

Анализ перспективных сортов и форм малины ремонтантного типа плодоношения по комплексу признаков в условиях Оренбургской области

Евгения Владимировна Аминова, Ольга Евгеньевна Мережко
Оренбургский филиал ФГБНУ ФНЦ Садоводства, г. Оренбург, Россия
e-mail: aminowa.eugenia2015@yandex.ru

Аннотация. На сегодняшний день актуально изучение взаимодействия генотипа растений малины красной и климатических условий. В исследовании были включены 12 сортов и форм малины ремонтантного типа плодоношения селекции Кокинского ОП ФНЦ Садоводства и Оренбургского филиала ФГБНУ ФНЦ Садоводства. Изучали следующие признаки: число ягод на латерале, среднюю массу ягоды, продуктивность, содержание сахаров, растворимых сухих веществ, аскорбиновой кислоты в ягодах. Установлено, что генотип оказывает наибольшее влияние на среднюю массу ягод (97,6 %), продуктивность (79,7 %), растворимые сухие вещества (76,0 %), на число ягод на латерале, содержание сахаров и аскорбиновой кислоты 60–53 %. Выявлена положительная корреляция между средней массой ягод и продуктивностью ($R = 0,85$). По итогам кластеризации выявлено, что на уровне 20 усл. ед. выделяются две группы (в первой – 7 сортов и форм, во второй – 5). Сорта и формы, вошедшие во вторую группу, имели максимальную продуктивность и среднюю массу ягод в климатических условиях Оренбургской области. При сравнении средних значений признаков с помощью t -критерия Стьюдента выявлено, что средняя масса ягод и продуктивность с куста имели статистические различия между первым и вторым кластерами ($t = 4,78$ и $4,91$ при $p < 0,01$ соответственно). На основании полученных данных выявлено, что более существенные различия по евклидовым расстояниям отмечаются для сортов и формы Геракл – 0,64, Жар-птица – 0,59, Ариша – 0,57, Оранжевое чудо – 0,46, 1-80 – 0,43, которые реализовали свой потенциал продуктивности в разные годы выращивания и представляют интерес как для возделывания в условиях Оренбургской области, так и для дальнейшего использования их в селекции.

Ключевые слова: малина; сорт; форма; признак; евклидовое расстояние.

Для цитирования: Аминова Е. В., Мережко О. Е. Анализ перспективных сортов и форм малины ремонтантного типа плодоношения по комплексу признаков в условиях Оренбургской области // Аграрный научный журнал. 2022. № 10. С. 4–9. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i10pp4-9>.

AGRONOMY

Original article

Analysis of promising varieties and forms of raspberries of the repair type of fruiting by a complex of signs in the conditions of the Orenburg region

Evgeniya V. Aminova, Olga E. Merezko
Orenburg branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution FSC Gardening, Orenburg, Russia
e-mail: aminowa.eugenia2015@yandex.ru

Abstract. Today, it is important to study the interaction of the genotype of red raspberry plants and climatic conditions. The study included 12 varieties and forms of primocane raspberry selection of the Kokino base station of Federal Horticultural Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery and the Orenburg branch of the Federal Horticultural Research Center for Breeding, Agrotechnology and Nursery. The following signs were studied: the number of berries on the lateral, the average weight of the berry, productivity, the content of sugars, soluble solids, ascorbic acid in berries. It was found that the genotype of the variety and form has the greatest influence on the average weight of berries (97.6 %), productivity (79.7 %), soluble dry substances (76.0 %), and the number of berries on the lateral, the content of sugars and ascorbic acid is 60.0–53.0 %. A positive correlation was found between the average weight of berries and productivity ($R = 0.85$). According to the results of clustering, it was revealed that at the level of 20 standard units, two groups are distinguished (in the first - 7 varieties and forms, in the second – 5). The varieties and forms included in the first group had the maximum productivity and average weight of berries in the climatic conditions of the Orenburg region. When comparing the average values of traits using the t - Student criterion, it was revealed that the average berry weight and productivity from the bush had statistical differences between the first and second clusters ($t = 4.78$ and 4.91 at $p < 0.01$, respectively). Based on the data obtained, it was revealed that more significant differences in Euclidean distances are noted for the varieties Gerakl – 0.64, Jar-ptica – 0.59, Arisha – 0.57, Oranjevoe chudo – 0.46, 1-80 – 0.43, which realized their productivity potential in different years of cultivation and are of interest both for cultivation in the conditions of the Orenburg region and for their further use in breeding.

Keywords: raspberry; variety; shape; feature; Euclidean distance.

For citation: Aminova E. V., Merezko O. E. Analysis of promising varieties and forms of raspberries of the repair type of fruiting by a complex of signs in the conditions of the Orenburg region. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2022;(10): 4–9. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i10pp4-9>.

Введение. Плоды являются существенной частью ежедневного рациона, так как они снабжают наш организм нужными питательными веществами и клетчаткой [4]. Из литературных источников известно, что плоды малины высоко ценятся благодаря своему аромату и вкусу [5, 6]. Многочисленными исследователями доказано, что





представители рода *Rubus* L. обладают высокой пищевой и хозяйственной ценностью, а также лекарственными свойствами [2, 9, 10, 13]. Е.В. Жбанова в своих исследованиях указывает, что употребление 100 г ягод малины обеспечивает суточную потребность в витамине С (60 мг) на 8,3–66,7 % [12].

В тоже время не все сорта малины обладают одинаковым качеством плодов [2, 8, 16] и не одинаково реагируют на изменение факторов окружающей среды, таких как свет, температура и относительная влажность [12]. Из литературных источников известно, что изменения условий окружающей среды обуславливают развитие растений малины, влияя, в частности, как на цветение, так на плодоношение и качество ягод [9]. Взаимодействие генотип-год часто затрудняет определение лучших генотипов в различных условиях выращивания [1]. Кроме того, неизвестно, в какой степени эти качественные признаки плодов остаются стабильными на протяжении изменяющихся условий окружающей среды в течение вегетационного периода и между различными годами [3].

На сегодняшний день ягодоводство предъявляет повышенные требования к адаптивности сортов для получения стабильных урожаев [1]. В тоже время под общей адаптацией подразумевается, что сорт имеет высокую продуктивность в различных по условиям регионах и имеет обширный ареал выращивания. Следовательно, сорта с высоким и стабильным качеством плодов в течение ряда лет выращивания будут отбираться в качестве родителей для селекционных программ, направленных на создание новых сортов малины с более высокими качественными характеристиками плодов [17].

Целью исследований является оценка взаимодействия генотип-год на изменчивость признаков продуктивности и качества ягод, и определение перспективных сортов и форм малины ремонтантного типа плодоношения в условиях Оренбургской области.

Методика исследований. Исследования проводились с 2014 по 2020 г. на коллекционном и селекционном участках Оренбургского филиала ФГБНУ ФНЦ Садоводства (широта: 51.7766460, долгота: 55.2364470), находящегося на стыке двух крупных структурно-тектонических зон: Восточно-Европейской платформы и Уральской складчатости. Объектами исследований служили сорта отечественной селекции Кокинского ОП ФНЦ Садоводства и гибриды селекции Оренбургского филиала ФГБНУ ФНЦ Садоводства. Год закладки участка – 2012 г., схема посадки 3,0 × 0,7 м, количество учетных растений в каждом повторении по 5 шт., участок орошаемый (2–3 полива за сезон с оросительной нормой 1500 м³).

Полевые исследования осуществлялись по методике «Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [18]. Засухоустойчивость – по описанной методике на Павловской опытной станции ВИР [11]. Для определения средней массы проводилось взвешивание 100 ягод на электронных весах марки ВЭТ – 6 - 1С (ε=d=0,5) (производство Россия). Определение растворимых сухих веществ (далее РСВ) проводилось рефрактометрическим методом ГОСТ ISO 2173-2013, определение сахаров по методу Бертрана ГОСТ 15113.6-77, аскорбиновой кислоты – методом титрования ГОСТ 24556-89. Статистическая обработка данных проводилась с применением программы «Excel» («Microsoft Office», США) и программного пакета Statistica 10.

Результаты исследований. Пагубное влияние летних засух, связанных с пониженной влажностью воздуха и высокими температурами приводит к снижению урожая и ухудшению качества ягод.

Аридная зона Оренбургской области характеризуется резко континентальным климатом, то есть суровыми бесснежными зимами, жарким летом с неустойчивым и недостаточным количеством атмосферных осадков [7].

За весь период исследования сумма активных температур (свыше 5 °С) варьировала от 2368 до 3040 °С, при этом количество осадков за год составляло 297...361,6 мм, а за период май–сентябрь от 64 до 164 мм, но их выпадение было крайне неравномерным. Из приведенных в табл. 1 данных видно, что при изучении сортов и форм малины складывались разнообразные условия: крайне засушливые (2014, 2019, 2021), умеренно засушливые (2016, 2017, 2018, 2020), влажные (2015) годы.

Таблица 1

Средние значения температуры и количество осадков за период вегетации малины ремонтантной

Год	Май		Июнь		Июль		Август		Сентябрь	
	осадки, мм	t, °С	осадки, мм	t, °С	осадки, мм	t, °С	осадки, мм	t, °С	осадки, мм	t, °С
2014	8	19,2	40	20,9	5	21,0	10	24,1	2	13,6
2015	45	16,4	19	24,3	29	21,5	28	19,2	43	16,2
2016	40	15,9	14	19,8	24	22,7	2	26,2	49	13,4
2017	28	14,3	36	18,2	33	22,7	4	23,0	18	15,3
2018	30	16,8	16	18,7	20	25,9	8	20,8	15	16,6
2019	23	17,8	6	21,7	19	25,5	10	20,8	8	16,4
2020	29	17,0	22	20,1	7	25,8	12	20,7	25	13,7
2021	13	21,6	7	24,7	23	25,4	2	25,9	19	12,9

Примечание: t – среднемесячная температура воздуха.

Самым аномально жарким годом в период исследований оказался 2021 г. Именно в этот год отклонение среднемесячной температуры от нормы в мае составило 5,3 °С (рекорд), в июне 4,1 °С, в августе 5,0 °С.

Одним из основных критериев обеспеченности растений влагой является содержание воды в листьях. Более влажные условия вегетации 2015 г. способствовали большему содержанию воды в листьях малины от 61,17 % (сорт Оранжевое чудо) до 69,39 % (форма 1-73) и, наоборот, засушливые условия 2019 и 2021 гг. привели к значительному снижению оводненности листьев 52,67– 63,65 % и 51,2 (форма 2-39) – 61,88 % (сорт Геракл) соответственно (рис. 1, а). В 2021 г. среднее

содержание воды в листьях отмечалось у сортов Геракл (61,88 %), Ариша (61,6 %), Жар-птица (60,2 %) и у формы 1-73 (60,65 %).

В многочисленных научных публикациях указано, что показатель водный дефицит используется для сортоизучения биологических особенностей растений, характеризующий их устойчивость к продолжительному влиянию засухи, что имеет немалое значение для поиска генетических источников засухоустойчивости. Наименьший дефицит влаги при температурной напряженности и засухе за годы исследований испытали сорта Геракл (14,9-16,92 %), Ариша (15,34-16,57 %), Жар-птица (15,62-17,13 %) и формы 1-73 (14,27-16,18 %), 1-33 (15,61-16,97 %) (рис. 1, б).

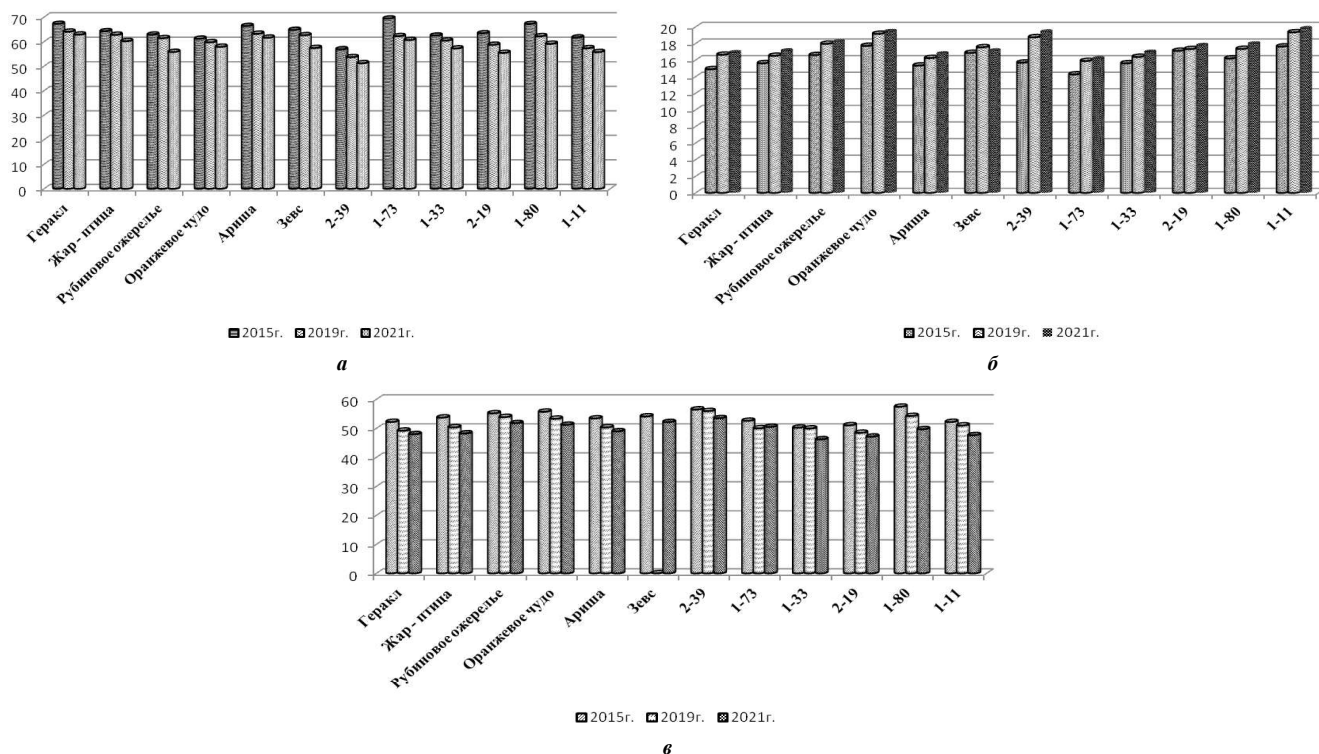


Рис. 1. Показатели засухоустойчивости сортов и форм малины: а – оводненность листьев, %; б – водный дефицит листьев, %; в – потеря воды листьями после увядания за 6 часов, %

В условиях засухи способность растений удерживать и экономично расходовать воду является защитно-адаптивной реакцией у более устойчивых генотипов. В 2015 г. относительно других генотипов меньше всех теряли воду листья через 6 часов сорта – Геракл (48,2 %), Ариша (48,54 %) и отборная форма 1-73 (48,17%), а больше всех – сорт Оранжевое чудо (55,70 %) и отборная форма 2-39 (56,48 %) (рис.1в). В 2019 и 2021 гг. средний уровень устойчивости к засухе проявили Геракл, Ариша, Жар-птица, 1-80, 1-33 средняя потеря воды листьями за 6 часов завядания составила 45,56–47,67 %. Остальные 50 % образцов характеризовались низкой водоудерживающей способностью.

При расчете двухфакторного дисперсионного анализа по факторам «сорт», «год» и взаимодействию между ними в условиях Оренбургской области за 2014–2021 гг. отмечены достоверные различия между изученными сортами по всем признакам для 5 % уровня значимости. По фактору «сорт» полученные значения F составили 8,40–490,7 при стандартном значении критерия Фишера $F_{\text{ст}} = 2,23$; по фактору «год» – 4,69–11,32 при стандартном $F_{\text{ст}} = 2,32$.

В данном исследовании представлен анализ межгодовой стабильности органолептических и хозяйственных признаков качества ягод различных генотипов малины и их связи с изменчивостью окружающей среды. Следовательно, изучение нормы реакции в различные годы выращивания представляется следующим этапом в установлении генетически обусловленной стабильности и адаптивности свойств сортов и форм малины. Дисперсионный анализ позволил выявить, что влияние генотипа – выше, чем влияние условий года выращивания (табл. 2). Генотип сорта оказывает наибольшее влияние на среднюю массу ягод (98,0 %), продуктивность (79,7 %), растворимые сухие вещества (76,0 %), а на число ягод на латерале, аскорбиновой кислоты и содержание сахаров 60 – 53 %. В то же время влияние условий года выращивания оказало противоположный эффект на среднюю массу ягод (1 %) и растворимые сухие вещества (6 %).

Таблица 2

Взаимодействие факторов сорт, форма и год по признакам малины красной

Признаки	Взаимосвязь, %		
	сорт	год	погрешность
Средняя масса ягод	97,6	1,0	1,4
Число ягод на латерале	60,0	24,7	0,7
Продуктивность	79,7	16,0	4,3
Растворимые сухие вещества	76,0	6,0	1,9
Сахара	53,0	18,0	2,1
Аскорбиновая кислота	60,0	20,0	3,9



Важно отметить то, что наши результаты согласуются с данными исследований В.И. Лапшина и др. (2019), установивших, что вклад генотипа сорта максимально проявляется по средней массе и продуктивности, а содержание растворимых сухих веществ не зависит от года выращивания.

В наших исследованиях выявлена положительная корреляция между средней массой ягод и продуктивностью ($R = 0,85$), между средней массой ягод и числом ягод на латерале ($R = 0,72$).

Исследователям необходимо учитывать для селекции не только генотипическую и средовую изменчивость, а также взаимосвязь между качественными признаками малины красной. На основании среднегодовых значений шести признаков – число ягод на латерале, средней массы ягод, продуктивность, содержание сахаров, растворимых сухих веществ и аскорбиновой кислоты – сформировали информативный комплекс признаков для каждого из сортов и форм, учтенных в разные годы, проанализированный с помощью кластерного анализа по методу Уорда (рис. 2). Такой метод фиксирует группировку объектов по критерию максимума межгрупповой и минимума внутривидовой дисперсии. Следовательно, этот подход позволит выделить наиболее различающиеся группы сортов.

Итоги кластеризации зафиксировали, что на уровне 20 усл. ед. выявлены две группы (в первой – 7 сортов и форм, во второй – 5). Средние значения признаков для каждой из выделенных групп сортов и форм малины указаны в табл. 3. При этом средние значения признаков в двух кластерах попарно сравнили с помощью t -критерия Стьюдента.

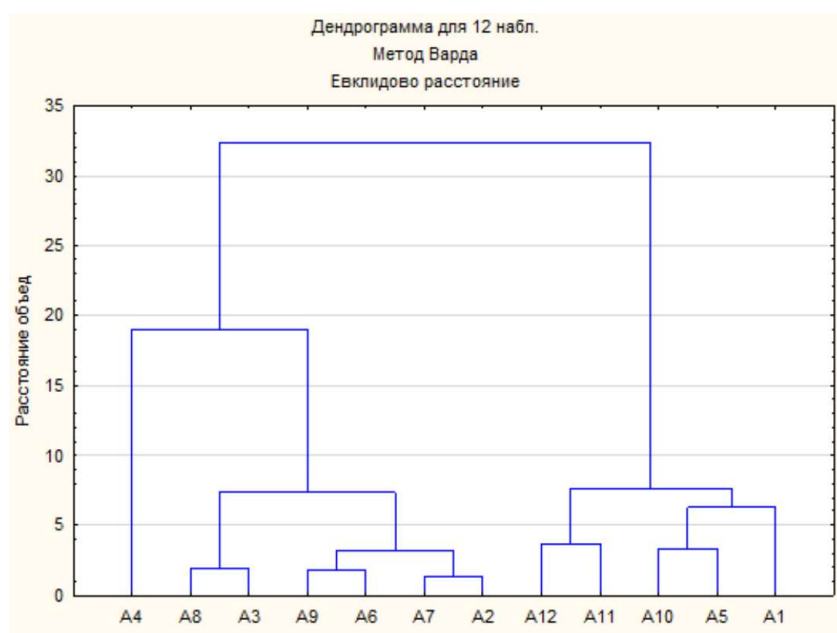


Рис. 2. Кластерный анализ сортов и форм малины красной

Примечание: A1 – Геракл, A2 – Рубиновое ожерелье, A3 – 1-73, A4 – Зевс, A5 – Ариша, A6 – 2-19, A7 – 11-1, A8 – 2-39, A9 – 1-33, A10 – Оранжевое чудо, A11 – Жар птица, A12 – 1-80.

Выявлено, что значения содержания сахаров и число ягод на латерале не имеют статистически значимых различий между первым и вторым кластером. Признак содержание растворимых сухих веществ различается между первым и вторым кластерами ($t = 3,21$ при $p < 0,01$), аскорбиновой кислоты между кластерами ($t = -3,15$ при $p < 0,01$). Статистически значимые различия имели признаки средняя масса ягод и продуктивность с куста между первым и вторым кластерами ($t = 4,78$ и $4,91$ при $p < 0,01$ соответственно).

Таблица 3

Средние значения признаков в выделенных группах сортов и форм малины

Признаки	Кластер	
	1	2
Средняя масса ягод, г	3,81	5,23
Число ягод на латерале, шт.	12,28	13,12
Продуктивность, кг/куст	1,92	2,34
Растворимые сухие вещества, %	11,51	10,34
Аскорбиновая кислота, мг/100 г	27,47	36,54
Сахара, %	7,29	6,55

Наиболее высокое содержание растворимых сухих веществ, но среднюю продуктивность имели сорта и формы, вошедшие в первый кластер: Рубиновое ожерелье ($12,8 \pm 0,7$ %, 1,9 кг с куста), отборная форма 1-73 ($11,9 \pm 0,6$ %, 1,9 кг с куста), 2-39 ($12,65 \pm 0,8$ %, 1,77 кг с куста) и 1-33 ($13,55 \pm 0,7$ %, 1,6 кг с куста), Зевс ($12,8 \pm 0,5$ %, 1,4 кг с куста), табл. 4. Во второй кластер вошли сорта и формы малины с наиболее высокой продуктивностью, массой ягод и содержанием аскорбиновой кислоты: Геракл (3,1 кг с куста), Ариша (2,8 кг с куста), Жар-птица (2,6 кг с куста), Оранжевое чудо (2,2 кг с куста), 1-80 (2,0 кг с куста).



Средние значения признаков сортов и форм малины красной, 2014–2021 гг.

Сорт, форма	Средняя масса, г	Число ягод на латерале, шт.	Продуктивность, кг	PCB, %	АК, мг/100 г	Сахар, %
Геракл	8,65±0,75	13,85±0,4	3,1±0,40	8,6±0,8	36,24±3,9	6,9±0,5
Рубиновое ожерелье	4,14±0,22	12,14±0,2	1,9±0,25	12,8±0,7	30,77±3,1	5,6±0,3
Жар-птица	4,47±0,31	12,71±0,4	2,6±0,35	11,6±0,7	27,73±2,6	7,4±0,4
Зевс	2,97±0,12	9,0±0,2	1,4±0,20	12,8±0,5	17,58±2,5	10,4±0,3
Ариша	4,72±0,30	13,28±0,4	2,8±0,27	11,45±0,8	35,21±3,0	7,6±0,4
Оранжевое чудо	4,25±0,18	11,6±0,3	2,2±0,30	10,7±0,7	40,2±2,0	6,2±0,3
2-39	4,09±0,21	10,42±0,3	1,77±0,20	12,65±0,8	29,58±3,3	7,9±0,2
1-73	4,13±0,20	12,57±0,4	1,9±0,20	11,9±0,6	29,7±2,6	7,4±0,4
1-33	4,10±0,24	11,43±0,2	1,6±0,15	13,55±0,7	26,2±3,0	8,7±0,3
2-19	3,14±0,26	11,7±0,3	1,4±0,20	9,9±0,7	29,6±2,8	6,3±0,3
1-80	4,41±0,20	12,1±0,3	2,0±0,30	10,4±0,6	33,8±3,0	5,8±0,4
1-11	3,19±0,15	10,4±0,2	1,5±0,10	9,6±0,5	37,1±3,3	5,6±0,5
НСР ₀₅	0,69	2,36	0,41	3,01	4,23	1,33

В 2014 г. было зарегистрировано в плодах содержание PCB (9,41–13,89 %), сахаров (7,4–11,4 %) и аскорбиновой кислоты (19,9 – 42,4 мг/100 г). Однако в 2016 и 2017 гг. в фазу образование зеленой ягоды и начала созревания малины ремонтантной стояла аномально жаркая сухая, вследствие чего растения не сформировали высокие качества ягод. В тоже время в 2015 г. отмечалась максимальная продуктивность, при этом зафиксировали снижение содержание сахаров и PCB, однако ягоды накопили высокое количество аскорбиновой кислоты (19,7–44,9 мг/100 г), так как созревание проходило в более благоприятных погодных условиях (табл. 1). Погодные условия 2018–2020 гг. (во II декаде августа 25–28 °C и относительная влажность 53 %, а в сентябре среднемесячная температура составляла 13,7–16,6 °C) оказали влияние на биохимические показатели плодов малины. В эти годы у большинства сортов и форм малины зафиксировано более низкое содержание PCB (7,8–13,2 %) и сахаров (5,9–11,0 %) в сравнении с 2014 г. на 3,0–17,0 и 1,8–20,3 % соответственно, и незначительное снижение витамина С (17,4–38,9 мг/100 г) в ягодах малины на 3,5–11,6 и 7,8–12,6 % в сравнении с 2015 и 2014 гг. соответственно.

Один из методов оценки генотипических различий сортообразцов, произрастающих в различные годы – измерение евклидова расстояния между ними по итогам проведенного кластерного анализа. Следовательно, кластерный анализ рассчитывается с учётом евклидовых расстояний между объектами, по этой величине можно предопределять о потенциальных генетически обусловленных различиях между сортами. Итак, чем выше вклад этого взаимодействия в общую изменчивость, тем значимы различия между сортами.

По данным расчёта этого алгоритма мы получили следующее евклидовое расстояние по продуктивности между первым и вторым кластером 0,81. При этом для сортов и форм в разные годы выращивания выявлено следующее евклидовое расстояние по возрасти: Геракл – 0,64, Жар-птица – 0,59, Ариша – 0,57, Оранжевое чудо – 0,46, 1-80 – 0,43. Эти образцы могут реализовать свой потенциал продуктивности в разные годы возделывания. Напротив, не значительные различия (евклидовое расстояние) выявлены для сорта и гибридов 1–11 (0,03) и 2–19 (0,07), Зевс (0,17), которые не смогли реализовать свой потенциал в почвенно-климатических условиях Оренбургской области.

Таким образом, при решении вопроса о выявлении перспективных сортов и форм малины для выращивания в условиях Оренбургской области изначально рекомендуется научным учреждениям использовать кластерный анализ по информативному комплексу признаков с вычислением евклидовых расстояний между сортами, выращенных в разные годы. Следует отметить, что величина евклидова расстояния будет являться мерой влияния конкретной среды на генотип растений.

Заключение. С учетом комплекса показателей (оводненность листьев, водный дефицит, потеря воды в листьях) выявлено, что средней засухоустойчивостью характеризуются сорта и формы Геракл, Ариша, Жар-птица, 1-80, 1-33, которые можно рекомендовать в качестве селекционного материала для условий Оренбургской области.

Изучена взаимосвязь между нормой реакции генотипа и годом на комплекс хозяйственно-ценных признаков, определяющих продуктивность и качество сортов малины красной, выращенных в условиях Оренбургской области с учетом их стабильности. Выявлено, что генотип сорта и формы оказывает наибольшее влияние на среднюю массу ягоды (97,6 %), продуктивность (79,7 %) и растворимые сухие вещества (76,0 %).

На основании полученных данных выявлено, что более существенные различия по евклидовым расстояниям отмечаются для сортов Геракл, Жар-птица, Ариша, Оранжевое чудо и формы 1-80, которые реализовали свой потенциал продуктивности в разные годы выращивания и представляют интерес как для возделывания в условиях Оренбургской области, так и для дальнейшего использования их в селекции.

Исследования выполнены в рамках реализации государственного задания ФГБНУ ФНЦ Садоводства (№ 0432-2021-0003 «Сохранить, пополнить, изучить генетические коллекции сельскохозяйственных растений и создать репозитории плодовых и ягодных культур, заложенные свободными от вредоносных вирусов растениями»).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Annicchiarico P. Additive main effects and multiplicative interaction (AMMI) analysis of genotype-location interaction in variety trials repeated over years // Theor. Appl. Genet. 1997. No. 94. P. 1072–1077.
2. Burrows C. & Moore P. R. genotype x environmental influence on raspberry fruit quality // Acta Horti. 2002. No. 585. P. 467–473.





3. Gabriel A., Resende J. T. V., Zeist A. R., Resende L. V., Resende N. C. V., Galvão A. G., Zeist R. A., Lima Filho R. B., Corrêa J. V. W., Camargo C. K. Phenotypic stability of strawberry cultivars assessed in three environments // *Gen. Mol. Res.* 2018. No. 17(3). P. 1–11.
4. Hancock R. D., Petridis A., McDougall G. J. Raspberry fruit chemistry in relation to fruit quality and human nutrition // In: Graham J., Brennan R. (eds) *Raspberry*. Springer, Chem. 2018. P. 89–119.
5. Kris-Etherton P. M., Hecker K. D., Bonanome A., Coval S. M., Binkoski A. E., Hipert K. F. et al. Bioactive compounds in food; their role in the prevention of cardiovascular diseases and cancer // *American Journal of Medicine*. 2002. No. 113. P. 71–88.
6. Weber C. & Lui R. H. Antioxidant capacity and antioxidant properties of red raspberries // *Acta Horti*. 2002. No. 585. P. 451–455.
7. Аминова Е.В., Авдеева З.А., Мережко О.Е. Перспективные формы малины в условиях Оренбургской области // *Плодоводство и ягодоводство России*. 2017. Т. 51. С. 116–120.
8. Аминова Е.В., Иванова Е.А., Мурсалимова Г.Р. Оценка форм ремонтантной малины в орошаемых условиях степной зоны Приуралья // *Плодоводство и ягодоводство России*. 2019. Т. 56. С. 35–39.
9. Евдокименко С. Н. Селекционный потенциал рода *Rubus* // *Плодоводство и ягодоводство России*. 2016. Т. 46. С. 101–104.
10. Евдокименко С. Н., Кулагина В. Л., Якуб И. Я. Современные тенденции производства и селекции малины // *Плодоводство и ягодоводство России*. 2012. Т.31(1). С. 148–156.
11. Жанг Д. Х., Тохтарь В. К. Исследование засухоустойчивости перспективных для интродукции видов *Momordica charantia* L. и *M. balsamina* L. (Cucurbitaceae) // *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: естественные науки*. 2011. № 9 (104). Выпуск 15. С. 43–47.
12. Жбанова Е.В. Плоды малины *RUBUS IDAEUS* L. как источник функциональных ингредиентов (обзор) // *Техника и технология пищевых производств*. 2018. №48(1). С. 5–14.
13. Кичина В. В. Крупноплодные малины России. М. 2005. 208 с.
14. Лапшин, В.И., Яковенко, В.В., Щеглов, С.Н., Подорожный, В.Н. Методический подход к оценке изменчивости признаков продуктивности и качества ягод в генетических коллекциях земляники садовой (*Fragaria × ananassa* Duch.) // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2019. №23(6). С. 675–682.
15. Лашин С.А., Афонников Д.А., Генаев М.А., Казанцев Ф.В., Комышев Е.Г., Ощепкова Е.А., Петров А.В., Рассказов Д.А., Смирнова А.А., Колчанов Н.А. Информационная система по биоресурсным коллекциям институтов ФАНО России // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2018. №22(3). С. 386–393.
16. Подгаецкий М. А., Евдокименко С. Н. Селекционная оценка исходных форм малины по крупноплодности // *Садоводство и виноградарство*. 2021. № 1. С. 16–22.
17. Потанин В. Г., Алеяников А. Ф., Стёпочкин П. И. Новый подход к оценке экологической пластичности сортов растений // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2014. №18(3). С. 548–552.
18. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: ВНИИСПК. 1999. 608 с.

REFERENCES

1. Annicchiarico P. Additive main effects and multiplicative interaction (AMMI) analysis of genotype-location interaction in variety trials repeated over years. *Theoretical and Applied Genetics* 1997;94: 1072–1077.
2. Burrows C. & Moore P. R. genotype x environmental influence on raspberry fruit quality. *Acta Horticulturae*. 2002;585: 467–473.
3. Gabriel A., Resende J. T. V., Zeist A. R., Resende L. V., Resende N. C. V., Galvão A. G., Zeist R. A., Lima Filho R. B., Corrêa J. V. W., Camargo C. K. Phenotypic stability of strawberry cultivars assessed in three environments. *Genetics and molecular research*. 2018;17(3):1–11.
4. Hancock R. D., Petridis A., McDougall G. J. Raspberry fruit chemistry in relation to fruit quality and human nutrition. In: Graham J., Brennan R. (eds) *Raspberry*. Springer, Chem. 2018. P. 89–119.
5. Kris-Etherton P. M., Hecker K. D., Bonanome A., Coval S. M., Binkoski A. E., Hipert K. F. et al. Bioactive compounds in food; their role in the prevention of cardiovascular diseases and cancer. *American Journal of Medicine*. 2002;113: 71–88.
6. Weber C. & Lui R. H. Antioxidant capacity and antioxidant properties of red raspberries. *Acta Horticulturae*. 2002;585: 451–455.
7. Aminova E. V., Ivanova E. A., Mursalimova G. R. Evaluation of the forms of repair raspberries in the irrigated conditions of the steppe zone of the Urals. *Fruit growing and berry growing in Russia*. 2019; 56:35–39. (In Russ.)
8. Aminova E. V., Avdeeva Z. A., Merezko O. E. Promising forms of raspberries in the conditions of the Orenburg region. *Fruit growing and berry growing in Russia*, 2017;51:116–120. (In Russ.)
9. Evdokimenko S. N., Kulagina V. L., Yakub I. Ya. Modern trends in raspberry production and breeding. *Fruit growing and berry growing in Russia*, 2012;31(1):148–156. (In Russ.)
10. Evdokimenko S. N. Breeding potential of the genus *Rubus*. *Fruit growing and berry growing in Russia*, 2016; 46:101–104. (In Russ.)
11. Zhang D. H., Tokhtar V. K. Study of drought resistance of the species *Momordica charantia* L. and *M. balsamina* L. (Cucurbitaceae) promising for introduction. *Scientific Bulletin of Belgorod State University. Series: Natural sciences*. 2011; 9 (104). Issue 15:43–47.
12. Zhanova E. V. Raspberry fruits *RUBUS IDAEUS* L. as a source of functional ingredients (review). *Food Production Engineering and Technology*, 2018; 48(1):5–14. (In Russ.)
13. Kichina V. V. Large-fruited raspberries of Russia. Moscow, 2005, 208 p. (In Russ.)
14. Lapshin V.I., Yakovenko V.V., Shcheglov S.N., Podorjny V.N. A methodical approach for evaluating the variability of productivity and fruit quality in the genetic collections of strawberry (*Fragaria×ananassa* Duch.). *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2019;23(6):675–682. (in Russian)
15. Lashin S. A., Afonnikov D. A., Genaev M. A., Kazantsev F. V., Komyshev E. G., Oshchepkova E. A., Petrov A.V., Rasskazov D. A., Smirnova A. A., Kolchanov N. A. Information system for bioresource collections of institutes of the FANO of Russia. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2018;22(3):386–393. (In Russ.)
16. Podgaetsky M. A., Evdokimenko S. N. Selection evaluation of the initial forms of raspberries by large-fruited. *Horticulture and viticulture*, 2021;1:16–22.
17. Potanin V. G., Aleynikov A. F., Stepochkin P. I. A new approach to the assessment of the ecological plasticity of plant varieties. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2014; 18(3): 548–552. (In Russ.)
18. Program and methods of variety study of fruit, small fruit and nut-bearing crops. Orel: VNIISPК, 1999, 608 p. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 03.03.2022; одобрена после рецензирования 17.04.2022; принята к публикации 27.04.2022.
The article was submitted 03.03.2022; approved after reviewing 17.04.2022; accepted for publication 27.04.2022.