротиноидов. Кроме того, в состав ягод ежевики входит от 5 до 14% сахаров (преимущественно глюкозы и фруктозы), до 1.3% органических кислот, а также существенное количество важных для здоровья людей минеральных макро- и микроэлементов (в пересчете на сухую массу): фосфора (до 254 мг/100 г), кальция (~283 мг/100 г), магния (до 315 мг/100 г), железа (до 11 мг/100 г) и др. [7–10].

Приятный своеобразный вкус и тонкий аромат плодов ежевики в сочетании с перечисленными компонентами химического состава делают эту культуру привлекательной для многочисленных потребителей ягод в Азербайджане, как и в других странах [3, 8, 11].

Производство свежей ежевики в Соединенных Штатах значительно расширилось по сравнению с большей частью мира, особенно в Калифорнии, а также появилось новое коммерческое производство в Джорджии, Северной Каролине, Арканзасе и Техасе. Это расширение обусловлено несколькими факторами, включая рост спроса и, как следствие, потребление в США и Европе [12]. В 2005 г. в Европе производилось 7692 га ежевики в промышленных масштабах, а Сербия была лидирующей страной по производству ягод ежевики с 69% площадей в Европе [13]. Сербия продолжает оставаться одним из ведущих производителей ежевики в мире с более чем 5000 га посевных площадей, хотя эта продукция предназначена в первую очередь для переработки. Мексика лидирует в мире с производством ягод ежевики из более 6500 га, почти вся ягода идет на рынок свежих продуктов и на экспорт [12].

Как указано выше [12], индустрия производства ежевики находится в стадии расширения, и причин для этого явления несколько:

- ежевика – новая культура во многих регионах мира, выводятся новые сорта, что позволяет продлить период сбора урожая и созревания;
- качество плодов новых сортов улучшается;
- плоды ежевики имеют высокий уровень антоцианов и антиоксидантов, что делает их более привлекательными для потребителей;
- сбор урожая в течение более длительного сезона позволяет круглогодично вести маркетинг, повышая рентабельность производителей, упаковщиков и переработчиков.

В результате проведенных ранее Азербайджанским государственным медицинским институтом (ныне одноименный университет) исследований установлено, что ежевика богата витамином С и дубильными веществами. В побегах и листьях содержится до 271.0 мг% витамина С и 12.0–13.0% дубильных веществ. В плодах содержится, %: сахаров (глюкоза – 2.87–3.64, фруктоза – 3.12–3.24, сахароза – 0.58–0.85), лимонной кислоты – 1.62–2.16. В семенах содержится 22.0–26.0% жиров, в их состав входит 80.0% глицеридов и фитостеринов, линолевая (1.50%), олеиновая (18.0%) и пальмитиновая кислоты [4].

Ежевика утоляет жажду, обладает мочегонными и жаропонижающими свойствами. Ягоды применяются как потогонное и противопростудное средство. Из листьев делают отвар в качестве дезинфицирующего средства для полоскания горла при ангине, употребляют его при длительных поносах, диарее и дизентерии. В повседневном обиходе ежевикой лечат катары кишечника и другие кишечные недомогания; отвар из корня пьют при водянке, туберкулезе, ягоды употребляют как противоязвенное средство, кровоочищающее и улучшающее перистальтику кишечника. Бактерицидное действие листьев обусловлено активностью в нем фитонцидов [3–6, 14, 15].

Чай из ежевичных листьев – очень вкусный, хорошо утоляющий жажду напиток с приятным ароматом и вкусом, обладает противовоспалительным и ранозаживляющим действием, регулирует обмен веществ. Периоды вегетации ежевики полностью совпадают с периодами сезона производства чая (апрель–октябрь), что имеет большое значение для промышленного освоения его производства на предприятиях чайной промышленности. При производстве чая для придания листьям ежевики более приятного запаха и вкуса прибегают к их ферментации [14].

Из других источников [4, 14, 15] известно, что в листьях ежевики обнаружены органические кислоты – лимонная и изолимонная, витамин С, дубильные вещества неустановленной природы, каротины, фенолкарбоновые кислоты и их производные (хлорогеновая), катехины – эпикатехин, флавоноиды, лейкоантоцианиды, моно- и диглюкозиды пеларгонидина, жирное масло, в состав которого входят пальмитиновая, линолевая, олеиновая, пентадециловая и линоленовая кислоты.

Также известно [14], что отвар листьев ежевики обладает жаропонижающим и гемостатическим действиями. Кроме того, в официальной и народной медицине настоем листьев ежевики широко применяется при гастрите, диарее, как антигельминтное средство, для усиления перистальтики кишечника, при анемии. Наружно отвар и настой листьев ежевики используют при экземе, хронических язвах, гнойных ранах, ангине, фарингите, язвенном стоматите. Листья ежевики входят в состав сборов для лечения истерических припадков, атеросклероза и гипертонической болезни. Особый интерес представляет высокое антирадиационное свойство настоя ежевичного листа [3, 14, 16].

Обзор существующей литературы [3–8, 15] достоверно свидетельствует, что листья ежевики разных видов также являются ценным источником таких физиологически активных веществ, как экстрактивные вещества, фенольные соединения (катехины, лейкоантоцианы, флавонолы), аминокислоты, окислительные ферменты, витамин С и т.д. Чайные продукты, полученные из ежевичного листа, характеризуется хорошими органолептическими показателями и насыщенным экстрактивным комплексом [14, 15].

Ежевика считается хорошим медоносом, так как доставляет пчелам много нектара и пыльцы в течение довольно продолжительного времени. Медопродуктивность ежевики, по имеющимся данным, составляет 20–25 кг с 1 га [11].

Посадочные площади ежевики и малины занимают в Азербайджане 389000 га, при этом ежевика произрастает в более доступных местах, приуроченных в основном к низменности и предгорьям, с более спокойным рельефом и относительной близостью населенным пунктам. Общий запас плодов ежевики установлен в размере 6940 тонн. Из них 68%, или 4750 тонн, являются доступными [3].

Учитывая пищевую, биологическую и хозяйственную ценность плодов ежевики, нами проводятся комплексные исследования возможности использования плодов и листьев ежевики для создания новых или обогащения существующих продуктов питания за счет высокой биоактивности и биодоступности содержащихся в нем компонентов питания.

Экспериментальная часть

Исследования выполнялись в период с 2016 по 2019 год на базе учебной и научно-исследовательской лаборатории кафедры «Инженерия и прикладные науки» Азербайджанского государственного экономического университета. В качестве результатов приведены средние значения за эти годы.

Исследования химического состава ежевики по видам и регионам (за исключением [17]) проводится впервые.

Исследования проводили в 3 параллельных определениях, результаты количественного анализа химического состава ежевики представлены в виде среднего результата и \pm стандартного отклонения.

В качестве объектов на разных этапах исследования в рамках выполнения данной работы использовались ягоды дикорастущей ежевики, видов *Rubus sanguineus Friv*, *Rubus caesius* и менее распространенных *Rubus caucasicus forche*, собранных на территории Гянджа-Газахского, Ленкорано-Астаринского и Куба-Хачмасского регионов Азербайджанской Республики.

При выполнении работы использовались стандартные и специальные методы исследований [7, 11, 16]:

- определение общего содержания сухих веществ термogrавиметрическим методом путем высушивания исследуемых проб до постоянного веса (ГОСТ 33977-2016);
- определение растворимых сухих веществ рефрактометрическим методом, основанном на определении показателя преломления исследуемого раствора по рефрактометру и массовой доли растворимых сухих веществ (ГОСТ ISO 2173-2013);
- определение сахаров по Бертрану (ГОСТ 8756.13-87);
- определение титруемых кислот (общей кислотности) методом титрования (ГОСТ 32114-2013);
- определение аскорбиновой кислоты (витамина С) йодометрическим методом (ГОСТ 34151-2017);
- определение Р-активных веществ (антоцианов, катехинов) колориметрическим методом в модификации Л.И. Вигорова с использованием фотоэлектроколориметра марки КФК-2;
- определение пектиновых веществ по пектату кальция (ГОСТ 32223-2013);
- массовой доли золы определяли общепринятым весовым методом, после минерализации навески продукта до постоянной массы в муфельной печи при температуре 500 °С (ГОСТ 27494-2016).

Обсуждение результатов

Результаты исследований химического состава плодов дикорастущей ежевики видов кроваво-красная, сизая и Кавказская, произрастающих на территории Гянджа-Газахского региона Азербайджанской Республики, за 2016–2018 годы представлены в таблице 1.

Как следует из таблицы 1, массовая доля растворимых сухих веществ и сумма сахаров ежевики вида кроваво-красной превосходит аналогичные показатели ежевики видов сизая и Кавказская.

Наиболее высоким содержанием сахаров выделяется дикорастущая ежевика вида кроваво-красная (8.75 \pm 0.19%), в плодах других видов ежевики от 6.84 \pm 0.08 до 8.14 \pm 0.33%. Во всех исследуемых видах дикорастущей ежевики мало сахарозы, от 0.57 \pm 0.11% (кроваво-красная) до 0.73 \pm 0.17% (Кавказская). Преобладают глюкоза (от 3.10 \pm 0.12 до 4.87 \pm 0.16%) и фруктоза (от 3.08 \pm 0.28 до 3.40 \pm 0.09%).

Содержание массовой доли органических кислот больше у ежевики вида Кавказская (1.94 \pm 0.10%), чем ежевики видов сизая и кроваво-красная (1.85 \pm 0.15% и 1.62 \pm 0.12% соответственно).

Таблица 1. Средний химический состав ягод ежевики по видам

| Показатели, единица измерения | Виды ежевики | | |
|--|------------------------------|----------------------|--------------------------------|
| | <i>Rubus sanguineus Friv</i> | <i>Rubus caesius</i> | <i>Rubus caucasicus forche</i> |
| Массовая доля растворимых сухих веществ, % | 16.24 \pm 0.32 | 11.95 \pm 0.17 | 14.06 \pm 0.22 |
| Сумма сахаров, %, в том числе: | 8.75 \pm 0.19 | 6.84 \pm 0.08 | 8.14 \pm 0.33 |
| Редуцирующие сахара, из них: | 8.18 \pm 0.25 | 6.24 \pm 0.31 | 7.41 \pm 0.10 |
| – глюкоза, | 4.87 \pm 0.16 | 3.10 \pm 0.12 | 4.33 \pm 0.07 |
| – фруктоза, | 3.40 \pm 0.09 | 3.14 \pm 0.18 | 3.08 \pm 0.28 |
| Сахароза | 0.57 \pm 0.11 | 0.60 \pm 0.09 | 0.73 \pm 0.17 |
| Массовая доля органических кислот, % | 1.62 \pm 0.12 | 1.85 \pm 0.15 | 1.94 \pm 0.10 |
| Сахаро-кислотный индекс | 5.40 \pm 0.15 | 3.70 \pm 0.05 | 4.20 \pm 0.03 |
| Пектиновые вещества, % | 0.26 \pm 0.01 | 0.29 \pm 0.07 | 0.30 \pm 0.04 |
| Массовая доля золы, % | 0.49 \pm 0.17 | 0.42 \pm 0.08 | 0.58 \pm 0.11 |
| Витамин С, мг/100г | 32.1 \pm 1.20 | 23.76 \pm 0.58 | 29.35 \pm 0.47 |
| Антоцианы, мг/100г | 1283.3 \pm 12.5 | 873.60 \pm 6.36 | 1057.41 \pm 8.52 |
| Катехины, мг/100г | 126.72 \pm 1.84 | 89.67 \pm 1.23 | 114.6 \pm 0.98 |
| Р-активные вещества, мг/100г | 941.14 \pm 9.32 | 726.28 \pm 6.53 | 798.83 \pm 8.16 |

Соотношение сахаров и кислот (сахарокислотный индекс) предопределяет гармоничность вкуса плодов и ягод. Оптимальным является значение сахарокислотного показателя равное 7.0 [11].

Плоды дикорастущей ежевики вида кроваво-красная имеют относительно гармоничный вкус за счет высокого содержания сахаров, сахарокислотный индекс для этого вида составляет 5.40 ± 0.15 . Другие виды ежевики обладают кисло-сладким и кислым вкусом. Сахарокислотный индекс ежевика вида Кавказская – 4.20 ± 0.03 , вида сизая – 3.70 ± 0.05 .

Содержание пектиновых веществ в исследуемой ежевике составляют от $0.26 \pm 0.01\%$ (кроваво-красная) до $0.30 \pm 0.04\%$ (Кавказская), а массовая доля золы – от $0.42 \pm 0.08\%$ (сизая) до $0.58 \pm 0.11\%$ (Кавказская).

Что касается содержания витамина С, то по этому показателю вид ежевики кроваво-красная превосходит (32.1 ± 1.20 мг/100 г) виды сизая и Кавказская (23.76 ± 0.58 мг/100 г и 29.35 ± 0.47 мг/100 г соответственно).

Как видно, содержание витамина С в исследуемых видах ежевики находится в диапазоне от 23.76 ± 0.58 до 32.1 ± 1.20 мг/100 г, что не противоречит данным других авторов, приводимых в литературных источниках [3–6, 11, 16]. В полифенольном комплексе все виды ежевики содержат катехины и антоцианы при явном преобладании последних. Большинство исследованных нами видов ежевики по количеству антоцианов (от 873.60 ± 6.36 до 1283.3 ± 12.5 мг/100 г) вполне могут конкурировать с такими культурами, как черная смородина, черника, гранат, барбарис и т.д.

По содержанию антоцианов, катехинов и Р-активных веществ вид ежевики кроваво-красной также превосходит виды ежевики сизой и Кавказской.

Результаты анализов, приведенные в таблице 1, показывают, что основные показатели химического состава ягод ежевики имеют выраженную зависимость от вида ежевики. На наш взгляд, указанная зависимость связана с наследственными, морфологически-биологическими особенностями видов ежевики, что согласуется с результатами работ других исследователей [8, 11, 12].

В зависимости от зоны, почвенно-климатических и экологических условий произрастания, от вегетационного периода химический состав ягод может значительно изменяться. Засуха в период формирования плодов приводит к уменьшению оводненности тканей и нарушению синтеза углеводов, сдвигает обмен в растительном организме в сторону снижения содержания углеводов и тех веществ, предшественниками которых они являются. А сухая жаркая погода в период созревания способствует увеличению количества сахаров в плодах [11].

Качество ягод для свежего пользования во многом определяется тем, как генотип реагирует на хранение и обращение с ними со дня сбора урожая до момента покупки и употребления в пищу потребителем [18]. Ежевика считалась одним из самых сложных фруктов для перевозки из-за размягчения тканей ягод послеуборочного урожая и утечки во время обработки. Твердость ягод ежевики зависит от вида и сорта, стадии спелости и продолжительности хранения [19].

Как правило, твердость плодов связана с модификациями полисахаридных компонентов первичной клеточной стенки и средней ламеллы во время созревания плодов, что приводит к более слабой структуре плодов в конце процесса созревания [20, 21]. Изменения связи между полимерами наряду с деградацией полисахаридов могут вызывать усиление разделения клеток, размягчения и набухания клеточной стенки. Эти изменения в сочетании с изменениями тургора клеток вызывают размягчение плодов и структурные изменения плодов. В ягодах ежевики по мере созревания увеличивает растворимость пектина [20].

Важным послеуборочным заболеванием, поражающим плоды ежевики, предназначенные для продажи в свежем виде, является изменение цвета (также называемое покраснением или красной костянкой [22]). Пораженные костянки плодов ежевики становятся красными, часто при хранении в холодильнике или при комнатной температуре после хранения в холодильнике [18, 21]. В зрелой плодовой клетке $\approx 90\%$ объема занято вакуолью, клеточной органеллой, которая является динамичной и многофункциональной и обеспечивает первичное место хранения и обмена макромолекул. Вакуоль накапливает сахар, ароматизаторы, ионы и воду; все эти соединения транспортируются через тонопласт (мембрану вакуоли) с помощью специфического белка-транспортера [23, 24].

Известно, что количество химических веществ в сырье и их разнообразие, пищевая ценность и устойчивость к хранению зависят от вида, сорта, ботанического строения растений, а также от экологических факторов, от структуры и состава почвы, ее высоты над уровнем моря, от климатических условий и метеорологических особенностей региона выращивания [25].

Учитывая вышеизложенное, нами проводилось изучение химического состава ягод дикорастущей ежевики и в зависимости от такого фактора как регион произрастания. Для опытов выбраны следующие регионы: Гянджа-Казахский, Куба-Хачмасский и Ленкорано-Астаринский Азербайджанской Республики, отличающимся разными почвенно-климатическими условиями.

Результаты анализов химического состава ягод ежевики в зависимости от регионов произрастания за 2017–2019 годы представлены в таблице 2.

Как следует из данных таблицы 2, массовая доля растворимых сухих веществ и сумма сахаров в ягодах ежевики, произрастающей в Гянджа-Казахском регионе, превосходит аналогичные показатели ягод ежевики, произрастающей в Куба-Хачмасском и Ленкорано-Астаринском регионах Азербайджана.

Наиболее высоким содержанием сахаров выделяется дикорастущая ежевика из Гянджа-Казахского региона ($9.35 \pm 0.23\%$), а сумма сахаров в ягодах ежевики из других регионов составляет от $7.74 \pm 0.12\%$ (Куба-Хачмасский регион) до $8.58 \pm 0.35\%$ (Ленкорано-Астаринский регион). Во всех регионах в ежевике мало сахарозы (от 0.59 ± 0.11 до $0.76 \pm 0.07\%$), преобладают глюкоза (от 4.05 ± 0.15 до $5.13 \pm 0.16\%$) и фруктоза (от 3.10 ± 0.16 до $3.60 \pm 0.09\%$).

Содержание массовой доли органических кислот больше у ягод ежевики, произрастающей в Куба-Хачмасском регионе (1.95 ± 0.27), чем произрастающих в Гянджа-Казахском (1.72 ± 0.22) и Ленкорано-Астаринском (1.64 ± 0.32) регионах. Плоды дикорастущей ежевики, произрастающей в Гянджа-Казахском и Ленкорано-Астаринском регионах, имеют относительно гармоничный вкус за счет высокого содержания сахаров, их сахаро-кислотные индексы составляет 5.40 ± 0.15 и 5.23 ± 0.11 соответственно. Ежевика, произрастающая в Куба-Хачмасском регионе, обладает кислым вкусом, ее сахаро-кислотный индекс составляет 3.97 ± 0.04 .

Аналогичная картина наблюдается и по содержанию пектиновых веществ, массовой доли золы и витамина С. По всем указанным показателям ягоды ежевики, произрастающей в Куба-Хачмасском регионе, превосходит аналогичные показатели ягоды ежевики, произрастающей в Гянджа-Казахском и Ленкорано-Астаринском регионах.

По содержанию антоцианов, катехинов и Р-активных веществ ягоды, произрастающие в Гянджа-Казахском регионе, также превосходит ягоды ежевики, произрастающей в Куба-Хачмасский и Ленкорано-Астаринский регионах.

Следует отметить, что почвенно-климатические и эколого-географические условия Азербайджана очень разнообразны и сильно отличаются по регионам страны [26]. Так, в Гянджа-Казахском регионе преобладают горно-лесные и лугово-болотные почвы, количество годовых осадков – от 500 до 1000 мм и показатели средней годовой температуры – $8-10\text{ }^\circ\text{C}$, в Куба-Хачмасском регионе горно-луговые и горно-лесные почвы, сравнительно низкая среднегодовая температура $5-8\text{ }^\circ\text{C}$ и выпадение количества атмосферных осадков – $350-650\text{ мм}$, а в Ленкорано-Астаринском регионе желтоземные и коричневые горно-лесные почвы, формирующиеся в условиях влажного субтропического климата средиземноморского типа со среднегодовой температурой около $14.5\text{ }^\circ\text{C}$ и среднегодовой суммой осадков $1000-1200\text{ мм}$.

Таблица 2. Средний химический состав ягод ежевики по регионам произрастания

| Показатели, единица измерения | Регионы произрастания | | |
|--|-----------------------|-------------------|------------------------|
| | Гянджа-Казахский | Куба-Хачмас-ский | Ленкорано-Астарин-ский |
| Массовая доля растворимых сухих веществ, % | 16.80 ± 0.46 | 12.96 ± 0.31 | 14.60 ± 0.28 |
| Сумма сахаров, %, в том числе: | 9.35 ± 0.23 | 7.74 ± 0.12 | 8.58 ± 0.35 |
| Редуцирующие сахара, из них: | 8.73 ± 0.25 | 7.15 ± 0.31 | 7.82 ± 0.16 |
| – глюкоза | 5.13 ± 0.16 | 4.05 ± 0.15 | 4.64 ± 0.09 |
| – фруктоза | 3.60 ± 0.09 | 3.10 ± 0.16 | 3.18 ± 0.23 |
| Сахароза | 0.62 ± 0.14 | 0.59 ± 0.11 | 0.76 ± 0.07 |
| Массовая доля органических кислот, % | 1.72 ± 0.22 | 1.95 ± 0.27 | 1.64 ± 0.32 |
| Сахаро-кислотный индекс | 5.44 ± 0.10 | 3.97 ± 0.04 | 5.23 ± 0.11 |
| Пектиновые вещества, % | 0.28 ± 0.04 | 0.31 ± 0.06 | 0.26 ± 0.07 |
| Массовая доля золы, % | 0.48 ± 0.13 | 0.58 ± 0.04 | 0.53 ± 0.12 |
| Витамин С, мг/100г | 30.10 ± 1.34 | 32.88 ± 0.37 | 28.25 ± 0.52 |
| Антоцианы, мг/100г | 1258.2 ± 11.5 | 962.60 ± 7.14 | 1120.41 ± 8.96 |
| Катехины, мг/100г | 130.26 ± 1.78 | 98.36 ± 1.37 | 112.4 ± 1.15 |
| Р-активные вещества, мг/100г | 957.39 ± 9.42 | 821.82 ± 7.35 | 878.38 ± 8.59 |

На основании изложенного и результатов анализа, показанных в таблице 2, установлено, что основные показатели химического состава ягод ежевики также зависят от почвенно-климатических и эколого-географических условий региона произрастания, что согласуется с данными и выводами других авторов [11, 25].

Таким образом, комплексная оценка полезных свойств ягод ежевики, составляющих ее биологическую и пищевую ценность, свидетельствует о ее безусловной пригодности как для непосредственного использования в свежем виде, так и для переработки с получением продуктов, обогащенных антоцианами и другими физиологически активными веществами, признанных эссенциальными микронутриентами [24, 27].

Учитывая биологическую и пищевую ценность ягод ежевики различных видов, произрастающих в Азербайджанской Республике, нами в течение ряда лет проводится работа для выработки различных безалкогольных, в том числе тонизирующих энергетических напитков на их основе. Разработаны образцы продуктов, получены предварительные положительные результаты. Проведенные исследования позволяют получить натуральный и функциональный экстракт из ягод ежевики.

Полученные экстракты из ягод ежевики могут быть использованы в производстве алкогольных, безалкогольных и слабоалкогольных напитков, хлебобулочных, кондитерских изделий и т.д. Использование этих экстрактов способствует функциональному назначению безалкогольных и низкокалорийных напитков, пищевых концентратов, хлебобулочных и кондитерских изделий, формирует функциональное назначение продуктов питания и их использование в лечебно-профилактических и диетических целях.

Выводы

В результате проведенных работ установлено, что массовая доля растворимых сухих веществ и сумма сахаров ежевики вида кроваво-красной превосходит аналогичные показатели ежевики видов сизая и Кавказская. Наиболее высоким содержанием сахаров выделяется дикорастущая ежевика вида кроваво-красная ($8.75 \pm 0.19\%$). Во всех исследуемых видах дикорастущей ежевики содержится мало сахарозы, от $0.57 \pm 0.11\%$ (кроваво-красная) до $0.73 \pm 0.17\%$ (Кавказская). Преобладают глюкоза (от 3.10 ± 0.12 до $4.87 \pm 0.16\%$) и фруктоза (от 3.08 ± 0.28 до $3.40 \pm 0.09\%$). Содержание массовой доли органических кислот больше у ежевики вида Кавказская ($1.94 \pm 0.10\%$), чем ежевик видов сизая и кроваво-красная ($1.85 \pm 0.15\%$ и $1.62 \pm 0.12\%$ соответственно). Содержание пектиновых веществ в ягодах ежевики составляет от $0.26 \pm 0.01\%$ (кроваво-красная) до $0.30 \pm 0.04\%$ (Кавказская), а массовая доля золы от $0.42 \pm 0.08\%$ (сизая) до $0.58 \pm 0.11\%$ (Кавказская).

Что касается содержания витамина С, то здесь ежевика вида кроваво-красная превосходит (32.1 ± 1.20 мг/100 г) виды ежевики сизая и Кавказская (23.76 ± 0.58 мг/100 г и 29.35 ± 0.47 мг/100 г соответственно). В полифенольном комплексе всех видов ежевики представлены катехины и антоцианы при явном преобладании последних. Исследованные нами виды ежевики по количеству антоцианов (от 873.60 ± 6.36 до 1283.3 ± 12.5 мг/100 г) вполне могут конкурировать с такими культурами как черная смородина, гранат, боярышник, барбарис и т.д. По содержанию антоцианов, катехинов и Р-активных веществ ежевика вида кроваво-красная также превосходит ежевики видов сизая и Кавказская.

Результаты проведенных анализов свидетельствуют, что основные показатели химического состава ягоды ежевики зависит от видов сырья и от почвенно-климатических и эколого-географических условий региона произрастания. Биологическая и пищевая ценность ягод ежевики различных видов, произрастающих в Азербайджанской Республике, позволяет рассматривать их как дополнительный источник физиологически активных веществ и сырье для выработки на их основе различных безалкогольных, в том числе тонизирующих энергетических напитков и других продуктов питания.

Список литературы

1. Магеррамов М.А. Тепло и электрофизические свойства жидких пищевых продуктов. Palmarium Academic Publishing, 2012. 429 с.
2. Магеррамов М.А. Научные основы производства, тепло и электрофизические свойства плодоовощных соков: монография. Ленкорань, 2020. 321 с.
3. Асадов К.С., Асадов А.К. Дикорастущие плодовые растения Азербайджана. Баку, 2001. 256 с.
4. Dəmirov İ.A. İslamova N.A., Kərimov Y.B., Mahmudov R.M. Azərbaycanın müalicə əhəmiyyətli bitkiləri. Bakı: Azərənəşr, 1988. 178 s.
5. Новрузов Э.Н., Шамси Заде Л.А. Химический состав плодов *R. Sanguineus*, произрастающей в Азербайджанской ССР // Растительные ресурсы. 1983. Т. 19, вып. 3. С. 366–370.

6. Əhmədov Ə.İ. Yeyilən bitkilərin müalicəvi xassələri. Monoqrafiya. Bakı: “İqtisad Universiteti” nəşriyyatı, 2014. 468 s.
7. Колбас Н.Ю., Силва М.А., Езэдр П.Л., Решетников В.Н. Антоцианы и антиоксидантная активность плодов некоторых представителей рода *Rubus* // Известия НАН Беларуси. 2012. №1. С. 5–10.
8. Грюнер Л.А., Корнилов Б.Б. Приоритетные направления и перспективы селекции ежевики в условиях средней полосы России // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2020. Т. 24. №5. С. 489–500. DOI: 10.18699/VJ20.641.
9. Lee J. Blackberry fruit quality components, composition, and potential health benefits // Blackberries and Their Hybrids. 2017. Pp. 49–62. DOI: 10.1079/9781780646688.0049.
10. Milošević T., Milošević N., Glišić I., Mladenović J. Fruit quality attributes of blackberry grown under limited environmental conditions // Plant Soil Environ. 2012. Vol. 58. N7. Pp. 322–327. DOI: 10.17221/33/2012-PSE.
11. Кадочникова Е.Н. Товароведная характеристика плодов дикорастущей и культивируемой ежевики и продуктов ее переработки: дисс. ... канд. техн. наук. Новосибирск, 2007. 137 с.
12. Clark J.R., Finn C.E. Blackberry cultivation in the world // Rev. Bras. Frutic. 2014. Vol. 36. Pp. 46–57.
13. Strik B., Clark J.R., Finn C.E., Banados M. Worldwide production of blackberries // Acta Horticulturae. 2007. Vol. 777. Pp. 209–217.
14. Мелкадзе Р.Г. Производство заменителя чая из листьев ежевики // Пиво и напитки. 2004. №2. С. 98–101.
15. Мелкадзе Р.Г. Листья Кавказской ежевики (*Rubus Caucasicus L.*) – перспективное сырье для производства травяного чая // Химия растительного сырья. 2015. №1. С. 155–166. DOI: 10.14258/jcrpm.201501211.
16. Николайчук Л.В., Владимиров Э.В. Противорадиационное питание. Минск, 2003. 272 с.
17. Касумова А.А. Изучение химического состава дикорастущих плодов и ягод Гянджа-Газакской зоны // Хранение и переработка сельхозсырья. 2017. №10. С. 34–36.
18. Finn C.E., Clark J.R. Blackberry // Fruit breeding. New York: Springer Science + Business Media, 2012. Pp. 151–190.
19. Clark J.R. Intractable traits in eastern U.S. blackberries // HortScience. 2005. Vol. 40. N7. Pp. 1954–1955.
20. Brummell D. Cell wall disassembly in ripening fruit // Funct. Plant Biol. 2006. Vol. 33. N2. Pp. 103–119. DOI: 10.1071/FP05234.
21. Winkler A., Ossenbrink M., Knoche M. Malic acid promotes cracking of sweet cherry fruit // J. Amer. Soc. Hort. Sci. 2015. Vol. 140. N2. Pp. 280–287.
22. Clark J.R., Finn C.E. Blackberry breeding and genetics // Methods in temperate fruit breeding. Fruit, Veg. and Cereal Sci. and Biotechnol. 2011. Vol. 5. Pp. 27–43.
23. Fontes N., Geron H., Delrot S. Grape berry vacuole: A complex and heterogeneous membrane system specialized in the accumulation of solutes // Amer. J. Enol. Viticult. 2011. Vol. 62. N3. Pp. 270–279.
24. Salgado A.A., Clark J.R. “Crispy” Blackberry Genotypes: A Breeding Innovation of the University of Arkansas Blackberry Breeding Program // HortScience. 2016. Vol. 51. N5. Pp. 468–471.
25. Мəһəррəмов М.Ə. Qida məhsulları exnologiyasının nəzəri əsasları. Dərslik. Bakı: «İqtisad Universiteti» nəşriyyatı, 2015. 384 s.
26. Алиев Б.Г., Алиев И.Н. Проблемы эрозии в Азербайджане и пути ее решения. Баку, 2000. 122 с.
27. Пастушкова Е.В., Заворохина Н.В., Вяткин А.В. Растительное сырье как источник функционально-пищевых ингредиентов // Вестник ЮУрГУ. Серия «пищевые и биотехнологии». 2016. Т. 4. С. 105–113.

Поступила в редакцию 26 декабря 2020 г.

После переработки 4 февраля 2022 г.

Принята к публикации 10 февраля 2022 г.

Для цитирования: Магеррамова С.И. Химический состав и пищевая ценность ежевики, произрастающей в Азербайджанской Республике, и их зависимость от вида и региона произрастания // Химия растительного сырья. 2022. №2. С. 147–156. DOI: 10.14258/jcrpm.2022029072.

Maharramova S.I. THE CHEMICAL COMPOSITION AND NUTRITIONAL VALUE OF BLACKBERRIES GROWING IN THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN AND THEIR DEPENDENCE ON THE SPECIES AND REGION OF GROWTH

Azerbaijan State University of Economics, ul. Istiglaliyat, 6, Baku, AZ1001 (Azerbaijan),
e-mail: sevincmagerramova@mail.ru

The work shows the biological and nutritional value of *Rubus*, which grows in Azerbaijan. It was found that the highest content of sugars is the wild blackberry of the *Rubus sanguineus Friv* species (8.75±0.19%), while it contains little sucrose, glucose (from 3.10±0.12 to 4.87±0.16%) and fructose (from 3.08±0.28 to 3.40±0.09%) predominate. The content of the mass fraction of organic acids is greater in the species *Rubus caucasicus forche* (1.94±0.10%) than in the species *Rubus caesius* and *Rubus sanguineus Friv* (1.85±0.15 and 1.62±0.12%, respectively). The content of pectin substances in blackberries ranges from 0.26±0.01 to 0.30±0.04%, and the mass fraction of ash from 0.42±0.08 to 0.58±0.11%. In terms of vitamin C content, the species *Rubus sanguineus Friv* is superior (32.1±1.20 mg/100 g) to the species *Rubus caesius* and *Rubus caucasicus forche* (23.76±0.58 mg/100 g and 29.35±0.47 mg/100 g, respectively). In the polyphenol complex of blackberries of the species *Rubus sanguineus Friv*, *Rubus caucasicus forche* and *Rubus caesius*, catechins and anthocyanins are present with a clear predominance of the latter. The results of the studies show that the main indicators of the chemical composition of blackberries depend on the type of raw materials and on the soil-climatic and ecological-geographical conditions of the growing region. The biological and nutritional value of blackberries of various types allows us to consider them as an additional source of physiologically active substances and raw materials for the production of various soft drinks based on them, including tonic energy drinks.

Keywords: Blackberries, chemical composition, biological and nutritional value, species, berries.

Referenses

1. Magerramov M.A. *Teplo i elektrofizicheskiye svoystva zhidkikh pishchevykh produktov*. [Thermal and electrophysical properties of liquid food products]. Palmarium Academic Publishing, 2012, 429 p. (in Russ.).
2. Magerramov M.A. *Nauchnyye osnovy proizvodstva, teplo i elektrofizicheskiye svoystva plodoovoshchnykh sokov: monografiya*. [Scientific foundations of production, heat and electrical properties of fruit and vegetable juices: monograph]. Lenkoran', 2020, 321 p. (in Russ.).
3. Asadov K.S., Asadov A.K. *Dikorastushchiye plodovyye rasteniy Azerbaydzhana*. [Wild fruit plants of Azerbaijan]. Baku, 2001, 256 p. (in Russ.).
4. Damirov I.A., Islamova N.A., Karimov Yu.B., Makhmudov R.M. *Lekarstvennyye rasteniy Azerbaydzhana*. [Medicinal plants of Azerbaijan]. Baku, 1988, 178 p. (in Azer.).
5. Novruzov E.N., Shamsi Zade L.A. *Rastitel'nyye resursy*, 1983, vol. 19, no. 3, pp. 366–370. (in Russ.).
6. Akhmedov A.I. *Lechebnyye svoystva s'yedobnykh rasteniy. Monografiya*. [Medicinal properties of edible plants. Monograph]. Baku, 2014, 468 p. (in Azer.).
7. Kolbas N.Yu., Silva M.A., Yeeseedr P.L., Reshetnikov V.N. *Izvestiya NAN Belarusi*, 2012, no. 1, pp. 5–10. (in Russ.).
8. Gryuner L.A., Kornilov B.B. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii*, 2020, vol. 24, no. 5, pp. 489–500. DOI: 10.18699/VJ20.641. (in Russ.).
9. Lee J. *Blackberries and Their Hybrids*, 2017, pp. 49–62. DOI: 10.1079/9781780646688.0049.
10. Milošević T., Milošević N., Glišić I., Mladenović J. *Plant Soil Environ*, 2012, vol. 58, no. 7, pp. 322–327. DOI: 10.17221/33/2012-PSE.
11. Kadochnikova Ye.N. *Tovarovednaya kharakteristika plodov dikorastushchey i kul'tiviruyemoy yezheviki i produktov yeye pererabotki: diss. ... kand. tekhn. nauk*. [Commodity characteristics of fruits of wild and cultivated blackberries and products of its processing: diss. ... cand. tech. Sciences]. Novosibirsk, 2007, 137 p. (in Russ.).
12. Clark J.R., Finn C.E. *Rev. Bras. Frutic*, 2014, vol. 36, pp. 46–57.
13. Strik B., Clark J.R., Finn C.E., Banados M. *Acta Horticulturae*, 2007, vol. 777, pp. 209–217.
14. Melkadze R.G. *Pivo i napitki*, 2004, no. 2, pp. 98–101. (in Russ.).
15. Melkadze R.G. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2015, no. 1, pp. 155–166. DOI: 10.14258/jcprm.201501211. (in Russ.).
16. Nikolaychuk L.V., Vladimirov E.V. *Protivoradiatsionnoye pitaniye*. [Anti-radiation food]. Minsk, 2003, 272 p. (in Russ.).
17. Kasumova A.A. *Khraneniye i pererabotka sel'khozsyrya*, 2017, no. 10, pp. 34–36. (in Russ.).
18. Finn C.E., Clark J.R. *Fruit breeding*, New York: Springer Science + Business Media, 2012, pp. 151–190.
19. Clark J.R. *HortScience*, 2005, vol. 40, no. 7, pp. 1954–1955.
20. Brummell D. *Funct. Plant Biol.*, 2006, vol. 33, no. 2, pp. 103–119. DOI: 10.1071/FP05234.
21. Winkler A., Ossenbrink M., Knoche M. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 2015, vol. 140, no. 2, pp. 280–287.
22. Clark J.R., Finn C.E. *Methods in temperate fruit breeding. Fruit, Veg. and Cereal Sci. and Biotechnol.*, 2011, vol. 5, pp. 27–43.
23. Fontes N., Geron H., Delrot S. *Amer. J. Enol. Viticult.*, 2011, vol. 62, no. 3, pp. 270–279.
24. Salgado A.A., Clark J.R. *HortScience*, 2016, vol. 51, no. 5, pp. 468–471.
25. Magerramov M.A. *Teoreticheskiye osnovy pishchevoy tekhnologii. Uchebnik*. [Theoretical bases of food technology. Textbook]. Baku, 2015, 384 p. (in Azer.).

26. Aliyev B.G., Aliyev I.N. *Problemy erozii v Azerbaydzhanе i puti yeye resheniya*. [Problems of erosion in Azerbaijan and ways to solve it]. Baku, 2000, 122 p. (in Russ.).
27. Pastushkova Ye.V., Zavorokhina N.V., Vyatkin A.V. *Vestnik YuUrGU. Seriya «pishchevyie i biotekhnologii»*, 2016, vol. 4, pp. 105–113. (in Russ.).

Received December 26, 2020

Revised February 4, 2022

Accepted February 10, 2022

For citing: Maharramova S.I. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2022, no. 2, pp. 147–156. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2022029072.