

УДК 634.711: 581.19

DOI 10.30679/2219-5335-2022-5-77-201-212

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ЯГОД
МАЛИНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
МНОЖЕСТВЕННОГО
РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА
ВЗАИМОСВЯЗИ ВКУСОВЫХ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ХИМИЧЕСКОГО
СОСТАВА**

Арифова Зера Ильмиевна
научный сотрудник
лаборатории селекции
и сортоизучения
e-mail: arifova.zera.sanie@mail.ru

Смыков Анатолий Владимирович
д-р с.-х. наук
главный научный сотрудник
лаборатории южных плодовых
и орехоплодных культур
e-mail: selectfruit@yandex.ru

*Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
«Ордена Трудового Красного Знамени
Никитский ботанический сад –
Национальный научный центр РАН»,
Ялта, Россия*

В статье представлены результаты исследований по определению качества и химического состава ягод 24 сортов и гибридных форм малины, возделываемых в условиях предгорной зоны Крыма. Одним из возможных способов решения проблемы повышения биологической ценности продуктов питания является улучшение сортимента малины с высокой степенью качественных показателей ягод. С этой целью проведена оценка уровня накопления в ягодах растворимых сухих веществ, общих сахаров, органических кислот, аскорбиновой кислоты. Определены сортовые различия по пищевой ценности ягод, вкусовым качествам и содержанию аскорбиновой кислоты, обуславливающей лечебные свойства малины. Назначение сорта определяется содержанием сахара и кислотностью плодов, которые являются признаками, характеризующими качество ягод. Для определения характера связей

UDC 634.711: 581.19

DOI 10.30679/2219-5335-2022-5-77-201-212

**DETERMINATION
OF THE QUALITY OF RASPBERRIES
USING MULTIPLE REGRESSION
ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP
BETWEEN TASTE INDICATORS
AND CHEMICAL
COMPOSITION**

Arifova Zera Ilmievna
Research Associate
of Laboratory of Breeding
and Variety Study
e-mail: arifova.zera.sanie@mail.ru

Smykov Anatolij Vladimirovich
Dr. Sci. Agr.
Chief Research Associate
Head of Southern Fruit
and Nut Crops Laboratory
e-mail: selectfruit@yandex.ru

*Federal State Budgetary
Institute of Science
«Order of the Red Banner of Labor
Nikita Botanical Gardens –
National Scientific Center RAS»,
Yalta, Russia*

The paper presents the results of research to determine the quality and chemical composition of berries of 24 varieties and hybrid forms of raspberries cultivated in the foothill zone of the Crimea. One of the possible ways to solve the problem of increasing the biological value of food is to improve the assortment of raspberries with a high degree of quality indicators of berries. To this end, the level of accumulation of soluble solids, total sugar, organic acid, ascorbic acid in berries was assessed. Varietal differences in the nutritional value of berries, taste qualities and the content of ascorbic acid, which determines the medicinal properties of raspberries, were determined. The purpose of the variety is determined by the sugar content and acidity of the fruits, which are signs that characterize the quality of the berries. It is necessary to use mathematical analysis

между этими признаками необходимо применение математического анализа. С помощью статистических подходов с использованием регрессионного анализа определены связи вкусовых качеств с биохимическим составом ягод. В результате проведенных исследований высокие показатели вкуса плодов (4,7-4,9 балла) наблюдали у семи сортов и трех гибридных форм. Повышенное содержание аскорбиновой кислоты (55,9-95,2 мг/100 г) выявили у четырех сортов и пяти гибридных форм, титруемой кислотности (2,6-3,3 %) – у четырех сортов, общего сахара (2,6-3,3 %) – у трех сортов и двух форм, растворимых сухих веществ (15,1-20,2 %), – у десяти сортов и двух гибридных форм. Показатели сахарокислотного индекса от 6,0 до 7,2 наблюдали у трех сортов и двух форм. Выделенные сорта и формы представляют интерес для использования в садоводстве, а также в качестве исходных форм в дальнейшей селекционной работе при создании новых сортов с высокими вкусовыми качествами ягод и повышенным содержанием аскорбиновой кислоты. Построение уравнения множественной регрессии зависимости вкусовых качеств от химического состава ягод позволяет более целенаправленно вести отбор исходных родительских сортов для гибридизации.

Ключевые слова: МАЛИНА, СОРТ, ГИБРИДНАЯ ФОРМА, ВКУС, АНАЛИЗ

to determine the nature of the relationships between these features. The relationship of taste qualities with the biochemical composition of berries was determined with the help of statistical approaches using regression analysis. As a result of the conducted studies, high fruit taste indicators (4,7-4,9 points) were observed in seven varieties and three hybrid forms. The increased content of ascorbic acid (55,9-95,2 mg/100 g) was detected in four varieties and five hybrid forms, titrated acidity (2,6-3,3 %) – in four varieties, total sugar (2,6-3,3 %) – in three varieties and two forms, soluble solids (15,1-20,2 %), – in ten varieties and two hybrid forms. Indicators of the sugar-acid index from 6,0 to 7,2 were observed in three varieties and two forms. The selected varieties and forms are of interest for use in fruit-growing, as well as initial forms in further breeding work when creating new varieties with high taste qualities of berries and an increased content of ascorbic acid. The construction of the equation of multiple regression of the dependence of taste qualities on the influence of chemical composition makes it possible to more purposefully select the initial parent varieties for hybridization.

Key words: RASPBERRY, VARIETY, HYBRID FORM, TASTE, ANALYSIS

Введение. Ягоды малины являются высоким источником активных веществ, обеспечивающих организм человека набором жизненно важных компонентов [1, 2]. В условиях дефицита витаминов и микроэлементов в рационе питания современного населения необходимо проводить углубленные исследования биохимических компонентов ягод и устанавливать их влияния на здоровье человека [3-5]. В последние годы научными исследователями ведется комплексная работа по выявлению новых высокоэффективных полезных источников, изучению разнообразных защитных эффектов плодов и ягод [6-8]. Наиболее ценными для организма человека яв-

ляются сухие вещества, сахара, органические кислоты и витамин С (аскорбиновая кислота) [9, 10]. Аскорбиновая кислота повышает работоспособность организма, имеет сильные антиоксидантные свойства [11, 12]. В процессе многолетнего изучения и отбора лучших форм малины определились конкретные народнохозяйственные требования к сортименту, а именно: высокие вкусовые и питательные качества ягод, гармоничное сочетание в них кислотности, сахаристости и ароматичности; наиболее крупный размер, правильная форма, яркая окраска, плотность соединения костянок и повышенная плотность мякоти ягод. К сожалению, до сих пор нет идеальных сортов, которые соединили бы в себе комплекс достоинств, таких как урожайность, плотность, сочность, гармоничный вкус и аромат ягод. В промышленном производстве используется ограниченное их число, в частности линейка сортов Glen (Глен Ампл, Глен Файн, Глен Ди) шотландской селекции [13-15]. Основная трудность наращивания объемов культуры – это отсутствие сортов, соответствующих климатическим условиям региона [16]. Промышленный сортимент малины, наряду с его достоинствами, не всегда отвечает всей сумме перечисленных выше требований и нуждается в серьезном улучшении. Назначение сорта определяется по сахаристости и кислотности плодов, которые являются признаками, характеризующие качество ягод. Показатель товарности ягод характеризуется их массой, размером и одномерностью [17-19]. К десертным сортам относится малина с плодами сладкого и кисло-сладкого вкуса. Для технической переработки пригодны сорта с кислыми ягодами однородного размера, с плотной, не разваривающейся мякотью. Для селекции наибольшее значение имеют вкусовые достоинства ягод [20, 21]. Для повышения товарно-потребительских свойств плодов с большим содержанием биологически активных веществ лучшие результаты дает скрещивание высококачественных сортов между собой.

Среди многообразия существующих методов оценки растений при необходимости выбора генотипа в числе сортов, для оценки степени взаимосвязи показателей и предсказания их зависимости наиболее оптимален регрессионный подход [22].

Целью исследования являлось выделение источников высоких вкусовых качеств и биохимических показателей ягод малины, определение их взаимосвязи с помощью уравнения множественной регрессии для целенаправленного селекционного процесса.

Объекты и методы исследований. Работу проводили в 2011-2020 годах на опытных участках отделения «Крымская опытная станция садоводства» ФГБУН «НБС-ННЦ». Объектами исследований были 18 сортов малины отечественной и зарубежной селекции и шесть гибридных форм. Родительскими формами сорта Гармония были Патриция и Персея. Перспективные гибриды были получены от скрещивания сортов: 6/15 – Викинайт и Феномен; 7/15 – Викинайт и Персея; 9/15 – Викинайт и Патриция; 10/15 – Лачка и Марьянушка; 14/15 – Феномен и Лачка; 28/15 – Феномен и Персея. Для всех сортов и форм производилось определение среднего веса одного плода, формы, окраски, вкуса и аромата [23]. Вкусовые качества ягод определяли органолептическим методом путем дегустационной оценки и отмечали в баллах по 5-бальной шкале: 1 – очень плохой вкус, 2 – плохой вкус или пресный, 3 – посредственный, несбалансированный по сахару и кислоте, 4 – хороший, сбалансированный по сахару и кислоте, 5 – отличный вкус, десертный.

Биохимическая оценка ягод проводилась в испытательной лаборатории биохимии ФГБУН «НБС-ННЦ» по методическим рекомендациям [23-25]. Содержание сахаров определяли по Бертрану, титруемую кислотность – титрованием 0,1 Н-раствором щелочи, аскорбиновую кислоту – йодометрическим методом, растворимые сухие вещества выявляли ре-

фрактометрическим методом, вычисляли сахарокислотный индекс отношением общего сахара к титруемой кислотности.

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью пакетов программ «Microsoft Exel 2007» и «Statistica 10». Достоверность различий средних значений оценивали при помощи F-критерия Фишера, на уровне значимости $P=0,95$ [26].

Обсуждение результатов. Одним из важных признаков малины, определяющим товарное качество, является масса ягоды (табл. 1). Крупные ягоды (3,0-3,7 г), выше контроля (2,7 г), были отмечены у сортов Викинайт, Гармония, Глен Ампл, Зюгана, Ковичан, Лачка, Марьянушка, Патриция, Персея, Феномен и форм 6/15, 9/15, 28/15. Изменчивость вариационного ряда массы ягоды была незначительной (7-8 %) у сорта Гусар, и форм 6/15, 9/15, значительной (21 % и выше) у сортов: Бальзам, Глен Ампл, Лачка, Патриция, Феномен. У остальных сортов – средней. Способностью формировать крупные ягоды (5,8-9,0 г) обладали сорта Глен Ампл, Лачка, Марьянушка, Патриция, Феномен.

Дегустационная оценка включает в себя органолептические показатели, внешний товарный вид продукции. Результаты дегустационной оценки товарных и вкусовых качеств ягод малины позволили охарактеризовать привлекательность внешнего вида сортов и форм: Викинайт; Гармония; Глен Ампл; Гусар; Зюгана; Лачка; Патриция; Феномен; 6/15; 9/15; 28/15 и вкуса плодов – Гармония; Зева; Зюгана; Лачка; Марьянушка; Новокитаевская; Персея; 6/15; 9/15; 14/15, которые имели оценку 4,7–4,9 балла, что выше значений контрольного сорта Бальзам (4,3–4,4 балла).

К показателям, определяющим качество ягод малины, относятся содержание растворимых сухих веществ, аскорбиновой кислоты, титруемая кислотность и сумма сахаров. Результаты анализов сведены в таблицу 2.

Высокое содержание аскорбиновой кислоты (55,9-95,2 мг/100 г) было отмечено у сортов и форм: Викинайт; Гармония; Зюгана; Персея; 6/15;

7/15; 9/15; 10/15; 14/15, в контроле – 38,2 мг/100 г; титруемой кислотности (2,6-3,3 %) – у сортов: Зева; Марьянушка; Новокитаевская; Одарка, в контроле – 2,2 %; общего сахара (9,1-12,1 %) – Зева; Ковичан; Новокитаевская; 7/15; 9/15, в контроле – 9,3 %; растворимых сухих веществ (15,1-20,2 %) – у сортов и форм: Викинайт; Гармония; Зева; Зюгана; Ковичан; Лачка; Марьянушка; Новокитаевская; Полка; Феномен; 7/15; 9/15; в контроле – 12,3 %; сахарокислотного индекса (6,0-7,2) – у сортов и форм: Гармония; Ковичан; Полка; 7/15; 9/15, в контроле – 4,2.

Таблица 1 – Качество ягод малины, 2011-2020 гг.

Сорт	Средняя масса ягоды, г	V*, %	Максимальная масса ягоды, г	Оценка, балл		
				вкуса	внешнего вида	общая оценка
Бальзам (к)	2,7±0,2	21	4,5	4,3±0,3	4,4±0,3	4,4
Викинайт	3,2±0,2	20	4,6	4,5±0,2	4,8±0,2	4,7
Гармония	3,5±0,1	11	4,9	4,8±0,1	4,8±0,1	4,8
Глен Ампл	3,4±0,3	27	5,8	4,5±0,2	4,8±0,2	4,7
Гусар	2,2±0,1	7	4,2	4,5±0,1	4,7±0,4	4,6
Зева	2,3±0,2	20	4,1	4,7±0,3	3,5±0,5	4,1
Зюгана	3,0±0,2	16	5,0	4,7±0,2	4,8±0,3	4,8
Крепыш	2,7±0,2	19	4,5	4,0±0,1	3,5±0,3	3,8
Ковичан	3,0±0,1	12	3,9	4,4±0,1	4,6±0,2	4,5
Лачка	3,7±0,3	24	9,0	4,8±0,2	4,8±0,2	4,8
Марьянушка	3,2±0,1	10	6,0	4,8±0,1	4,5±0,4	4,7
Новокитаевская	2,6±0,1	14	4,1	4,8±0,1	4,2±0,4	4,5
Одарка	2,9±0,2	21	4,2	4,0±0,5	4,2±0,1	4,1
Патриция	3,6±0,2	21	7,0	4,5±0,1	4,7±0,1	4,6
Полка	2,8±0,2	18	4,3	4,5±0,4	4,6±0,2	4,6
Персея	3,0±0,1	14	5,3	4,8±0,1	4,5±0,3	4,7
Сентябрьская	2,6±0,1	12	4,1	4,3±0,4	4,5±0,1	4,4
Феномен	3,7±0,3	25	7,0	4,5±0,2	4,8±0,1	4,7
6/15	3,2±0,1	8	5,2	4,7±0,2	4,8±0,1	4,7
7/15	2,5±0,1	15	4,0	4,5±0,2	4,8±0,1	4,7
9/15	2,7±0,1	9	5,5	4,9±0,1	4,7±0,1	4,8
10/15	2,5±0,1	14	4,9	4,5±0,1	4,5±0,3	4,5
14/15	3,0±0,2	20	5,0	4,7±0,2	4,3±0,2	4,5
28/15	3,0±0,1	12	4,6	4,0±0,1	4,9±0,1	4,5
НСР ₀₅	0,3		0,5			0,3

* – коэффициент вариации признака

Таблица 2 – Показатели химического состава ягод малины, 2011–2020 гг.

Сорт	Аскорбиновая кислота, мг/100 г	Титруемая кислотность, %	Общий сахар, %	Растворимые сухие вещества, %	Сахарокислотный индекс
Бальзам (к)	38,2	2,2	9,3	12,3	4,2
Викинайт	59,8	1,4	6,8	15,5	4,9
Гармония	88,1	1,4	8,5	15,1	6,1
Глен Ампл	47,6	1,7	6,0	14,5	3,5
Гусар	31,2	1,1	3,8	14,0	3,4
Зева	43,4	2,6	12,1	20,2	4,7
Зюгана	55,9	1,6	7,3	16,1	4,6
Крепыш	29,5	1,2	3,8	13,6	3,2
Ковичан	33,0	1,5	9,2	17,7	6,1
Лачка	42,6	1,6	6,5	15,3	4,1
Марьянушка	53,6	2,9	6,2	15,4	2,1
Новокитаевская	40,3	3,3	9,6	16,7	2,9
Одарка	46,2	3,1	6,2	14,9	2,0
Патриция	31,9	1,3	4,5	14,9	3,5
Полка	36,6	1,2	8,7	15,6	7,2
Персея	84,0	1,7	8,8	14,8	5,2
Сентябрьская	42,1	1,3	6,7	14,3	5,2
Феномен	31,7	1,7	7,0	16,3	4,1
6/15	56,1	1,4	5,9	14,7	4,2
7/15	78,4	1,6	9,8	16,3	6,1
9/15	95,2	1,4	9,1	16,0	6,5
10/15	69,5	1,3	6,4	15,0	4,9
14/15	74,1	1,4	5,5	13,8	3,9
28/15	27,1	1,3	2,1	13,5	1,6
X ср.	51,5±4,10	1,7±0,13	7,1±0,48	15,3±0,32	4,34±0,30
V, %	39,2	36,3	32,4	10,3	33,0

Содержание растворимых сухих веществ характеризовалось наименьшей вариабельностью (10,3 %), наибольшей (32,4-39,2 %) – содержание таких признаков, как аскорбиновая кислота, титруемая кислотность, общий сахар, а также сахарокислотный индекс.

С помощью корреляционного анализа выявлена связь вкусовых показателей и химического состава ягод у сортов и форм малины (табл. 3). Данные анализа позволили отметить отрицательные коэффициенты корреляции ($r = -0,43-0,64$) между содержанием аскорбиновой кислоты и сахарокислотным индексом; титруемой кислотностью и сахарокислотным индексом; вкусом и титруемой кислотностью.

Таблица 3 – Корреляционная связь между показателями химического состава и вкусовыми качествами ягод (n=24; n-2=0,40)

Показатель		Коэффициент корреляции (r)
Аскорбиновая кислота, мг/100 г	Сахарокислотный индекс	-0,45*
Титруемая кислотность, %	Сахарокислотный индекс	-0,43*
	Общий сахар, %	0,39
Общий сахар, %	Сахарокислотный индекс	0,62*
	Растворимые сухие вещества, %	0,66*
	Аскорбиновая кислота, мг/100 г	0,36
Вкус, балл	Аскорбиновая кислота, мг/100 г	0,39
	Растворимые сухие вещества, %	0,61*
	Титруемая кислотность, %	-0,64*
	Общий сахар, %	0,25
	Сахарокислотный индекс	0,36

Примечание: * – существенные значения r при P=0,95

Наблюдалась прямая положительная связь ($r = 0,36-0,66$) показателей общего сахара с аскорбиновой кислотой и растворимыми сухими веществами. Проявилась склонность к взаимосвязи ($r = 0,25-0,39$) вкуса ягод с содержанием аскорбиновой кислоты, общего сахара и сахарокислотного индекса; общего сахара с содержанием аскорбиновой кислоты; титруемой кислотности с содержанием общего сахара.

Таким образом, с помощью корреляционного анализа установлена величина и существенность связи вкуса с биохимическими показателями плодов малины.

Для более точного математического описания и анализа полученных данных в исследованиях был использован множественный регрессионный анализ, показывающий взаимосвязь сахарокислотного индекса (Y) со вкусом и химическим составом ягод малины ($X_1 - X_5$).

Уравнение множественной регрессии имеет следующий вид:

$$Y = 4,79 - 0,42X_1 + 0,01X_2 - 1,79X_3 + 0,57X_4 - 0,01X_5,$$

где Y – сахарокислотный индекс, X_1 – вкус плодов, X_2 – аскорбиновая кислота, X_3 – титруемая кислотность, X_4 – общий сахар, X_5 – сухие вещества.

Наибольшие коэффициенты регрессии (b) наблюдали у признаков: титруемая кислотность X_3 ($-1,79$) и сумма сахаров X_4 ($0,57$). Коэффициент множественной регрессии составил $R = 0,96$, а коэффициент множественной детерминации $R^2 = 0,93$. Изменчивость сахарокислотного индекса Y на 93 % обусловлена воздействием факторов $X_1 - X_5$.

Выводы. Таким образом, при обобщении полученных данных химического состава ягод малины, были определены сорта и формы с высокими показателями вкуса и конкретных биохимических признаков. Повышенное содержание аскорбиновой кислоты выявили у четырех сортов и пяти гибридных форм, титруемой кислотности – у четырех сортов, общего сахара – у трех сортов и двух форм, растворимых сухих веществ – у десяти сортов и двух гибридных форм. Показатели сахарокислотного индекса от 6,0 до 7,2 наблюдали у трех сортов и двух форм.

Выявлена величина и существенность связи вкуса с биохимическими показателями плодов малины – общим сахаром, аскорбиновой кислотой и растворимыми сухими веществами.

Определены регрессионные связи сахарокислотного индекса, влияющего на гармоничный вкус ягод, что позволяет более целенаправленно вести отбор исходных родительских форм для гибридизации.

Литература

1. Причко Т.Г., Смелик Т.Л., Хилько Л.А. Биохимические показатели качества ягод малины с учетом сортовых особенностей // Плодоводство и ягодоводство России. 2017. № 48(2). С. 242-247.
2. Burton-Freeman B.M., Sandhu A.K., Edirisinghe I. Red Raspberries and Their Bioactive Polyphenols: Cardiometabolic and Neuronal Health Links. // Adv Nutr. 2016. Вып. 7(1): С.44-65. doi:10.3945/an.115.009639.
3. Жбанова Е.В. Плоды малины *Rubus idaeus* L. как источник функциональных ингредиентов (обзор) // Техника и технология пищевых производств. 2018. Т. 48. № 1. С. 5-14. DOI: 10.21603/2074-9414-2018-1-5-14.
4. Добренков Е.А., Семенова Л.Г., Добренкова Е.Л. Биохимическая и технологическая оценка ягод малины из коллекции МОС ВИР // Плодоводство и виноградарство Юга России [Электронный ресурс]. 2019. № 60 (6). С.102-113. URL: <https://journalkubansad.ru/pdf/19/06/11.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2019-6-60-102-113 (дата обращения: 21.06.2022)
5. Lipincka L., Klewicka E., Sójka M. Structure occurrence and biological activity of elagitannins: a general review // Acta Sci. Pol., Technol. Aliment. 2014. Вып. 13 (3). С. 289-299.

6. Beattie J., Crozier A., Duty G.G. Potential health benefits of berries // *Current Nutrition & Food Science*. 2005. Вып. 1. С. 71-86, ISSN 1573-4013.
7. Жбанова Е.В. Биохимическая характеристика плодов генколлекции сортов малины в условиях ЦЧР (Мичуринск) // *Биология растений и садоводство: теория, инновации*. 2017. №144-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biohimicheskaya-harakteristika-plodov-genkollektzii-sortov-maliny-v-usloviyah-tschr-michurinsk> (дата обращения: 21.06.2022).
8. Beekwilder J., Jonker H., Meesters P., Hall R.D. Antioxidants in raspberry: on-line analysis links antioxidant activity to a diversity of individual metabolites // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2005. Вып.53, С. 3313-3320, ISSN 0021-8561.
9. Акимов М.Ю., Макаров В.Н., Жбанова Е.В. Роль плодов и ягод в обеспечении человека жизненно важными биологически активными веществами // *Достижения науки и техники АПК*. 2019. №2. С. 56-60. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-plodov-i-yagod-v-obespechenii-cheloveka-zhiznenno-vazhnymi-biologicheskimi-aktivnymi-veschestvami>.
10. Евдокименко С.Н., Бохан И.А., Никулин А.Ф. Оценка сортов ремонтантной малины по биохимическим показателям ягод // *Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии*. 2008. С. 24-25.
11. Кильдиярова Р.Р., Джураева Ф.К. Биохимическая оценка ягод малины в условиях Оренбургской области // *Оптимизация технологического-экономических параметров структуры агроценозов и регламентов возделывания плодовых культур и винограда*. Т.1. Тематический сборник материалов: Международная научно-практическая конференция. Краснодар, 2008. С. 232-236.
12. Schulz M., Chim J.F. Nutritional and bioactive value of Rubus berries // *Food Bioscience*. 2019. Вып.31:100438. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2019.100438>
13. Tokusog'lu Ö., Hall III C. Fruit and Cereal Bioactives: Sources, Chemistry, and Applications // CRC Press, 2011. 473 с.
14. Veljković B., Šoštarić I., Dajić-Stevanović Z. Genetic structure of wild raspberry populations in the Central Balkans depends on their location and on their relationship to commercial cultivars // *Scientia Horticulturae*. 2019. 256:108606. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108606>
15. Huynh N.K., Wilson M.D., Eyles A. Recent advances in postharvest technologies to extend the shelf life of blueberries (*Vaccinium* sp.), raspberries (*Rubus idaeus* L.) and blackberries (*Rubus* sp.) // *Journal of Berry Research*. 2019. Вып. 9(4). С. 687-707. DOI: <https://doi.org/10.3233/JBR-190421>
16. Подорожный В.Н. Создание сортов малины для выращивания на юге России // *Субтропическое и декоративное садоводство*. 2019. №. 68. С. 99-105.
17. Haffner K., Hans J., Rosenfeld H.J. Quality of red raspberry *Rubus idaeus* L. cultivars after storage in controlled and normal atmospheres // *Postharvest Biology and Technology*. 2002. Вып. 24. С. 279-289, ISSN 0925-5214.
18. Anttonen M. J., Karjalainen R.O. Environmental and genetic variation of phenolic compounds in red raspberry // *Journal of Food Composition and Analysis*. 2005. Вып. 8. С. 759-769.
19. Подорожный В.Н., Пиянина Н.А. Совершенствование сортимента ремонтантной малины для Северо-Кавказского региона РФ на основе использования биологического потенциала коллекций ВИР // *Биотехнология и селекция растений*. 2021. Т. 4. № 1. С. 13-24. DOI 10.30901/2658-6266-2021-1-02. – EDN EENHYZ.
20. Евдокименко С.Н., Подгаецкий М.А. Состояние сортимента малины в России и проблемы его улучшения // *Плодоводство и ягодоводство России*. 2019. Т. 59. С. 294-300.
21. Butenko A.I., Akimov M.Yu., Zhdanova E.V. Investigation of interrelations in chemical substances content of different fruit varieties // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Michurinsk, 12 апреля 2021 г.) Michurinsk*, 2021. С. 012073. DOI 10.1088/1755-1315/845/1/012073. – EDN UBQCQF.

22. Чашкова А.Ф., Степочкин П.И., Алейников А.Ф. Сравнение статистических методов оценки стабильности урожайности озимой пшеницы // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2020. Т. 24. № 3. С. 267-275.
23. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под ред. Е. Н. Седова. Орел, 1999. 606 с.
24. Методы биохимического исследования растений. 3-е изд., перераб. и доп. / А.И. Ермаков [и др.]. Л.: Агропромиздат, 1987. 430 с.
25. Кривенцов В.И. Методические рекомендации по анализу плодов на биохимический состав / В.И. Кривенцов. Ялта, 1982. 23 с.
26. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

References

1. Prichko T.G., Smelik T.L., Hil'ko L.A. Biohimicheskie pokazateli kachestva yagod maliny s uchetom sortovyh osobennostej // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. 2017. № 48(2). S. 242-247.
2. Burton-Freeman B.M., Sandhu A.K., Edirisinghe I. Red Raspberries and Their Bioactive Polyphenols: Cardiometabolic and Neuronal Health Links. // Adv Nutr. 2016. Vyp. 7(1): S.44-65. doi:10.3945/an.115.009639.
3. Zhbanova E.V. Plody maliny Rubus idaeus L. kak istochnik funkcional'nyh ingredientov (obzor) // Tekhnika i tekhnologiya pishchevyh proizvodstv. 2018. T. 48. № 1. S. 5-14. DOI: 10.21603/2074-9414-2018-1-5-14.
4. Dobrenkov E.A., Semenova L.G., Dobrenkova E.L. Biohimicheskaya i tekhnologicheskaya ocenka yagod maliny iz kollekcii MOS VIR // Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii [Elektronnyj resurs]. 2019. № 60 (6). S.102-113. URL: <https://journalkubansad.ru/pdf/19/06/11.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2019-6-60-102-113 (data obrashcheniya: 21.06.2022)
5. Lipincka L., Klewicka E, Sójka M. Structure occurrence and biological activity of ellagitannins: a general review // Acta Sci. Pol., Technol. Aliment. 2014. Vyp. 13 (3). S. 289-299.
6. Beattie J., Crozier A., Duty G.G. Potential health benefits of berries // Current Nutrition & Food Science. 2005. Vyp. 1. S. 71-86, ISSN 1573-4013.
7. Zhbanova E.V. Biohimicheskaya harakteristika plodov genkollekcii sortov maliny v usloviyah CChR (Michurinsk) // Biologiya rastenij i sadovodstvo: teoriya, innovacii. 2017. №144-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biohimicheskaya-harakteristika-plodov-genkollektsii-sortov-maliny-v-usloviyah-tschr-michurinsk> (data obra-shcheniya: 21.06.2022).
8. Beekwilder J., Jonker H., Meesters P., Hall R.D. Antioxidants in raspberry: online analysis links antioxidant activity to a diversity of individual metabolites // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2005. Vyp.53, S. 3313-3320, ISSN 0021-8561.
9. Akimov M.Yu., Makarov V.N., Zhbanova E.V. Rol' plodov i yagod v obespechenii cheloveka zhiznenno vazhnymi biologicheski aktivnymi veshchestvami // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2019. №2. S. 56-60. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-plodov-i-yagod-v-obespechenii-cheloveka-zhiznenno-vazhnymi-biologicheski-aktivnymi-veschestvami>.
10. Evdokimenko S.N., Bohan I.A., Nikulin A.F. Ocenka sortov remontantnoj maliny po biohimicheskim pokazatelyam yagod // Vestnik Bryanskoj gosudarstvennoj sel'sko-hozyajstvennoj akademii. 2008. S. 24-25.
11. Kil'diyarova P.P., Dzhuraeva F.K. Biohimicheskaya ocenka yagod maliny v usloviyah Orenburgskoj oblasti // Optimizaciya tekhnologo-ekonomicheskikh parametrov struktury agrocenozov i reglamentov vzdelyvaniya plodovyh kul'tur i vinograda.
- T.1. Tematicheskij sbornik materialov: Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya. Krasnodar, 2008. S. 232-236.

12. Schulz M., Chim J.F. Nutritional and bioactive value of Rubus berries // Food Bioscience. 2019. Vyp.31:100438. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2019.100438>
13. Tokusoglu Ö., Hall III C. Fruit and Cereal Bioactives: Sources, Chemistry, and Applications // CRC Press. 2011. 473 s.
14. Veljković B., Šoštarić I., Dajić-Stevanović Z. Genetic structure of wild raspberry populations in the Central Balkans depends on their location and on their relationship to commercial cultivars // Scientia Horticulturae. 2019. 256:108606. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108606>
15. Huynh N.K., Wilson M.D., Eyles A. Recent advances in postharvest technologies to extend the shelf life of blueberries (*Vaccinium* sp.), raspberries (*Rubus idaeus* L.) and blackberries (*Rubus* sp.) // Journal of Berry Research. 2019. Vyp. 9(4). S. 687-707. DOI: <https://doi.org/10.3233/JBR-190421>
16. Podorozhnyj V.N. Sozdanie sortov maliny dlya vyrashchivaniya na yuge Rossii // Subtropicheskoe i dekorativnoe sadovodstvo. 2019. №. 68. S. 99-105.
17. Haffner K., Hans J., Rosenfeld H.J. Quality of red raspberry *Rubus idaeus* L. cultivars after storage in controlled and normal atmospheres // Postharvest Biology and Technology. 2002. Vyp. 24. S. 279-289, ISSN 0925-5214.
18. Anttonen M. J., Karjalainen R.O. Environmental and genetic variation of phenolic compounds in red raspberry // Journal of Food Composition and Analysis. 2005. Vyp. 8. S. 759-769.
19. Podorozhnyj V.N., Piyagina N.A. Sovershenstvovanie sortimenta remon-tantnoj maliny dlya Severo-Kavkazskogo regiona RF na osnove ispol'zovaniya biolo-gicheskogo potenciala kollekciy VIR // Biotekhnologiya i selekciya rastenij. 2021. T. 4. № 1. S. 13-24. DOI 10.30901/2658-6266-2021-1-o2. – EDN EEHHYZ.
20. Evdokimenko S.N., Podgaeckij M.A. Sostoyanie sortimenta maliny v Ros-sii i problemy ego uluchsheniya // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. 2019. T. 59. S. 294-300.
21. Butenko A.I., Akimov M.Yu., Zhbanova E.V. Investigation of interrelations in chemical substances content of different fruit varieties // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Michurinsk, 12 aprelya 2021 g.) Michurinsk, 2021. S. 012073. DOI 10.1088/1755-1315/845/1/012073. – EDN UBQCQF.
22. Chashkova A.F., Stepochkin P.I., Alejnikov A.F. Sravnenie statisticheskikh metodov ocenki stabil'nosti urozhajnosti ozimoy pshenicy // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2020. T. 24. № 3. S. 267-275.
23. Programma i metodika sortoizucheniya plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur / Pod red. E. N. Sedova. Orel, 1999. 606 s.
24. Metody biohimicheskogo issledovaniya rastenij. 3-e izd., pererab. i dop. / A.I. Ermakov [i dr.]. L.: Agropromizdat, 1987. 430 s.
25. Krivencov V.I. Metodicheskie rekomendacii po analizu plodov na biohimicheskij sostav / V.I. Krivencov. Yalta, 1982. 23 s.
26. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.