

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЛОДОВ МАЛИНЫ И ЯБЛОНИ В УСЛОВИЯХ КРЫМА

З.И. Арифова, н. с., arifova.zera.sanie@mail.ru

Э.С. Халилов, м.н.с., аспирант

А.В. Смыков, д.с.-х.н.

М.К. Усков, инженер-исследователь, аспирант

Э.Ф. Челебиев, н.с.

ФГБУН «ОТКЗ Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН» 298648, Российская Федерация, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никиты, спуск Никитский, 52, priemnaya.nbs-nnc@yandex.ru

Аннотация

Приведены результаты изучения показателей химического состава плодов 10 сортов и гибридных форм малины среднего срока созревания и 10 сортов и форм яблони коллекции Никитского ботанического сада в условиях Крыма. Исследования проводили в 2016...2020 годах в соответствии с основными положениями Программы и методики сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур, методами кластерного, факторного и корреляционного анализа. Все исследуемые сорта и формы малины выделялись достаточным накоплением растворимых сухих веществ (14,5...16,3%), у контроля (Бальзам) – 10,5%. Высокая титруемая кислотность (1,7%) отмечена у сортов Glen Amprl, Персея, Феномен, у контроля – 2,2%; аскорбиновая кислота в пределах от 56,1 до 95,2 мг/100 г – Гармония, Персея, Фантазия, 6/15, 7/15, 9/15, у контроля – 38,2 мг/100 г; сумма сахаров (8,5...9,8%) – Гармония, Персея, 7/15, 9/15, у контроля – 9,3%. Значения сахарокислотного индекса на уровне 6,0...6,4 были у сорта Гармония и у форм 7/15, 9/15, в контроле – 4,2. Было отмечено высокое накопление растворимых сухих веществ (14,4...17,5%) у всех образцов яблони, у контрольного сорта Таврия – 13,5%; титруемой кислотности (0,6...1,1%) у форм 2-6-13-80, 69-2-08, КВ-8, в контроле – 0,4%; аскорбиновой кислоты (11,1...11,2 мг/100 г) у образцов 4-17-ю и 10-72-78, что выше контроля (10,7 мг/100 г). Сумма сахаров варьировала в пределах 9,9...14,0%. Высокие показатели были у перспективных форм 2-6-13-80 и 1-8-ю (13,1...14,0%). Выявлена наиболее существенная корреляция ($r = 0,63...0,91$) сахарокислотного индекса с такими биохимическими показателями сортов малины, как содержание аскорбиновой кислоты, общего сахара и вкусовыми качествами. Определена существенная корреляция между содержанием сухих веществ и суммой сахаров ($r = 0,73$), а также – сахарокислотным индексом и дегустационной оценкой плодов яблони (0,63). Выделены перспективные сорта и гибридные формы – источники высокого содержания биологически активных веществ в плодах, что позволяет вести успешную селекционную работу на качество и повышенную витаминность: малины – Гармония, Персея, Фантазия, 7/15 и 9/15; яблони – 1-8-ю, 4-17-ю, 10-72-78, 69-2-08, КВ-8.

Ключевые слова: сорта малины, яблоня, гибридная форма, вкус, аскорбиновая кислота, растворимые сухие вещества, сахара, титруемая кислотность

COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF RASPBERRIES AND APPLES IN THE CRIMEA

Z.I. Arifova, research assistant, arifova.zera.sanie@mail.ru

E.S. Khalilov, junior researcher, postgraduate student

A.V. Smykov, doc. agr. sci.

M.K. Uskov, research engineer, postgraduate student

E.F. Chelebiev, research assistant

Nikita Botanical Gardens - National Scientific Center, 298648, Russia, Republik of the Crimea, Yalta, vil. Nikita, 52, Nikitsky spusk, priemnaya.nbs-nnc@yandex.ru

Abstract

The results of studying the indicators of the chemical composition of fruits of 10 cultivars and hybrids of raspberries of medium dares of maturity and 10 apple cultivars and forms of the collection of the Nikitsky Botanical Garden in the Crimea are presented. The research was carried out in 2016—2020 in accordance with the main clauses of the Program and methods of variety study of fruit, berry and nut crops, methods of cluster, factor and correlation analysis. All the studied cultivars and forms of raspberries were distinguished by a sufficient accumulation of soluble solids (14.5—16.3%) while in the control variety (Balsam) – 10.5%. High titrated acidity (1.7%) was noted in the cultivars Glen Ampl, Persea and Phenomen, when in the control variety it was 2.2%; ascorbic acid content was in the range from 56.1 to 95.2 mg/100 g in Harmony, Persea, Fantasy, 6/15, 7/15 and 9/15, in the control – 38.2 mg/100 g; the sum of sugars (8.5—9.8%) was in Harmony, Persea, 7/15 and 9/15, control – 9.3%. The values of the sugar–acid index at the level of 6.0—6.4 were in Harmony and in the forms 7/15 and 9/15, in the control – 4.2. There was a high accumulation of soluble solids (14.4—17.5%) in all apple samples, in the control Tavria – 13.5%; titrated acidity (0.6—1.1%) in forms 2-6-13-80, 69-2-08 and KV-8, in the control – 0.4%; ascorbic acid (11.1—11.2 mg/100 g) in samples 4-17-yu and 10-72-78, which is higher than in the control (10.7 mg/100 g). The amount of sugars varied in the range of 9.9—14.0%. Promising forms 2-6-13-80 and 1-8-yu had high rates (13.1—14.0%). The most significant correlation ($r = 0.63—0.91$) of the sugar–acid index with such biochemical indicators of raspberry cultivars as the content of ascorbic acid, total sugar and taste qualities was revealed. A significant correlation was determined between the dry matter content and the sum of sugars ($r = 0.73$), as well as the sugar–acid index and the tasting evaluation of apple fruits (0.63). Promising cultivars and hybrid forms were identified as sources of high content of biologically active substances in fruits, which allowed successful breeding for quality and increased vitamin content in raspberries – Harmony, Persea, Fantasy, 7/15 and 9/15; in apples – 1-8-yu, 4-17-yu, 10-72-78, 69-2-08 and KV-8.

Key words: raspberry varieties, apple tree, hybrid form, taste, ascorbic acid, soluble dry substances, sugars, titrated acidity

Введение

Увеличение темпов роста производства, ритма жизни и особенности питания человека вызвали серьезную проблему, называемую «болезнью цивилизации». Стали хроническими

нервно-эмоциональные перегрузки, существенно изменилось питание. Оно стало нерациональным, включая в себя много рафинированных и искусственных продуктов, приводя к дефициту витаминов и минералов. Витамины необходимы для протекания любых биологических процессов, стимулируя при этом каждую функцию организма. Источником биологически активных веществ являются главным образом ягоды и фрукты. Они обладают широким диапазоном лечебных свойств, действуют на обмен веществ, повышая иммунитет и естественные защитные силы организма.

Минимальная общая потребность человека в плодах и ягодах по медицинским обоснованным нормам составляет 90...100 кг в год, из которых на долю яблок приходится 35%, земляники и малины – по 4...5% (Сорокопудов и др., 2017; Зубкова и др., 2020; Klein et al., 2021). По оценкам специалистов среднее потребление плодово-ягодной продукции в стране составляет 15...20 кг в год. Одним из эффективных способов покрытия дефицита многих витаминов и минеральных веществ и ценнейшим продуктом питания являются ягоды малины (Казаков, 2009; Причко и др., 2012). Они содержат аскорбиновую кислоту в среднем от 38 до 88 мг/100 г, растворимые сухие вещества 12...16% и сахара 5...10%. Содержание витамина С в ягодах малины находится в зависимости от особенностей периода созревания и сорта.

Плоды яблони являются популярными фруктами, пользуются большим спросом у потребителей и характеризуются высокими товарными, вкусовыми и диетическими качествами. Они пригодны для потребления в свежем виде и различных видов переработки. Плоды имеют лечебно-профилактическую ценность, которая обусловлена богатым химическим составом (содержание витамина С – 15...20 мг/100 г; витамина Р – 250 мг/100 г, сахаров 8,6...9,4%; сухих веществ 15...18%) (Persic et al., 2017; Klein et al., 2020; Плугатарь Ю.В. и др., 2019; Liu et al., 2021). Поэтому, среди множества качественных показателей оценки сорта особую роль играет биохимический состав плодов. Он обусловлен спецификой сорта, генотипическими особенностями, агроклиматическими условиями произрастания и уровнем агротехники.

Селекция на улучшение химического состава плодов культур яблони и малины получила развитие в работах Седова Е.Н., Седовой З.А., Савельевой Н.Н., Ульяновской Е.В., Казакова И.В., Жбановой Е.В. и других (Казаков, 2009; Жбанова, Ознобкина, 2013; Седов и др., 2019; Земисов и др., 2020; Luk'yanchuk et al., 2021).

Целью наших исследований являлось выделение сортов и форм малины и яблони с оптимальным содержанием биологически активных веществ, максимально характеризующих их пищевую ценность и вкусовые качества в условиях Крыма для использования в производстве и селекционных программах.

Материалы и методы

Исследования проводились в 2016...2020 годах на опытных участках отделения «Крымская опытная станция садоводства» ФГБУН «НБС-ННЦ». Участок находится на границе двух климатических районов: Нижнего предгорного и Центрального степного. Почва на участке сортоиспытания аллювиальная, луговая, карбонатная, среднесуглинистая на речных суглинках. Полив – капельное орошение. Климат в зоне проведения опыта умеренно континентальный (Агроклиматический справочник, 1959). Агротехнические условия общепринятые.

Объектами изучения были 10 сортов и форм малины интродуцированных и собственной селекции и 10 – яблони коллекции Никитского ботанического сада. Родительскими формами перспективного сорта малины Гармония являлись Патриция и Персея, гибрида 6/15 – Wikinight и Феномен; 7/15 – Wikinight и Персея; 9/15 – Wikinight и Патриция

(Arifova et al., 2021, Халилов и др., 2021).

Исследование химического состава ягод и плодов включало определение растворимых сухих веществ; титруемой кислотности; аскорбиновой кислоты, сахаров. Оценку вкуса проводили органолептическим методом в баллах по 5-бальной шкале.

Химические анализы проводили в испытательной лаборатории биохимии ФГБУН «НБС-ННЦ» в соответствии с основными положениями Программы и методики сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур (Мичуринск, 1973; Ермаков, 1987). Аскорбиновую кислоту определяли йодометрическим методом, сахара – по методу Бертрана, растворимые сухие вещества выявляли рефрактометрическим методом, титруемую кислотность – титрованием 0,1 Н-раствором NaOH. Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью программы «Statistica 10».

Результаты и их обсуждение

Вкусовые качества ягод малины определяются их химическим составом (таблица 1). Высокие показатели вкуса (4,7...4,9 балла) наблюдали у следующих сортов и форм: Гармония; Персея; 6/15; 9/15, у контрольного сорта Бальзам (4,3 балла).

Таблица 1 – Показатели химического состава и вкуса ягод малины среднего срока созревания, 2016...2020 г. (среднее \pm max)

Сорт, гибридная форма	Вкус, балл	Аскорбиновая кислота, мг/100 г	Титруемая кислотность, %	Сумма сахаров, %	Растворимые сухие вещества, %	Сахарокислотный индекс
Бальзам (к.)	4,3 \pm 0,03	38,2 \pm 1,02	2,2 \pm 0,07	9,3 \pm 0,08	12,3 \pm 0,10	4,2 \pm 0,10
Гармония	4,8 \pm 0,07	88,1 \pm 0,01	1,4 \pm 0,01	8,5 \pm 0,10	15,1 \pm 0,05	6,0 \pm 0,01
Glen Ampl	4,5 \pm 0,08	47,6 \pm 2,20	1,7 \pm 0,03	6,0 \pm 0,05	14,5 \pm 0,03	3,6 \pm 0,02
Wikinight	4,5 \pm 0,03	59,8 \pm 0,80	1,4 \pm 0,04	6,8 \pm 0,12	15,5 \pm 0,10	5,0 \pm 0,04
Патриция	4,5 \pm 0,10	31,9 \pm 1,12	1,3 \pm 0,10	4,5 \pm 0,18	14,9 \pm 0,08	3,4 \pm 0,12
Персея	4,8 \pm 0,07	84,0 \pm 0,01	1,7 \pm 0,02	8,8 \pm 0,12	14,8 \pm 0,06	5,2 \pm 0,05
Феномен	4,5 \pm 0,10	31,7 \pm 1,01	1,7 \pm 0,04	7,0 \pm 0,09	16,3 \pm 0,10	4,1 \pm 0,02
6/15	4,7 \pm 0,10	56,1 \pm 0,06	1,4 \pm 0,10	5,9 \pm 0,11	14,7 \pm 0,05	4,2 \pm 0,01
7/15	4,5 \pm 0,04	78,4 \pm 0,03	1,6 \pm 0,02	9,8 \pm 0,01	16,3 \pm 0,04	6,0 \pm 0,01
9/15	4,9 \pm 0,07	95,2 \pm 0,02	1,4 \pm 0,04	9,1 \pm 0,01	16,0 \pm 0,08	6,4 \pm 0,01
V, %	6,1	33,0	17,3	24,4	8,3	23,0
НСР ₀₅	0,3	15,5	0,2	1,2	1,2	0,7

Высокое содержание аскорбиновой кислоты (56,1...95,2 мг/100 г) было отмечено у сортов и форм: Гармония; Персея; Фантазия; 6/15; 7/15; 9/15, в контроле – 38,2 мг/100 г; титруемой кислотности (1,7%) – у сортов: Glen Ampl; Персея; Феномен, в контроле – 2,2%; общего сахара (8,5...9,8%) – Гармония; Персея; 7/15; 9/15, в контроле – 9,3%; растворимых сухих веществ (14,5...16,3%) – у всех сортов и форм, в контроле – 10,5%; сахарокислотного индекса (6,0...6,4) – у сортов и форм: Гармония; 7/15; 9/15, в контроле – 4,2.

Наименьшей вариабельностью (6,1...8,3%) характеризовались такие признаки, как вкус плодов и содержание растворимых сухих веществ, а наибольшей – содержание титруемой кислотности (17,3...33,0%), общего сахара, аскорбиновой кислоты, сахарокислотный индекс.

Данные в таблице 1 были использованы как матрица для определения сортовых различий по комплексу химических показателей и вкуса ягод методом кластерного анализа.

Этим методом выявлена степень сходства между исследуемыми сортами и контрольным сортом на основе эвклидова расстояния. Все сорта объединены в дерево классификации, которое отражено в дендрограмме (рисунок 1).

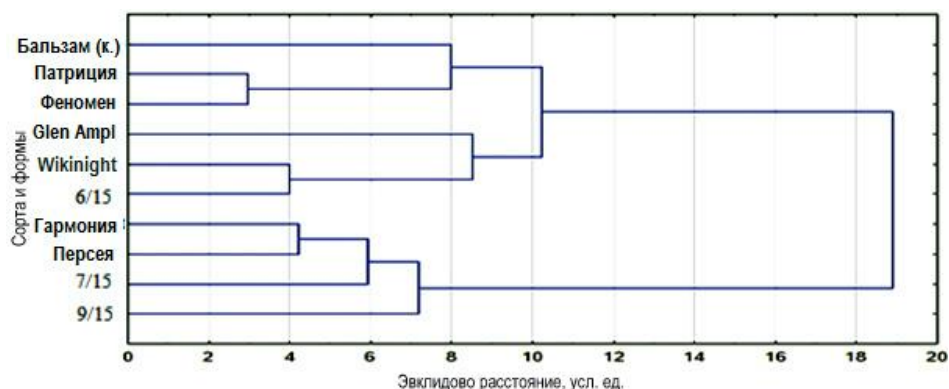


Рисунок 1– Распределение сортов и форм малины по химическому составу и вкусу плодов

По схожести проявления признаков и их величине сорта и формы малины были объединены в три кластера:

1. Бальзам, Патриция, Феномен;
2. Glen Ampl, Викинайт, 6/15;
3. Гармония, Персея, 7/15, 9/15.

Наиболее близкими к контрольному сорту Бальзам (8,0 ед. эвклидова расстояния) по комплексу признаков выделены сорт Glen Ampl (8,5 ед.) и форма 9/15 (7,2 ед.). Эвклидово расстояние показало, что от контроля значительно отличались: Патриция, Феномен (3 ед.); Викинайт, форма 6/15 (4 ед.); Гармония, Персея (4,1 ед.); 7/15 (5,9 ед.), у которых наблюдали высокое содержание аскорбиновой кислоты в плодах, растворимых сухих веществ и высокий сахарокислотный индекс.

Для определения наиболее важных параметров, влияющих на группировку сортов в кластеры, был применен факторный анализ с использованием метода главных компонент, а для минимизации числа переменных с высокой факторной нагрузкой – метод вращения факторов Varimax. После его применения исследуемые показатели трансформировались до двух факторов с нагрузками более 0,70 (таблица 2).

Таблица 2 – Факторный анализ элементов химического анализа и вкуса плодов малины (n = 10)

Переменные	Факторные нагрузки > 0,70	
	Фактор 1	Фактор 2
Вкус плода, балл	-0,83	0,23
Аскорбиновая кислота, мг/100 г	-0,95	-0,19
Титруемая кислотность, %	0,47	-0,84
Сумма сахаров, %	-0,55	-0,82
Растворимые сухие вещества, %	-0,59	0,52
Сахарокислотный индекс	-0,93	-0,29
Общая дисперсия	3,33	1,82
Доля от общей дисперсии	0,55	0,30

Примечание – полужирным выделены существенные значения r при $P = 0,95$

Первый фактор включал следующие значимые признаки: вкус плода, содержание аскорбиновой кислоты, сахарокислотный индекс (факторный вес составил $-0,83$, $-0,93$ и $-0,95$); второй фактор – титруемую кислотность ($-0,84$), сумма сахаров ($-0,82$). Доля влияния первого фактора в общей дисперсии составляла 55%, второго фактора – 30%.

Определение корреляционной взаимосвязи вкусовых качеств и химического состава

плодов у сортов и форм малины показало, что высокие коэффициенты корреляции ($r = 0,63...0,91$) наблюдали между содержанием аскорбиновой кислоты и содержанием общего сахара, а также сахарокислотным индексом; содержанием общего сахара и сахарокислотным индексом; вкуса и содержанием аскорбиновой кислоты. Проявилась тенденция к взаимосвязи ($r = 0,44...0,61$) титруемой кислотности с содержанием общего сахара; вкуса ягод и сахарокислотным индексом (таблица 3).

Таблица 3 – Корреляционная взаимосвязь вкусовых качеств и химического состава плодов у сортов и форм малины, ($n = 10$; $n - 2 = 0,632$)

	Показатель	Коэффициент корреляции (r)
Аскорбиновая кислота, мг/100 г	Сахарокислотный индекс	0,91
	Растворимые сухие вещества, %	0,35
	Сумма сахаров, %	0,63
Титруемая кислотность, %	Сумма сахаров, %	0,44
	Растворимые сухие вещества, %	-0,63
Сумма сахаров, %	Сахарокислотный индекс	0,77
	Аскорбиновая кислота, мг/100 г	0,79
Вкус, балл	Титруемая кислотность, %	-0,55
	Растворимые сухие вещества, %	0,40
	Сахарокислотный индекс	0,63

Примечание – полужирным выделены существенные значения r при $P = 0,95$

Изучение биохимических показателей сортов и форм яблони коллекции Никитского ботанического сада включало: растворимые сухие вещества; сумму сахаров; титруемую кислотность; аскорбиновую кислоту; сахарокислотный индекс; вкусовые качества плодов (таблица 4).

Таблица 4 – Показатели химического состава и вкуса плодов яблони, 2008...2021 гг.

Сорт, гибридная форма	Растворимые сухие вещества, %	Сумма сахаров, %	Титруемая кислотность, %	Аскорбиновая кислота, мг/100 г	Сахарокислотный индекс	Вкус, балл
Таврия (к.)	13,5±0,03	10,3±0,12	0,4±0,03	10,7±0,0	25,7±0,08	4,4±0,09
Белоснежка	15,3±0,14	12,1±0,18	0,6±0,08	3,5±0,09	20,1±0,08	4,3±0,14
1-8-ю	17,5±0,10	14,0±0,20	0,6±0,08	6,6±0,08	23,3±0,10	4,6±0,08
1-110-78	15,9±0,02	12,5±0,10	0,8±0,04	9,7±0,06	15,6±0,07	4,4±0,12
2-2-65-80	15,7±0,06	10,2±0,16	0,4±0,12	5,9±0,02	25,5±0,06	4,3±0,14
2-6-13-80	16,5±0,10	13,1±0,18	1,1±0,18	9,5±0,10	11,9±0,12	4,3±0,14
4-17-ю	17,5±0,10	12,1±0,18	0,7±0,06	11,1±0,18	17,3±0,10	4,5±0,10
10-72-78	14,8±0,04	9,9±0,02	0,4±0,12	11,2±0,16	24,7±0,12	5,0±0,10
69-2-08	17,1±0,18	11,6±0,08	0,8±0,04	4,4±0,12	14,5±0,10	4,4±0,12
КВ-8	14,4±0,12	10,3±0,14	0,9±0,02	3,9±0,02	11,4±0,04	4±0,10
V, %	7,12	11,89	32,73	42,41	29,49	6,17
НСР ₀₅	0,9	0,9	0,2	2,18	3,9	0,2

Примечание – полужирным выделены колонновидные яблони

Анализ данных таблицы 4 показал сортовые различия. Так, у контрольного сорта Таврия в плодах выявлено 13,5 % растворимых сухих веществ. Все исследуемые образцы по данному признаку превзошли контроль. Максимальное содержание растворимых сухих веществ отмечено у образцов 4-17-ю и 1-8-ю – 17,5 %. Сумма сахаров варьировала в

пределах 9,9...14,0 %. Достоверно превзошли контроль (10,3 %) шесть образцов. Высокие показатели были у перспективных гибридных форм 2-6-13-80 и 1-8-ю (13,1...14,0 %).

Выявлены образцы с высоким накоплением титруемой кислотности в плодах: 2-6-13-80, 69-2-08, KB-8, что выше значения контроля в 2,0...2,7 раз. Содержание аскорбиновой кислоты выше контроля (10,7 мг/100 г) отмечены образцы 4-17-ю и 10-72-78 (11,1...11,2 мг/100 г). Высокие показатели вкуса и привлекательности внешнего вида плодов являются наиболее ценными признаками, которые обуславливают популярность сорта у потребителя (Зубкова и др., 2020). В результате дегустационной оценки определены формы 1-8-ю и 10-72-78 с высокими показателями вкуса (4,6...5,0 балла), у контроля – 4,4 балла. Значения сахарокислотного индекса варьировали в пределах от 11,4 до 25,7. Высокие показатели отмечены у образцов Таврия, Белоснежка, 1-8-ю, 2-2-65-80, 10-72-78.

Данные в таблице 4 были использованы как матрица для определения сортовых различий по комплексу химических показателей и вкуса плодов методом кластерного анализа. Выявлена степень сходства между исследуемыми сортами и контрольным сортом на основе эвклидова расстояния. Все сорта объединены в дерево классификации, которое отражено в дендрограмме (рисунок 2).

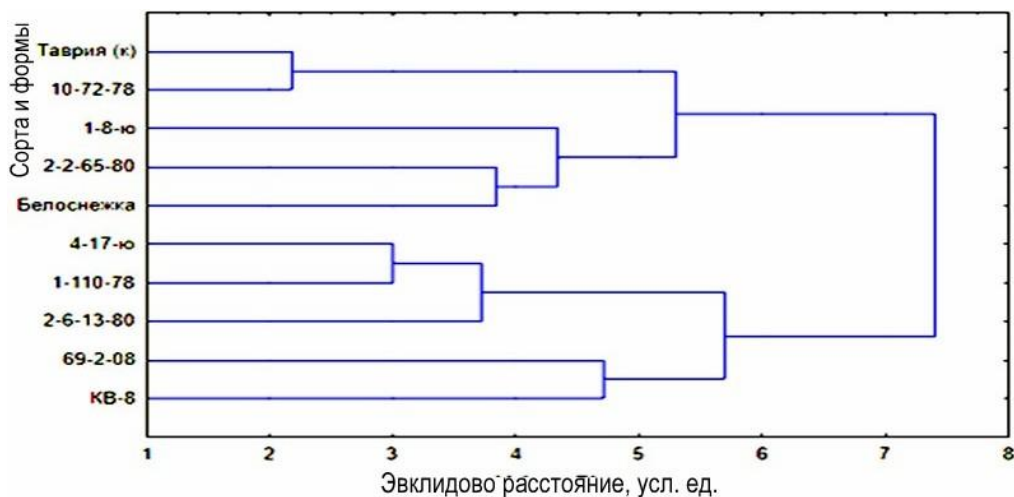


Рисунок 2 – Распределение сортов и форм яблони по химическому составу и вкусу плодов

По комплексу признаков наиболее близкими к контрольному сорту Таврия (2,2 ед. эвклидова расстояния) был выделен гибрид 10-72-78, в кластер с контрольным сортом (эвклидово расстояние до 4,4) объединились: 10-72-78, 1-8-ю, 2-2-65-80 и Белоснежка. Во второй кластер (7,4 ед.) выделились гибриды: 4-17-ю, 1-110-78, 2-6-13-80, 69-2-08, KB-8.

Для определения наиболее важных параметров, влияющих на группировку сортов в кластеры, был применен факторный анализ с использованием метода главных компонент, а для минимизации числа переменных с высокой факторной нагрузкой – метод вращения факторов Varimax. После его применения исследуемые показатели трансформировались до двух факторов с нагрузками более 0,7 (таблица 5).

Первый фактор включал следующие значимые признаки: титруемую кислотность, сахарокислотный индекс, дегустационную оценку (факторный вес составил –0,71, –0,92 и 0,94); второй фактор – содержание растворимых сухих веществ (–0,85) и сумму сахаров (–0,80). Доля влияния первого фактора в общей дисперсии составляла 41%, второго фактора – 26%.

Таблица 5 – Факторный анализ элементов химического анализа и вкуса плодов яблони (n = 13)

Переменные	Факторные нагрузки > 0,70	
	Фактор 1	Фактор 2
Растворимые сухие вещества, %	0,34	-0,85
Сумма сахаров, %	0,42	-0,80
Титруемая кислотность, %	0,94	-0,04
Аскорбиновая кислота, мг/100 г	-0,49	-0,34
Сахарокислотный индекс	-0,92	-0,13
Вкус плода, балл	-0,71	-0,41
Общая дисперсия	2,86	1,79
Доля от общей дисперсии	0,41	0,26

Примечание – полужирным выделены существенные значения при $P = 0,95$

В результате проведенного корреляционного анализа определена достоверная положительная зависимость между уровнем растворимых сухих веществ и суммой накопленных сахаров в плодах – 0,73 (таблица 6). Прослеживается положительная тенденция с титруемой кислотностью (0,30) и дегустационной оценкой (0,14). Отмечена достоверная отрицательная корреляция между уровнем титруемых кислот с дегустационной оценкой плодов (-0,57). Подтверждена высокая степень корреляции сахарокислотного индекса с дегустационной оценкой плодов 0,63.

Таблица 6 – Корреляционная взаимосвязь вкусовых качеств и химического состава плодов у сортов и форм яблони, (n = 13; n – 2 = 0,553)

	Показатель	Коэффициент корреляции
Растворимые сухие вещества, %	Сумма сахаров, %	0,73
	Титруемая кислотность, %	0,30
	Сахарокислотный индекс	-0,19
	Вкус плода, балл	0,14
Титруемая кислотность, %	Аскорбиновая кислота, мг/100 г	-0,20
	Вкус плода, балл	-0,57
Сахарокислотный индекс	Вкус плода, балл	0,63

Примечание – полужирным выделены существенные значения при $P = 0,95$

Выводы

1. По высоким вкусовым качествам и повышенному содержанию сахаров и аскорбиновой кислоты в плодах выделены сорта и формы малины: Гармония, Персея, Викинайт, 7/15 и 9/15. По совокупности химического состава выделены формы яблони: 1-8-ю, 4-17-ю, 10-72-78, 69-2-08, КВ-8.

Эти генотипы представляют наибольший интерес для селекционной работы на улучшение биохимического состава плодов.

2. Выявлена наиболее существенная корреляция ($r = 0,63...0,91$) сахарокислотного индекса с такими химическими показателями сортов малины, как содержание аскорбиновой кислоты, сумма сахаров и вкусовые качества ягод.

3. Определена существенная корреляция между содержанием растворимых сухих веществ и суммой сахаров ($r = 0,73$), а также сахарокислотным индексом и дегустационной оценкой плодов яблони (0,63).

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Агроклиматический справочник по Крымской области. Л.: Гидрометеиздат, 1959. 136 с.
2. Жбанова Е.В., Ознобкина Е.И. Сравнительная биохимическая оценка сортового фонда малины в разных регионах // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2013. № 6. С.127. EDN: [RUINNX](#)
3. Земисов А.С., Юшков А.Н., Савельева Н.Н., Чивилев В.В., Черенкова Т.А. Селекционная оценка гибридного потомства яблони по накоплению в плодах аскорбиновой кислоты // Плодоводство и ягодоводство России. 2020. Т. 61. С. 24-28. DOI: 10.31676/2073-4948-2020-61-24-28. EDN: [AQWKER](#)
4. Зубкова М.И., Макаркина М.А., Князев С.Д. Оценка сортов земляники по биохимическим и органолептическим качествам ягод в условиях Орловской области // Вестник аграрной науки. 2020. № 4(85). С. 9-15. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2020.4.9. EDN: [VKZIQI](#)
5. Казаков И.В. Состояние и перспективы развития ягодоводства России // Плодоводство и ягодоводство России. 2009. Т. 22. № 2. С. 64-72. EDN: [KXWOKZ](#)
6. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П., Перуанский Ю.В., Луковникова Г.А., Иконникова М.И. Методы биохимического исследования растений / Под ред. А.И. Ермакова. Л.: Агропромиздат, 1987. 430 с.
7. Плугатарь Ю.В., Смыков А.В., Горина В.М., Багрикова Н.А., Бабина Р.Д., Сотник А.И., Науменко Т.С. Развитие современных направлений селекции плодовых культур в Никитском ботаническом саду // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2019. № 132. С. 29-36. DOI: 10.25684/NBG.boolt.132.2019.03. EDN: [OKPTZL](#)
8. Причко Т.Г., Германова М.Г., Хилько Л.А. Качество ягод ремонтантной малины в условиях Юга России // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2012. № 14. С. 42-50. EDN: [OWLQSD](#)
9. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Г.А. Лобанова. Мичуринск: ВНИИС, 1973. 492 с.
10. Седов Е.Н., Макаркина М.А., Серова З.М., Янчук Т.В. Результаты селекции яблони на улучшение биохимического состава плодов // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2019. № 3. С. 42-47. DOI: 10.30850/vrsn/2019/3/42-47. EDN: [HJARVC](#)
11. Сорокопудов В.Н., Сорокопудова О.А., Куклина А.Г., Мячикова Н.И., Бурменко Ю.В., Жиленко В.Ю., Жидких О.Ю., Евтухова М.В. Создание сортов редких садовых культур в европейской части России // Плодоводство и ягодоводство России. 2017. № 1. С. 246-251. EDN: [YMAWAV](#)
12. Халилов Э.С., Смыков А.В., Челебиев Э.Ф., Усков М.К. Товарно-потребительские качества и химический состав плодов перспективных селекционных форм яблони для Крыма // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2021. № 139. С. 91-99. DOI: 10.36305/0513-1634-2021-139-91-99. EDN: [FLEXAW](#)
13. Arifova Z.I., Chelebiev E.F., Smykov A.V., Khalilov E.S., Uskov M.K. Drought resistance of apple tree and raspberry varieties and forms promising for the Crimea region // E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 254. P. 1015. DOI: 10.1051/e3sconf/202125401015. EDN: [IOIQWX](#)
14. Klein B., Falk R.B., Thewes F.R., Anese R.O., Santos I.D.D., Ribeiro S.R., Donadel J.Z., Brackmann A., Barin J.S., Cichoski A.J., Wagner R. Dynamic controlled atmosphere: Effects on the chemical composition of cuticular wax of 'Cripps Pink' apples after long-term storage // Postharvest Biology and Technology. 2020. Vol. 164. P. 111170. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2020.111170.
15. Klein B., Ribeiro Q.M., Thewes F.R., Anese R.O., Oliveira F.C., Santos I.D.D., Ribeiro S.R., Donadel J.Z., Brackmann A., Barin J.S., Cichoski A.J., Wagner R. The isolated or combined effects of dynamic controlled atmosphere (DCA) and 1-MCP on the chemical composition of

- cuticular wax and metabolism of 'Maxi Gala' apples after long-term storage // Food Research International. 2021. Vol. 140. P. 109900. DOI: 10.1016/j.foodres.2020.109900.
16. Liu X., Renard C.M.G.C., Bureau S., Le Bourvellec C. Interactions between heterogeneous cell walls and two procyanidins: Insights from the effects of chemical composition and physical structure // Food Hydrocolloids. 2021. Vol. 121. P. 107018. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2021.107018.
17. Luk'yanchuk I., Zhibanova E., Zaitseva K., Lyzhin A. Genetic selection improvement of the strawberry assortment in the Central Black Earth Region conditions // E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 254. P. 01039. DOI: 10.1051/e3sconf/202125401039. EDN: GYAMGN
18. Persic M., Persic M., Mikulic-Petkovsek M., Slatnar A., Veberic R. Chemical composition of apple fruit, juice and pomace and the correlation between phenolic content, enzymatic activity and browning // LWT-Food Science and Technology. 2017. Vol. 82. P. 23-31. DOI: 10.1016/j.lwt.2017.04.017

References

1. Anonymous (1959). *Agroclimatic Guide to the Crimean Region*. Leningrad: Gidrometeoizdat. (In Russian).
2. Zhibanova, E.V., & Oznobkina, E.I. (2013). Comparative biochemical assessment of raspberry varieties in different regions. *Izvestiya of Timiryazev agricultural academy*, 6, 127. EDN: RUINNX (In Russian, English abstract).
3. Zemisov, A.S., Yuchkov, A.N., Saveleva, N.N., Chivilev, V.V., & Cherenkova, T.A. (2020). Breeding evaluation of apple hybrid offspring on accumulation in fruits of ascorbic acid. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 61, 24-28. <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2020-61-24-28>. EDN: AQWKER (In Russian, English abstract).
4. Zubkova, M.I., Makarkina, M.A., & Knyazev, S.D. (2020). Strawberry assessment for biochemical and organoleptic features of berries in the Orel region. *Bulletin of agrarian science*, 4, 9-15. <https://doi.org/10.17238/issn2587-666X.2020.4.9>. EDN: VKZIQI (In Russian, English abstract).
5. Kazakov, I.V. (2009). Condition and prospects of berry growing development in Russia. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 22(2), 64-72. EDN: KXWOKZ (In Russian, English abstract).
6. Ermakov, A.I., Arasimovich, V.V., Yarosh, N.P., Peruanskii, Yu.V., Lukovnikova, G.A., & Ikonnikova, M.I. (1987). *Methods of biochemical research of plants*. A.I. Ermakov (Ed.). Leningrad: Agropromizdat. (In Russian).
7. Plugatar, Yu.V., Smykov, A.V., Gorina, V.M., Bagrikova, N.A., Babina, R.D., Sotnik, A.I., & Naumenko, T.S. (2019). The development of fruit crops breeding modern trends in the Nikitsky botanical gardens. *Bulletin of the SNBG*, 132, 29-36. <https://doi.org/10.25684/NBG.boolt.132.2019.03>. EDN: OKPTZL (In Russian, English abstract).
8. Prichko, T.G., Germanova, M.G., & Hilko, L.A. (2012). Quality of berries of remontant raspberry in the conditions of Southern Russia. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 14, 42-50. EDN: OWLQSD (In Russian, English abstract).
9. Lobanov, G.A. (ed.) (1973). *Program and methods of variety trials of fruit, berry and nut crops*. Michurinsk, VNIIS. (In Russian).
10. Sedov, E.N., Makarkina, M.A., Serova, Z.M., & Yanchuk, T.V. (2019). Results of apple-tree breeding for fruits biochemical composition improvement. *Vestnik of the russian agricultural science*, 3, 42-47. <https://doi.org/10.30850/vrsn/2019/3/42-47>. EDN: HJARVC (In Russian, English abstract).

11. Sorokopudov, V.N., Sorokopudova, O.A., Kuklina, A.G., Myachikova, N.I., Burmenko, YU.V., Zhilenko, V.YU., Zhidkikh, O.YU., & Evtukhova, M.V. (2017). Creation of varieties of rare garden crops in the european part of Russia. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 1, 246-251. EDN: [YMAWAV](#) (In Russian, English abstract).
12. Khalilov, E.S., Smykov, A.V., Chelebiyev, E.F., & Uskov, M.K. (2021). Commodity and consumer qualities and chemical composition of fruits of promising breeding forms of apple for the Crimea. *Bulletin of the SNBG*, 139, 91-99. <https://doi.org/10.36305/0513-1634-2021-139-91-99> . EDN: [FLEXAW](#) (In Russian, English abstract).
13. Arifova, Z.I., Chelebiev, E.F., Smykov, A.V., Khalilov, E.S., & Uskov, M.K. (2021). Drought resistance of apple tree and raspberry varieties and forms promising for the Crimea region. *E3S Web of Conferences*, 254, 1015. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125401015>. EDN: [IOIQWX](#)
14. Klein, B., Falk, R.B., Thewes, F.R., Anese, R.O., Santos, I.D.D., Ribeiro, S.R., Donadel, J.Z., Brackmann, A., Barin, J.S., Cichoski, A.J., & Wagner, R. (2020). Dynamic controlled atmosphere: Effects on the chemical composition of cuticular wax of 'Cripps Pink' apples after long-term storage. *Postharvest Biology and Technology*. 2020, 164, 111170. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2020.111170>
15. Klein, B., Ribeiro, Q.M., Thewes, F.R., Anese, R.O., Oliveira, F.C., Santos, I.D.D., Ribeiro, S.R., Donadel, J.Z., Brackmann, A., Barin, J.S., Cichoski, A.J., & Wagner, R. (2021). The isolated or combined effects of dynamic controlled atmosphere (DCA) and 1-MCP on the chemical composition of cuticular wax and metabolism of 'Maxi Gala' apples after long-term storage. *Food Research International*, 140, 109900. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109900>
16. Liu, X., Renard, C.M.G.C., Bureau, S., & Le Bourvellec, C. (2021). Interactions between heterogeneous cell walls and two procyanidins: Insights from the effects of chemical composition and physical structure. *Food Hydrocolloids*, 121, 107018. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.107018>
17. Luk'yanchuk, I., Zhanova, E., Zaitseva, K., & Lyzhin, A. (2021). Genetic selection improvement of the strawberry assortment in the Central Black Earth Region conditions. *E3S Web of Conferences*, 254, 01039. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125401039>. EDN [GYAMGN](#)
18. Persic, M., Mikulic-Petkovsek, M., Slatnar, A., & Veberic, R. (2017). Chemical composition of apple fruit, juice and pomace and the correlation between phenolic content, enzymatic activity and browning. *LWT-Food Science and Technology*, 82, 23-31. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.04.017>