

Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. 2023. № 1(70). С. 28–34.

Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov. 2023;1(70):28–34

Научная статья

УДК 634.7+581(571.64)

doi : 10.34655/bgsha.2023.70.1.004

## МЕЖСОРТОВЫЕ РАЗЛИЧИЯ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЯГОД РЕМОНТАНТНОЙ МАЛИНЫ

**Антонина Павловна Пакусина<sup>1</sup>, Валентина Викторовна Лештаева<sup>2</sup>,  
Татьяна Павловна Платонова<sup>3</sup>, Анна Борисовна Козлова<sup>4</sup>**

<sup>1,4</sup>Дальневосточный государственный аграрный университет, Благовещенск, Россия

<sup>2</sup>ООО «Аргумент», Благовещенск, Россия

<sup>3</sup>Амурский государственный университет, Благовещенск, Россия

Автор, ответственный за переписку: Антонина Павловна Пакусина,  
pakusina.a@yandex.ru

**Аннотация.** Малина является распространённой ягодой в садах Приамурья. В настоящее время большой популярностью пользуются ремонтантные сорта малины. В работе приведены данные по изучению биохимических показателей ягод нерайонированных сортов малины ремонтантного типа в условиях Амурской области. Малина выращивалась в питомнике, который находится в экологически чистом районе, в 2 км от г. Благовещенска, с соблюдением агротехники в соответствии с рекомендациями оригиналоров данных ремонтантных сортов. В условиях Амурской области ремонтантную малину рекомендуется скашивать осенью, чтобы собирать урожай с однолетних побегов. Показаны сортовые различия по накоплению сухих веществ, зольности, титруемой кислотности, аскорбиновой кислоты, сахаров. Изучены ремонтантные сорта малины Пингвин, Конёк-Горбунок, Сластиха, Оранжевое чудо, Карамелька, Похвалинка и Малиновая грязда. Наиболее гармоничным вкусом, определённым по сахарокислотному коэффициенту, обладают сорта Сластиха, Карамелька и Малиновая грязда. Данные показатели согласуются с дегустационной оценкой сортов. В климатических условиях Амурской области ягоды ремонтантной малины, в среднем, по сортам накапливают:  $13,70 \pm 1,47\%$  сухих веществ,  $41,50 \pm 7,68$  мг/100 г аскорбиновой кислоты,  $9,10 \pm 0,77\%$  сахара. По наибольшему содержанию аскорбиновой кислоты можно выделить малину сортов Оранжевое чудо, Похвалинка и Сластиха. Титруемая кислотность ягод ремонтантной малины (в пересчёте на яблочную кислоту) составила, в среднем,  $1,42 \pm 0,22\%$ . Содержание биохимических показателей в плодах ремонтантной малины зависит от сортовых особенностей и влияния погодных условий.

**Ключевые слова:** ремонтантная малина, аскорбиновая кислота, кислотность, зольность, сахара.

Original article

## INTERSORT DIFFERENCES IN BIOCHEMICAL PARAMETERS OF BERRIES OF EVERBEARING RASPBERRIES

**Antonina P. Pakusina<sup>1</sup>, Valentina V. Leshtaeva<sup>2</sup>, Tatyana P. Platonova<sup>3</sup>,  
Anna B. Kozlova<sup>4</sup>**

<sup>1,4</sup>Far Eastern State Agrarian University, Blagoveshchensk, Russia

© Пакусина А.П., Лештаева В.В., Платонова Т.П., Козлова А.Б., 2023

<sup>2</sup>LLC "Argument", Blagoveshchensk, Russia

<sup>3</sup>Amur State University, Blagoveshchensk, Russia

Corresponding author: Antonina P. Pakusina, pakusina.a@yandex.ru

**Abstract.** *Raspberry is a common berry in the gardens of the Amur region. Currently, everbearing varieties of raspberries are very popular. The article presents data on the study of biochemical parameters of berries of non-zoned raspberry varieties of the everbearing type. The everbearing raspberries were grown in an ecologically clean area in a nursery 2 km from the city of Blagoveshchensk. Raspberry was grown according to the recommendations of originators of the given everbearing varieties. Under the conditions of the Amur region it is desirable to cut down the everbearing raspberry in the autumn to pick the yield in the from one-year shoots. Varietal differences in the accumulation of solids, ash content, titrated acidity, ascorbic acid, and sugars are shown. The everbearing varieties of raspberry Pingvin, Konyok-gorbunok, Slastikha, Oranzhevoe chudo, Karamelka, Pohvalinka, Malinovaya gryada were studied. The most harmonious taste, determined by the sugar-acid coefficient, such varieties as Slastikha, Caramelka and Malinovaya gryada possess. These indicators are consistent with the tasting evaluation of varieties. The berries of everbearing raspberries accumulate on average by varieties:  $13.70 \pm 1.47\%$  of dry substances,  $41.48 \pm 7.68\text{ mg / 100 g}$  of ascorbic acid,  $9.10 \pm 0.77\%$  of sugars. The highest content of ascorbic acid was determined in raspberry varieties of Oranzhevoe chudo, Pohvalinka, and Slastikha. The titrated acidity of the berries of the everbearing raspberry (in terms of malic acid) averaged  $1.42 \pm 0.22\%$ . The content of biochemical indices in the fruit of everbearing raspberries depends on the varietal characteristics and the influence of weather conditions.*

**Keywords:** everbearing raspberry, ascorbic acid, acidity, ash content, sugar

**Введение.** Малина, наряду с чёрной смородиной и жимолостью, является самой распространённой ягодной культурой в садах Приамурья. В последние годы большой популярностью пользуются ремонтантные сорта малины.

Ремонтантная малина имеет большие преимущества в сравнении с обычными сортами. Надземная часть имеет однолетний цикл, что делает уход за насаждениями менее трудоёмким, который заключается в осенней обрезке стеблей после плодоношения. Ягоды у ремонтантных сортов всегда ровные, сухие, более крупные, чем обычные. Ремонтантные сорта, как правило, более устойчивы к насекомым-вредителям и болезням, поэтому их не нужно обрабатывать инсектицидами и другими средствами, что даёт возможность вырастить экологически чистую, лечебную ягоду. Ремонтантные сорта более урожайные и, с одной стороны, хорошо, что не дают много побегов, а значит, малиновые кусты не расползаются по всему участку, с другой стороны, малое число отпрысков затрудняет размножение. Серьёзным недостатком ремонтантной малины является её более высокая требовательность к питанию, увлажнению

почвы, теплу и освещению [1].

Ремонтантную малину долгое время не выращивали в России из-за отсутствия сортов, которые способны созревать до наступления осенних заморозков. Сорта зарубежной селекции с осенним типом плодоношения оказались непригодны для выращивания, поскольку к началу заморозков их урожай созревал не более чем на 30 %. Первые российские сорта ремонтантной малины были получены в 70-е годы XX века [2]. Доля собственного производства ягоды в регионах Дальневосточного федерального округа незначительна. Ввоз ягоды из других регионов России и импорт свежей и замороженной ягоды достигает 98 %. Выращивание малины в Амурской области имеет большой потенциал [3].

Ягоды полезны для здоровья, они содержат флавоноиды, витамины, микроэлементы и биологически активные вещества, обладают антибактериальной и противовирусной активностью [4, 5].

В настоящее время ведётся работа по созданию новых сортов ягодных культур, активно изучается их хозяйствственно-биологическая оценка [6, 7]. Определение биохимического состава ягод различных

сортов обусловлено необходимостью изучения селекционно-технологических критериев оценки ягод, поэтому данные исследования являются актуальными.

**Цель** данной работы – изучение биохимических показателей ягод нерайонированных сортов малины ремонтантного типа. В задачи исследования входило определение таких показателей, как содержание аскорбиновой кислоты, сахаров, титруемой кислотности, сухого вещества, зольности ягод.

**Условия и методы исследования.** Объектами исследования явились ягоды ремонтантных сортов малины, собранные 20 сентября 2021 и 2022 года. Изучались сорта, которые внесены в государственный реестр селекционных достижений и допущены к выращиванию в Дальневосточном регионе: красноплодные – Пингвин (очень раннего срока созревания), Малиновая грязь (средне-ранний срок созревания), Карамелька, Похвалинка и жёлто-плодная – Оранжевое чудо (средний срок созревания) [8]. Сорта Конёк-Горбунок и Сластиха пока не входят в государственный реестр селекционных достижений, но являются перспективными, так как обладают рядом преимуществ перед другими сортами: ранний срок созревания, невысокий куст, высокая урожайность и высокие дегустационные оценки.

Биохимические анализы ягод проводили общепринятыми методами. Содержание сахаров определяли по методу Бертрана. Массовую долю аскорбиновой кислоты определяли йодометрическим методом по Б.П. Плещкову. Зольность ягод малины устанавливали путём сжигания высушенных образцов до белой золы при температуре до 750 °С. Титруемую кислотность определяли методом визуального титрования вытяжки раствором 0,1 н гидроксида натрия в присутствии тимолфталеина.

Малина выращивалась в питомнике, который находится в экологически чистом районе, 2 км от г. Благовещенска, с соблюдением агротехники в соответствии с рекомендациями оригиналаторов данных ремонтантных сортов. В условиях Амур-

ской области ремонтантную малину лучше скашивать осенью, чтобы собирать урожай с однолетних побегов.

Температурный режим в годы исследований весной отличался характерной для сезона нестабильностью, начало вегетации (переход через +5 °C) наступило 17 апреля (на два дня раньше обычных сроков). Средняя температура апреля была в пределах климатической нормы (табл. 1). Температура в мае была ниже нормы на 1,3 и 1,2 °C в 2021 и 2022 гг. соответственно. Период активной вегетации растений (переход через +10 °C) в годы исследований наступил 15-16 мая, позже обычных дат на одну неделю. Сумма осадков за апрель и май по годам исследований составила 73 и 84 мм при норме 78 мм.

Агрометеорологические условия в летний период были, в основном, благоприятны для роста и развития растений. Температурный фон летних месяцев в 2021 году был немного выше нормы, в июне и июле (+1,2 °C) и на 1,1 °C ниже в августе. В 2022 году отмечалась та же закономерность, июнь на 0,1 °C, а июль на 1,2 °C выше нормы, август на 1,2 °C холодней. Осадков за летний период выпало в пределах климатической нормы – 106 и 97 % в 2021 и 2022 годах соответственно. Максимальное количество осадков наблюдалось в июле 2021 г. и августе 2022 г. [9].

Сентябрь в 2021 и 2022 гг. был теплым и сухим. В 2021 году средняя температура воздуха была выше нормы на 1,1 °C, а осадков выпало всего 29 мм при норме 68 мм. В 2022 году среднемесячная температура была близка к норме, и количество осадков выпало больше, чем в предыдущий год, на 5 мм.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Содержание сухих веществ в ягодах является наследственно обусловленным признаком, в то же время зависит от условий вегетации. Осадки в период созревания малины способствуют уменьшению содержания сухих веществ в ягоде. Определено, что от содержания сухих веществ в ягодах зависит питательная ценность на единицу веса плода [10]. Среднее значение сухого вещества в яго-

Таблица 1 – Температура воздуха и осадки в течение вегетации 2021 и 2022 гг.

Температура воздуха среднемесячная (отклонение от нормы), °C						
Период	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь
Норма	4,9	13,2	19,4	22,2	19,9	13
2021 г.	4,9 (0)	11,9 (-1,3)	20,2 (+1,2)	23,4 (+1,2)	18,8 (-1,1)	14,1 (+1,1)
2022 г.	5,1 (+0,2)	12 (-1,2)	19,5 (+0,1)	23,4 (+1,2)	18,7 (-1,2)	13,1 (+0,1)
Сумма осадков, мм (% от нормы)						
Норма	23	55	91	141	112	68
2021 г.	15(65)	58(106)	49(54)	162(115)	153(137)	29(43)
2022 г.	18(78)	66(120)	85(93)	106(75)	121(108)	34(50)

дах по сортам составляет  $13,70 \pm 1,47\%$ , коэффициент вариации – 16,8 %. Наибольшее содержание сухого вещества обнаружено в 2021 году в ягодах сортов Похвалинка (17,2 %), Малиновая грядка (15,6 %), Конёк-Горбунок (14,6 %), в 2022 году – в ягодах сортов Оранжевое чудо (15,3 %), Малиновая грядка (14,5 %), Похвалинка (14,0 %). Наименьшее содержание сухих веществ отмечено в ягодах сортов Сластиха (8,9 %) и Пингвин (12,9 %). По показателю содержание сухого веще-

ства можно выделить сорта Малиновая грядка и Похвалинка. Среднее значение зольности по сортам составляет  $0,41 \pm 0,09\%$ , коэффициент вариации – 30,5 %. По показателю зольности в 2021 году можно выделить сорта Конёк-Горбунок и Пингвин (0,72 и 0,56 % соответственно), в 2022 году – сорт Сластиха (0,56 %).

Титруемая кислотность в пересчёте на яблочную кислоту у всех сортов, кроме сорта Конёк-Горбунок, была выше в 2021 году и составляла от 1,06 до 2,37 %.

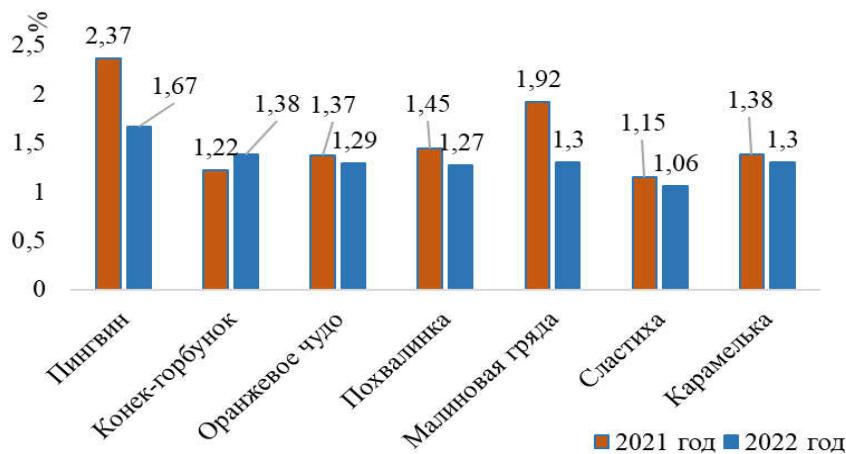


Рисунок 1. Титруемая кислотность, % (в пересчёте на яблочную кислоту)

Среднее значение титруемой кислотности плодов малины по сортам  $1,42 \pm 0,22\%$ , коэффициент вариации 21,9 %. Наиболее высоким содержанием кислот отличаются сорта Пингвин, Малиновая грядка и Похвалинка (рис. 1). Наименьший показатель титруемой кислотности у сорта Сластиха. Титруемая кислотность ягод, выращенных в условиях Амурской области, была выше, чем заявляли оригинальные. В ягодах малины содержатся органические кислоты, например, салициловая, галловая, щавелевая, хлорогеновая

и другие [11].

Накопление витамина С в ягодах малины зависит от погодных условий, его содержание уменьшается при засухе [10]. Среднее содержание аскорбиновой кислоты по сортам составляет  $41,48 \pm 7,68\text{ мг}/100\text{ г}$ , коэффициент вариации – 21,3 %. Содержание аскорбиновой кислоты в малине выше в 2021 году, что объясняется более влажными и тёплыми погодными условиями в августе и сентябре 2021 года по сравнению с 2022 годом (рис. 2).

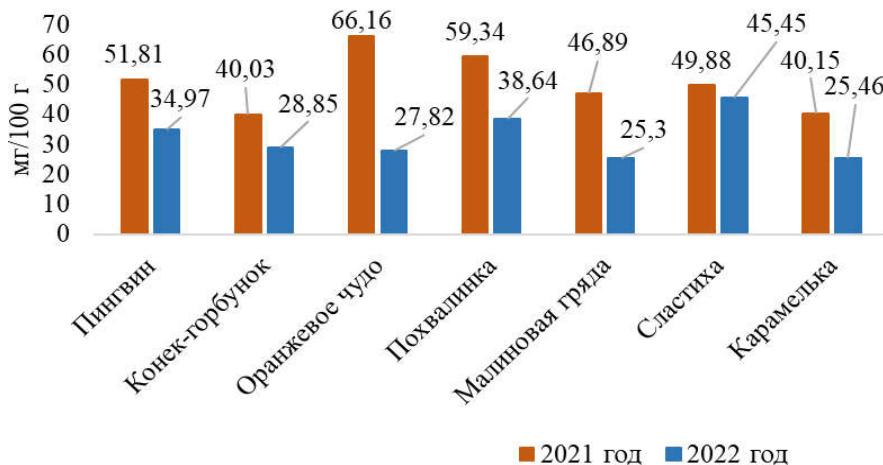


Рисунок 2. Содержание аскорбиновой кислоты в малине

По наибольшему содержанию аскорбиновой кислоты можно выделить малину сортов Оранжевое чудо, Похвалинка, Сластиха. Отмечено, что содержание аскорбиновой кислоты в ягодах меньше, чем заявляли оригинары.

Содержание сахаров в ягоде выше в 2022 году. Среднее содержание сахаров по сортам составляет  $9,10 \pm 0,77\%$ , коэффициент вариации – 10,6 %. Лучшим накоплением сахаров отличаются сорта Малиновая грязь, Оранжевое чудо и Пингвин (рис. 3). Для сортов малины неремон-

тантного типа выявлена закономерность между размерами ягод и содержанием сахаров: чем меньше масса ягоды, тем более она сладкая [12]. Для ремонтантных сортов эта закономерность не соблюдается, так как сорта Малиновая грязь и Оранжевое чудо, выделенные среди сортов по высокому содержанию сахаров, являются крупноплодными с массой ягод 8,0 г и 7,4 г соответственно. Содержание сахаров определяется сортовыми особенностями.

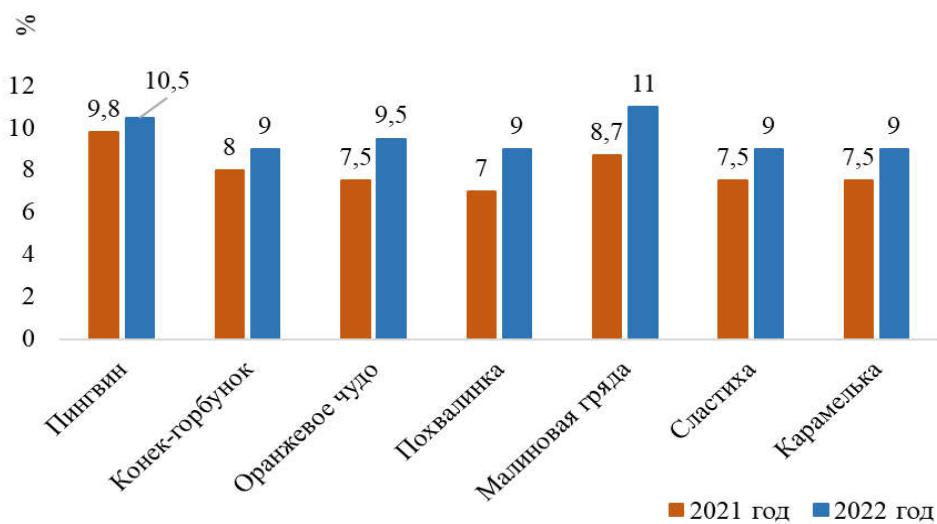


Рисунок 3. Содержание сахаров в малине, %

Вкус ягод во многом зависит от соотношения содержания сахаров и титруемой кислотности: чем больше соотношение, тем более гармоничный и сбалансированный вкус. Наибольший сахарокислотный коэффициент у сортов Сластиха, Карамелька и Малиновая грязь (коэффициен-

ты 8,5; 6,9; 6,5 соответственно). У сорта Сластиха не самое высокое содержание сахаров, но минимальный показатель титруемой кислотности. Эти сорта имеют наибольшую дегустационную оценку: Сластиха – 4,8 балла, Карамелька – 4,6 балла, Малиновая грязь – 4,5 балла. Наиме-

нее сбалансированный вкус у сорта Пингвин, сахарокислотный коэффициент которого составляет 5,2, так как данный сорт отличается высоким показателем титруемой кислотности. Низкий сахарокислотный коэффициент малины сорта Пингвин согласуется с низкой дегустационной оценкой 3,7 балла.

**Выводы:** 1. В условиях Амурской области ягоды ремонтантной малины, в среднем, по сортам накапливают:  $13,70 \pm 1,47\%$  сухих веществ,  $0,41 \pm 0,09\%$  зольности,  $1,42 \pm 0,22\%$  титруемых кислот,  $41,48 \pm 7,68$  мг/100 г аскорбиновой кислоты,  $9,10 \pm 0,77\%$  сахара.

2. В ходе исследования было определено наибольшее содержание сухого вещества в сортах Малиновая грязь и Похвалинка, наименьшее – в сортах Сластиха и Пингвин. По показателю зольности выделены сорта Конёк-Горбунок, Пингвин, Сластиха. Наиболее высокой титруемой кислотностью отличаются сорта Пингвин, Малиновая грязь и Похвалинка. Больше сахара накапливает ягода ремонтантной малины сортов Малиновая грязь, Оранжевое чудо и Пингвин.

3. Наиболее гармоничным вкусом, определённым по сахарокислотному коэффициенту, обладают сорта Сластиха, Карамелька и Малиновая грязь. Сахарокислотный коэффициент совпадает с высокой дегустационной оценкой.

4. Биохимические показатели ягоды ремонтантной малины зависят от сортовых особенностей и погодных условий.

### Список источников

1. Евдокименко С.Н. Возможности создания ремонтантных сортов малины с высокой экологической адаптацией // Плодо-водство, семеноводство, интродукция древесных растений. 2017. Т. 20. С. 45–47. EDN : ZTCLAH

2. Казаков И.В., Сидельников А.И., Степанов В.В. Ремонтантная малина в России. Челябинск: ООО «НПО «Сад и огород». 2006. 144 с. EDN : QLBSDF

3. Лештаева В.В., Козлова А.Б. Анализ плодоводства и ягодоводства в России и перспективы расширения производства малины в Амурской области // Агропромышленный комплекс: проблемы и перспективы

развития: материалы всероссийской научно-практической конференции. В 2 частях. Благовещенск. 2021. С. 67–73. EDN : GMLIYD

4. Gündesli M.A., Korkman N. and Okatan V. Polyphenol content and antioxidant capacity of berries: A review // International Journal of Agriculture, Forestry and Life Sciences. 2019. Vol. 3(2). Pp. 350–361.

5. Pereira C.C., Da-Silva E.N., De-Souza A.O., Vieira M.A., Ribeiro A.S. and Cadore S. Evaluation of the bioaccessibility of minerals from blackberries, raspberries, blueberries and strawberries // Journal of Food Composition and Analysis. 2018. Vol. 68. Pp. 73–78.

6. Гусева Н.К., Васильева Н.А. Хозяйственно-биологическая оценка нового сорта смородины чёрной академическая // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2022. № 3 (68). С. 13–19. EDN : IXROXZ

7. Васильева Н.А. Оценка перспективных форм жимолости в условиях Западного Забайкалья // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2020. № 1 (58). С. 19–24. EDN : ZPSTCV

8. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений» (официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформагротех». 2021. 719 с. режим доступа: URL : <https://reestr.gossortrf.ru/> дата обращения 20.01.2023.

9. Погода и климат: мониторинг погоды в Благовещенске: режим доступа URL: <https://pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=31510>. Дата обращения 25.01.2023.

10. Евдокименко С.Н., Никулин А.Ф., Быхан И.А. Оценка сортов ремонтантной малины по биохимическим показателям ягод // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2008. № 3. С. 49–53. EDN : MUYRSD

11. Frias-Monero M.N., Parra-Quezada R.A., Ruiz-Carrizales J., Gonzalez-Aguilar G.A., Sepulveda D., Jacobo-Cuellar J.L., Olivas G.I. Quality, bioactive compounds and antioxidant capacity of raspberry cultivated in northern Mexico // International Journal of Food Properties. 2021. № 24 (1). Pp. 603–614.

12. Пакусина А.П., Лештаева В.В., Козлова А.Б., Тимченко Н.А. Оценка сортов малины по биохимическим показателям ягод в условиях Амурской области // Дальневосточный аграрный вестник. 2021. № 4 (60). С. 46–52. EDN : OQDMWM

## References

1. Evdokimenko S.N. Possibilities of creating remontant raspberry varieties with high ecological adaptation. *Plodovodstvo, semenovodstvo, introdukciya drevesnyh rastenij.* 2017;20:45-47 (In Russ.)
2. Kazakov I.V., Sidelnikov A.I., Stepanov V.V. Remontantnaya malina v Rossii [Everbearing raspberries in Russia]. Chelyabinsk, 2006. 144 p. (In Russ.)
3. Leshtaeva V.V., Kozlova A.B. Analysis of fruit and berry growing in Russia and prospects for expanding raspberry production in the Amur region. *Agropromyshlennyj kompleks: problemy i perspektivy razvitiya. Materialy vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii.* V 2 chastyah. Blagoveshchensk. 2021. Pp. 67–73 (In Russ.)
4. Gündesli M.A., Korkman N. and Okatan V. Polyphenol content and antioxidant capacity of berries: A review. *International Journal of Agriculture, Forestry and Life Sciences.* 2019;3(2):350–361.
5. Pereira C.C., Da-Silva E.N., De-Souza A.O., Vieira M.A., Ribeiro A.S. and Cadore S. Evaluation of the bioaccessibility of minerals from blackberries, raspberries, blueberries and strawberries. *Journal of Food Composition and Analysis.* 2018;68:73–78.
6. Guseva N.K., Vasilyeva N.A Economic and biological evaluation of a new variety of black currant Academiceskaya. *Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Filippov.* 2022;3(68):13–19 (In Russ.)
7. Vasilyeva N.A. Evaluation of perspective forms of sweet-berry honeysuckle in the conditions of Western Transbaikalia. *Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Filippov.* 2020;1(58):19–24 (In Russ.)
8. Gosudarstvennyj reestr selektsionnykh dostizhenij dopushhennykh k ispol'zovaniyu: Tom 1. Sorta rastenij. [State Register of breeding achievements approved for use: Volume 1. Plant varieties]. URL : <https://reestr.gossostrf.ru/>. Date of access 20.01.2023.
9. Pogoda i klimat: Monitoring pogody v Blagoveshchenske [Weather and climate: Weather monitoring in Blagoveshchensk]. URL : <https://pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=31510> Date of access 25.01.2023
10. Evdokimenko S.N., Nikulin A.F., Bohan I.A. Evaluation of varieties of repair raspberries by biochemical parameters of berries. *Vestnik of the Bryansk State Academy of Agriculture.* 2008;3:49–53 (In Russ.)
11. Frias-Monero M.N., Parra-Quezada R.A., Ruiz-Carrizales J., Gonzalez-Aguilar G.A., Sepulveda D., Jacobo-Cuellar J.L., Olivas G.I. Quality, bioactive compounds and antioxidant capacity of raspberries cultivated in northern Mexico. *International Journal of Food Properties.* 2021;24(1):603–614.
12. Pakusina A.P., Leshtaeva V.V., Kozlova A.B., Timchenko N.A. Evaluation of raspberry varieties by biochemical parameters of berries in the Amur region. *Far Eastern Agrarian Herald.* 2021;4(60):46–52 (In Russ.)

## Сведения об авторах

**Антонина Павловна Пакусина** – доктор химических наук, профессор кафедры экологии, почвоведения и агрохимии;

**Валентина Викторовна Лештаева** – директор ООО «Аргумент»;

**Татьяна Павловна Платонова** – кандидат химических наук, доцент кафедры химии и химической технологии;

**Анна Борисовна Козлова** – кандидат биологических наук, доцент кафедры лесного дела и ландшафтной архитектуры.

## Information about the authors

**Antonina P. Pakusina** – Doctor of Science (Chemistry), Professor, Chair of Ecology, Soil Science and Agrochemistry;

**Valentina V. Leshtaeva** – Director of Argument LLC;

**Tatyana P. Platonova** – Candidate of Science (Chemistry), Associate Professor, Chair of Chemistry and Chemical Technology;

**Anna B. Kozlova** – Candidate of Science (Biology), Associate Professor, Chair of Forestry and Landscape Architecture.

Статья поступила в редакцию 22.02.2023; одобрена после рецензирования 02.03.2023; принятая к публикации 06.03.2023.

The article was submitted 22.02.2023; approved after reviewing 02.03.2023; accepted for publication 06.03.2023.