


БИОХИМИЧЕСКАЯ И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЯГОД РЕМОНТАНТНОЙ МАЛИНЫ ПРИ ХРАНЕНИИ

Е.Н. Киселева¹, М.А. Раченко¹ , А.М. Раченко^{1,3}, О.Ф. Жилкина², Т.Н. Малова², М.В. Атанова²

¹ СИФИБР СО РАН, 664032, Россия, Иркутск, ул. Лермонтова, 132, matmod@sifibr.irk.ru

² ФГБУ «Иркутская МВЛ», 664000, Россия, Иркутск, ул. Боткина, 4, imvl2004@mail.ru

³ ИРГАУ им. А.А. Ежеевского, 664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, rector@igsha.ru

Аннотация

Для реализации программы по обеспечению импортозамещения сельскохозяйственной продукции необходима замена рынка импортных товаров отечественными. Развитие рынка свежих ягод имеет значение, особенно для регионов, входящих в зону экстремального земледелия. Ремонтантная малина широко используется зарубежными и отечественными сельхозпроизводителями. Возделывание данной культуры экономически обосновано как для закрытого, так и открытого грунта. В условиях Прибайкальского региона эта культура недостаточно распространена. Поэтому исследования, результаты которых приведены в данной статье, имеют высокую актуальность. Статья знакомит с исследованиями, проводимыми на станции Фитотрон, в отделе Прикладных и экспериментальных разработок СИФИБР СО РАН (г. Иркутск). Объектами исследования послужили плоды сортов и форм ремонтантной малины отечественной селекции: Рубиновое ожерелье, Геракл, Евразия, Пингвин, Золотые купола, 37-15-4, 1-220-1 и 32-151-1. Рассмотрена динамика изменения сахаров, витаминов и органических кислот во время хранения. А также с помощью органолептического анализа прослежены изменения вкусовых и товарных показателей в плодах. Плоды собирали в благоприятную погоду, ближе к полудню в фазе потребительской спелости. На хранение закладывали плоды без механических повреждений и признаков поражений патогенами. Хранили плоды в полиэтиленовых контейнерах, при температуре 0...+1°C. При органолептической оценке плодов учитывали следующие показатели: вкус, аромат, внешний вид и плотность по пятибалльной шкале. Для биохимического исследования отбирали плоды сразу после сбора, через 7 и 14 дней хранения. Биохимические исследования проводили в лаборатории токсикологии и биохимии в ФГБУ «Иркутская МВЛ».

Ключевые слова: сорт, форма, плоды, температура, кислоты, фруктоза, глюкоза, сахара, витамины, характеристика

BIOCHEMICAL AND ORGANOLEPTIC ASSESSMENT OF EVER-BEARING RASPBERRY BERRIES DURING STORAGE

E.N. Kiseleva¹, M.A. Rachenko¹ , A.M. Rachenko^{1,3}, O.F. Zhilkina², T.N. Malova², M.V. Atanova²

¹ Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 664032, Russia, Irkutsk, Lermontova Str., 132, matmod@sifibr.irk.ru

² Irkutsk MVL, 664000, Russia, Irkutsk, st. Botkina, 4, imvl2004@mail.ru

³ Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, 664038, Russia, Irkutsk region, Irkutsk district, Molodezhny, rector@igsha.ru

Abstract

To implement the program of ensuring import substitution of agricultural products, it is necessary

to replace the market of imported goods with domestic ones. The development of the market of fresh berries is important, especially for the regions included in the zone of extreme agriculture. Ever-bearing raspberries are widely used by foreign and domestic agricultural producers. Cultivation of this crop is economically justified for both closed and open ground. In the conditions of the Baikal region, this culture is not widespread enough. Therefore, the research, the results of which are presented in this article, are highly relevant. The article introduces the research carried out at the Phytotron station, in the Department of Applied and Experimental Developments of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Irkutsk). The objects of the study were the fruits of cultivars and forms of ever-bearing raspberries of domestic breeding: Rubinovoye Ozherelie, Gerakl, Evrazia, Pingvin, Zolotye Kupola, 37-15-4, 1-220-1 and 32-151-1. The dynamics of changes in sugars, vitamins and organic acids during storage is considered, as well as changes in taste and commodity indicators in fruits are traced using organoleptic analysis. The fruits were harvested in favorable weather, closer to noon in the phase of consumer ripeness. Fruits were stored without mechanical damage and signs of pathogen damage. The fruits were stored in plastic containers at a temperature from 0 to +1°C. For organoleptic evaluation of fruits, the following indicators were taken into account on a five-point scale: taste, aroma, appearance and density of berries. For biochemical research, the fruits were selected immediately after harvesting, after 7 and 14 days of storage. Biochemical studies were carried out in the Laboratory of Toxicology and Biochemistry at the Irkutsk MVL.

Key words: cultivar, form, fruits, temperature, acids, fructose, glucose, sugars, vitamins, characteristics

Введение

В Иркутской области набирают популярность сорта малины обыкновенной с ремонтантным типом плодоношения. Преимущество возделывания ремонтантных сортов малины перед сортами летнего срока созревания основывается на их высокой продуктивности, плодоношении в первый год после посадки, более длительном периоде плодоношения, возможности возделывания в закрытом грунте и более длительным периодом хранения ягод. Плоды малины ремонтантной могут стать важнейшим компонентом в структуре питания местного населения благодаря высокому содержанию сахаров, витаминов и микроэлементов. Плоды большинства сортов ремонтантной малины не уступают по питательности летним сортам малины (Раченко и др., 2021).

Плоды малины ремонтантной относят к продукции с низким показателем лежкости (Seglina et al., 2010). Это ограничивает продолжительность использования плодов в свежем виде (Антипенко, 2019). Выделение сортотипов ремонтантной малины с более длительным периодом хранения и максимально сохраненными питательными и товарными качествами одна из важнейших задач для селекционеров. Несмотря на то, что в плодах количественное соотношение питательных веществ является генотипическим признаком (Евдокименко и др., 2008), оно может изменяться в процессе хранения. А вот какие сорта характеризуются меньшими потерями сахаров, витаминов и кислот при хранении мы выяснили в результате исследования.

Цель исследования – выявление сортов и форм ремонтантной малины, плоды которых при продолжительном хранении имеют минимальные потери питательной ценности и органолептических качеств.

Задачи исследования:

1. Выполнить сравнительный биохимический анализ ягод во время хранения.
2. Провести органолептическую оценку ягод в разные периоды хранения.

Материалы, методы и объекты исследований

Объектами исследования послужили плоды сортов и форм ремонтантной малины отечественной селекции: Рубиновое ожерелье, Геракл, Евразия, Пингвин, Золотые купола, 37-15-4, 1-220-1 и 32-151-1 коллекционного участка СИФИБР СО РАН в городе Иркутске на участке многолетних насаждений малины площадью 0,2 га. Исследования проводили согласно программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур (Казаков и др., 1999). Период исследования 2020...2022 гг. Для анализа отбирали здоровые, без механических повреждений ягоды в технической степени зрелости. Плоды взвешивали и охлаждали при температуре +4...+6°C в течение 2...4 часов (Емельянова и др., 2016). Это является одним из необходимых этапов сохранения качества растительного сырья (Венгер и др., 2017). После охлаждения раскладывали в одноразовые полиэтиленовые контейнеры, объемом 250 мл и размещали в климатической камере МКТ фирмы Binder. Условия хранения были одинаковые: температура 0...+1°C, и постоянная относительная влажность воздуха 50...60%.

Оценку качества хранения плодов проводили по ГОСТ 33915-2016. Оценивали общее состояние, внешний вид (плоды чистые, здоровые без лишней влажности), запах и вкус (отсутствие посторонних запахов и вкуса, соответствие pomологическому описанию) и количество некондиционных экземпляров сразу после сбора, через 7 и 14 дней хранения. При повреждении в упаковке более 1/3 – плоды признавались не пригодными.

Для органолептической оценки ягод использовали 5-ти балльную систему оценки, разработанную в отделе Прикладных и Экспериментальных разработок на основании ГОСТ 33915-2016. Для оценки внешнего вида предлагалась следующая шкала: 5 – плоды чистые, сухие, целые, здоровые, однородные по размеру и зрелости; 4 – плоды чистые, сухие, целые, здоровые, менее однородные по размеру и зрелости; 3 – плоды чистые, сухие, целые, здоровые, неоднородные по размеру и зрелости; 2 – плоды с плодоложем, мягкие, с признаками инфекций и повреждениями насекомыми, неоднородны по зрелости и размеру; 1 – неудовлетворительный товарный вид. Для оценки вкуса: 5 – хорошо выраженный малиновый, сладкий, с легкой кислинкой, с приятным послевкусием; 4 – не ярко выраженный малиновый, сладкий, с легкой кислинкой, с приятным послевкусием; 3 – малиновые нотки слабые, не выраженный; 2 – малиновые нотки отсутствуют, практически безвкусные; 1 – неприятный. Для оценки аромата: 5 – хорошо выраженный, приятный, малиновый; 4 – не выраженный, приятный, малиновый; 3 – слабовыраженный, приятный, малиновый; 2 – практически отсутствует; 1 – без малинового аромата, присутствие неопределенных ноток, несвойственных плодам малины. Результатом общей оценки стал среднеарифметический показатель. Результаты органолептической оценки проверяли расчетом стандартного отклонения. Для 5-ти балльной шкалы, если отклонение не превышает 0,5 балла, то совокупность оценок однородна, при отклонении в 1 и более балла – неоднородна.

Для биохимического исследования отбирали плоды сразу после сбора, через 7 и 14 дней хранения. Плоды замораживали и хранили в морозильной камере МКТ фирмы Binder при температуре -35°C. При заморозке сохраняются до 80...90% биологически активных веществ. (Антипенко, 2019; Причко, Дрофичева, 2015). Анализировали плоды одинакового срока хранения (не более 1 месяца). Исследования проводили в лаборатории токсикологии и биохимии в ФГБУ «Иркутская МВЛ». Определение сахаров в плодах (ГОСТ 32167-2013) проводили на жидкостном хроматографе Shimadzu тип Prominence, оснащенный рефрактометрическим детектором RID – 20A Ser. No L 214655 04296. Для приготовления растворов и элюентов использовали деионизированную воду, которую получали на установке AquaMAX-Ultra. Исходные стандартные растворы глюкозы, фруктозы, сахарозы с

концентрацией 5,0 мг/мл готовили из ГСО фирмы Sigma-Aldrich или Supelco. Определение витаминов (ГОСТ 34151-2017, ГОСТ Р 54635-2011, ГОСТ 25999-83, ГОСТ Р 50479-93, ГОСТ Р 54634-2011) проводили на жидкостном хроматографе Agilent G 1322, оснащённом флуориметрическим и диодно-матричным детекторами. Для приготовления растворов использовали дионизированную воду AquaMAX-Ultra. Растворы для анализа готовили и хранили в темноте при + 4,0°С в стеклянной посуде с притертыми пробками. Рабочие растворы готовили разбавлением исходного раствора водой непосредственно перед анализом. Определение массовой доли органических кислот выполняли методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель-205» фирмы Льюмэкс (ГОСТ Р 56373-2015). Сущность метода заключается в извлечении из проб органических кислот дистиллированной водой, дальнейшем разделении анионных форм органических кислот, вследствие различий их электрофоретической подвижности в процессе миграции по кварцевому капилляру в электролите под действием электрического поля, с последующей регистрацией разницы оптического поглощения электролитом и анионных форм определяемых компонентов в ультрафиолетовой области спектра. Все исследования проводили в трехкратной биологической и трехкратной аналитической повторности.

Статистическую обработку результатов проводили по стандартной методике (Огольцова, Красова, 1999) с использованием программы Microsoft Office Excel.

Результаты и их обсуждение

Результаты исследования подходящего режима для хранения плодов малины ремонтантной (2019...2021 гг.) показали, что оптимальная температура хранения плодов ремонтантной малины +1...+2°С и -1...0°С (Киселева и др., 2021). Для последующих исследований при хранении плодов использовали усредненную температуру 0...+1°С. Плоды большинства сортов, сохранялись в кондиционном состоянии до 14 дней. Исключение составила форма 1-220-1, плоды которой сохраняли кондиционный вид не более 10 дней, далее ягоды интенсивно повреждались возбудителями грибных инфекций.

После сбора плодов была проведена первая органолептическая оценка плодов, затем ее выполнили через 7 и 14 дней. Среднестатистическое отклонение составило от 0,35 до 0,49. Результаты оценки представлены на рисунке 1.

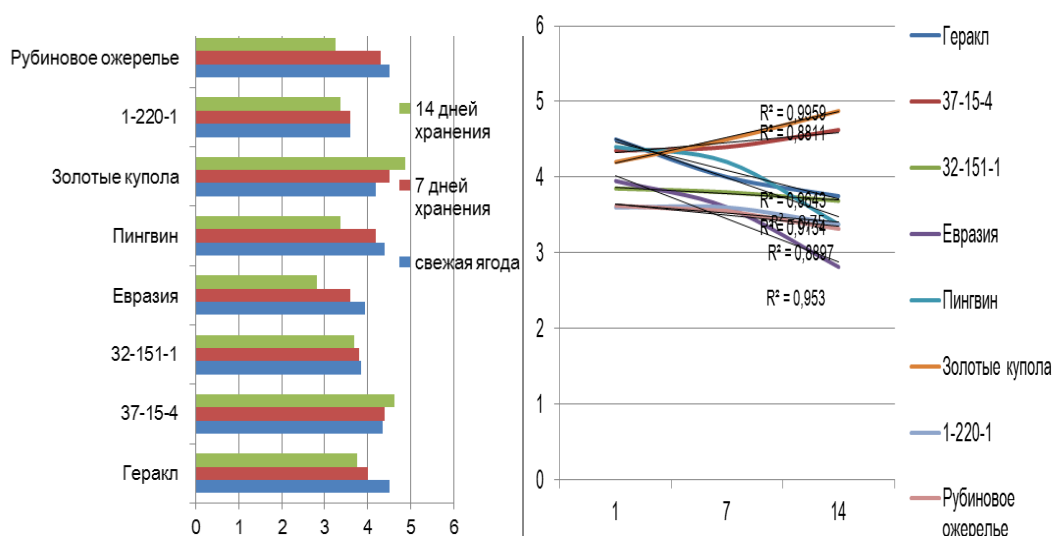


Рисунок 1 – Органолептическая оценка плодов малины ремонтантной, график корреляции

Дегустационная оценка показала, что при хранении ухудшается вкус и товарный вид у ягод сортов Рубиновое ожерелье, Евразия и Пингвин в среднем на 1,17 баллов (с 4,5 до 3,3; с 3,9 до 2,8 и с 4,4 до 3,4 соответственно). Существенно на 0,8 балла снижается оценка плодов у сорта Геракл. У формы 37-15-4 и сорта Золотые купола, наоборот, за период хранения ягоды становятся более ароматными и вкусными, поэтому средний балл повысился на 0,3 и 0,7 балла. На корреляционном графике видна прямая зависимость периода хранения от оценки плодов. Коэффициент корреляции по сортам составляет от 0,78 до 0,99. Стандартное отклонение в пределах 0,32 до 0,89.

Пищевая и диетическая привлекательность плодов заключается в том, что в их составе преобладают моносахариды – глюкоза и фруктоза, в меньшем количестве дисахарид – сахароза (Матназарова, 2019). Сахара в плодах и овощах это важные запасные питательные вещества, содержание которых при хранении может увеличиваться, так как вследствие гидролиза крахмала образуется глюкоза. Особенно активно тратится сахароза (Гусейнова и др., 2007), в меньшей степени фруктоза и глюкоза. На графике содержания сахаров в плодах мы видим, что на седьмой день хранения общее содержание сахаров резко увеличивается, особенно за счет фруктозы (на 80%) и сахарозы (на 72%) и в меньшей степени происходит увеличение глюкозы (на 66%) (рисунок 2).

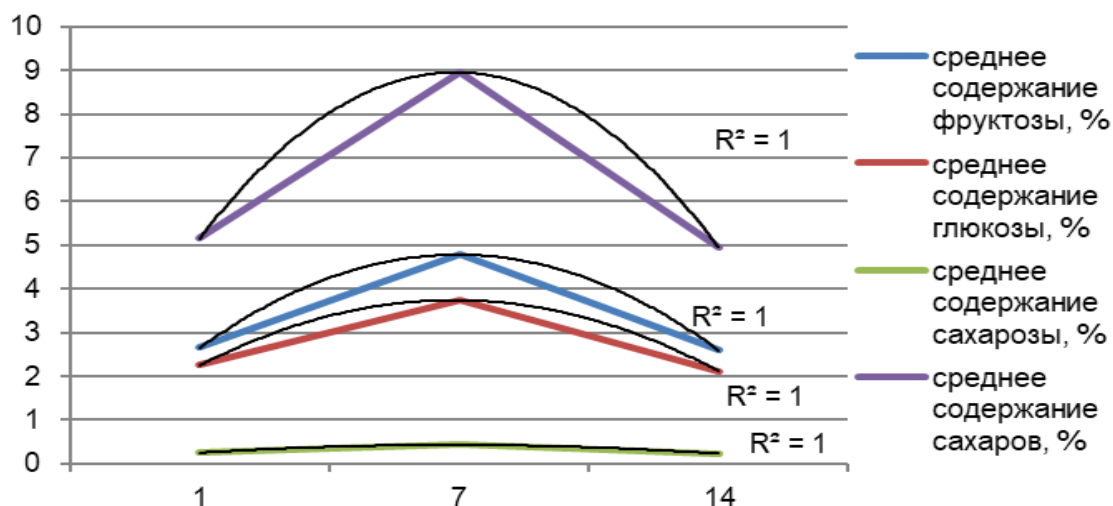


Рисунок 2 – График изменения содержания сахаров в плодах малины ремонтантной при режиме хранения 0...+1°C, %, корреляционная зависимость

Через две недели отмечены потери сахаров, на 2% снизилось содержание фруктозы, по сравнению с первоначальным показателем, на 4% глюкозы и наибольшее снижение наблюдалось в содержании сахарозы на 8%. При этом не у всех сортов потери сахаров одинаковые. На рисунках 3, 4 и 5 в динамике показано изменение содержания сахаров в плодах по сортам. В период закладки на хранение наибольшее содержание фруктозы отмечено в плодах сорта Рубиновое ожерелье и формы 37-15-4. За две недели хранения в плодах сорта Рубиновое ожерелье отмечены потери этого показателя на 15%, у формы 32-151-4 на 7% (составило 3,59% и 3,52% соответственно).

У сорта Золотые купола на 14 день хранения отмечено повышение содержания фруктозы в плодах на 14,8%, показатель повысился с 2,1% до 2,41%. (рисунок 3). Колебаний содержания фруктозы в плодах у остальных исследуемых сортов не более 3%.

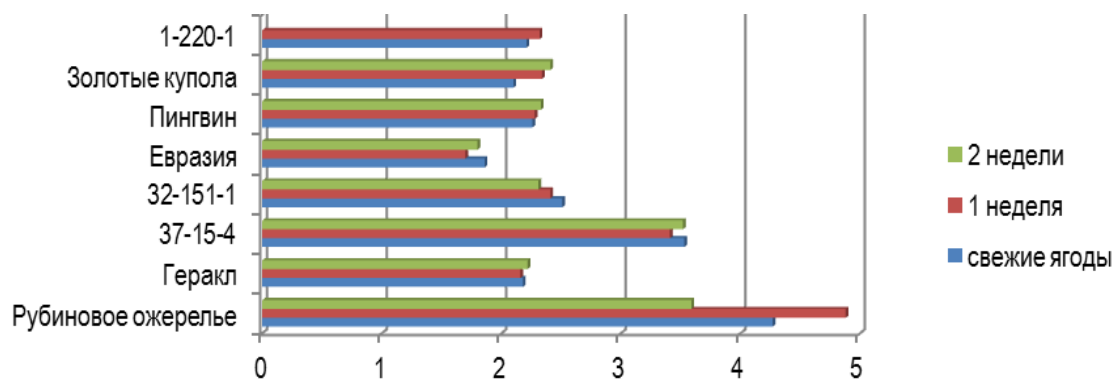


Рисунок 3 – Динамика содержания фруктозы в плодах малины ремонтантной при режиме хранения 0...+1°C, %

При анализе содержания глюкозы в плодах исследуемых сортов, отмечено, что через две недели хранения наибольшие потери были в плодах сортов: Геракл (на 42%) показатель снизился с 1,77% до 1,03%, Евразия (на 17%) – с 1,5% до 1,24%, Рубиновое ожерелье (на 14%) – с 3,97% до 3,41%, Золотые купола (на 13%) – с 1,75% до 1,51% и формы 37-15-4 (на 10%) – с 2,5% до 2,25%. У плодов сорта Пингвин и формы 32-151-1 потери глюкозы составили менее 2% (рисунок 4).

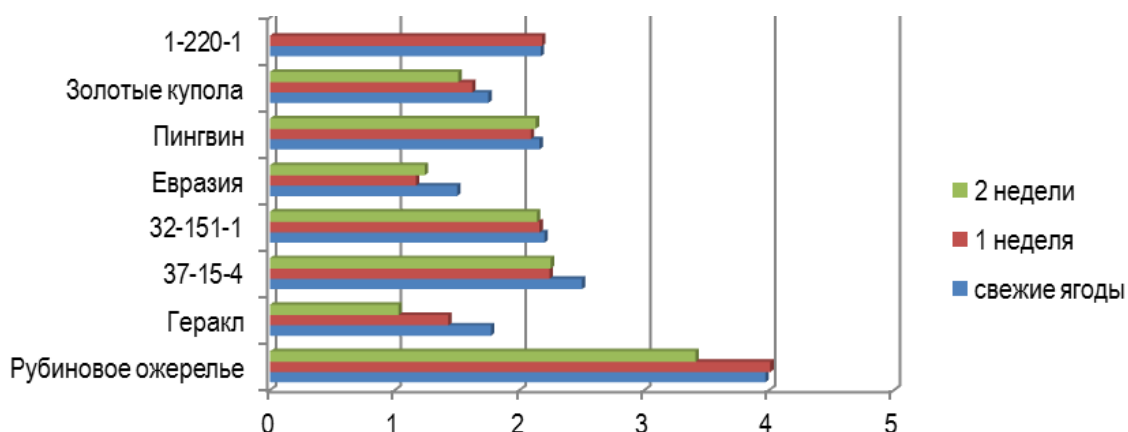


Рисунок 4 – Динамика содержания глюкозы в плодах малины ремонтантной при режиме хранения 0...+1°C, %

Наибольшие потери сахарозы в плодах при длительном хранении отмечены в плодах сорта Евразия и формы 37-15-4 – показатель снижался с 0,2% до 0,15% (на 25%), Геракл (на 13,3%) – с 0,3% до 0,26%, и у формы 32-151-1 (на 6,7%) – с 0,3% до 0,28%. В плодах сорта Пингвин отмечено повышение содержания сахарозы в плодах к концу второй недели хранения на 18,2%, показатель повышался с 0,22% до 0,26% (рисунок 5).

Наравне с сахарами важным компонентом плодов являются органические кислоты, которые играют важную роль в формировании вкуса и аромата плодов (более 90% из них представлены яблочной и лимонной кислотами) (Почицкая и др., 2019). В процессе хранения кислоты используются при дыхании, поэтому важно поддерживать оптимальные условия хранения, которые снижают интенсивность дыхания. Во время хранения они распадаются быстрее, чем сахара, и соответственно изменяется сахарокислотный индекс, от которого напрямую зависят вкусовые качества плодов (Янчук, Макаркина, 2014).

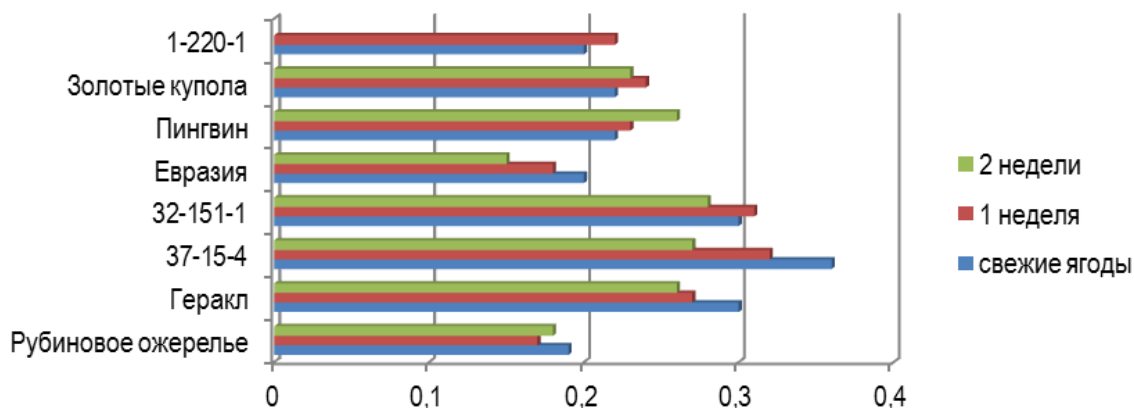


Рисунок 5 – Динамика содержания сахарозы в плодах малины ремонтантной при режиме хранения 0...+1°C, %

В лаборатории токсикологии и биохимии плоды малины ремонтантной исследовали на наличие кислот. В значимых количествах были выявлены лимонная (87% от общего количества кислот) и яблочная (2,5% от общего количества кислот), остальные отмечены в незначительных количествах (менее 2%). В плодах малины ремонтантной выявлено содержание следующих кислот: щавелевой – менее 0,03%, фумаровой – менее 0,005%, янтарной – менее 0,05%, пропионовой – менее 0,1%, молочной – менее 0,12%, бензойной – менее 0,005%, сорбиновой – менее 0,025%. На рисунке 6 видно, что, при хранении наблюдается постепенное и значительное снижение содержания лимонной кислоты на 27,59% (с 2,9% до 2,1%), в то время как снижение яблочной заметно меньше и составляет всего 12,94% (с 0,085% до 0,074%).

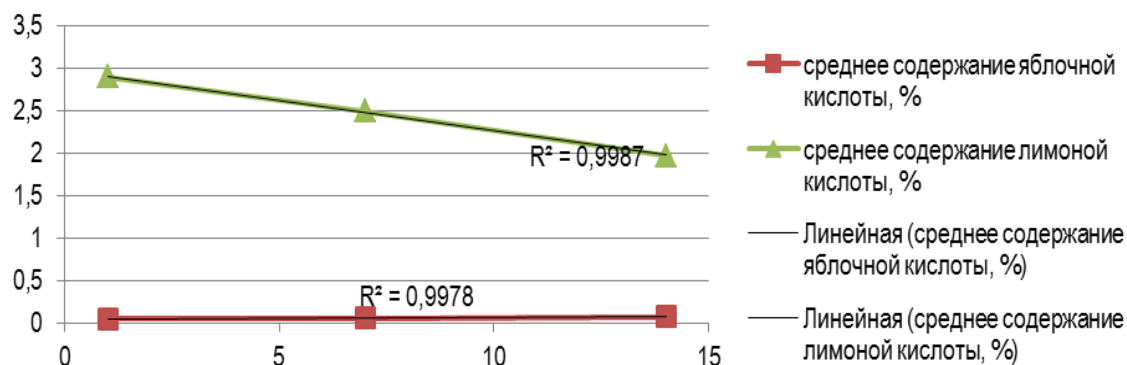


Рисунок 6 – График изменения содержания кислот в плодах малины ремонтантной при режиме хранения 0...+1°C, %, корреляционная зависимость

На корреляционном графике видна прямая зависимость периода хранения от оценки плодов. Коэффициент корреляции на обоих графиках составляет 0,99.

Наибольшие потери лимонной кислоты через две недели хранения отмечены в плодах у сортов Геракл на 46,4% (с 3,51% до 1,88%), Рубиновое ожерелье, Золотые купола и форм 37-15-4 и 32-151-1 потери составили от 32 до 38%. Отсутствуют потери лимонной кислоты за период хранения в плодах сорта Евразия (рисунок 7).

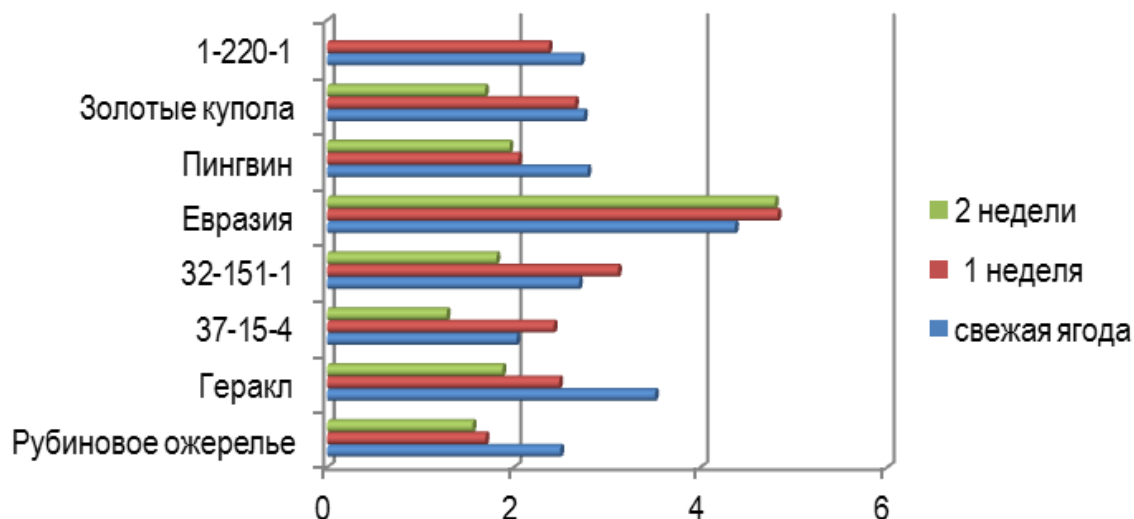


Рисунок 7 – Динамика содержания лимонной кислоты в плодах малины ремонтантной при режиме хранения 0...+1°C, %

Содержание яблочной кислоты после двух недель хранения значительно снизилось в плодах сорта Золотые купола на 34% (с 0,076% до 0,05%) и формы 32-151-1 на 38,3% (с 0,081% до 0,05%). В плодах сорта Евразия потери яблочной кислоты составили 16,7% (с 0,263% до 0,219%). В плодах сортов Рубиновое ожерелье, Геракл и формы 37-15-4 потерь яблочной кислоты не зафиксировано (рисунок 8).

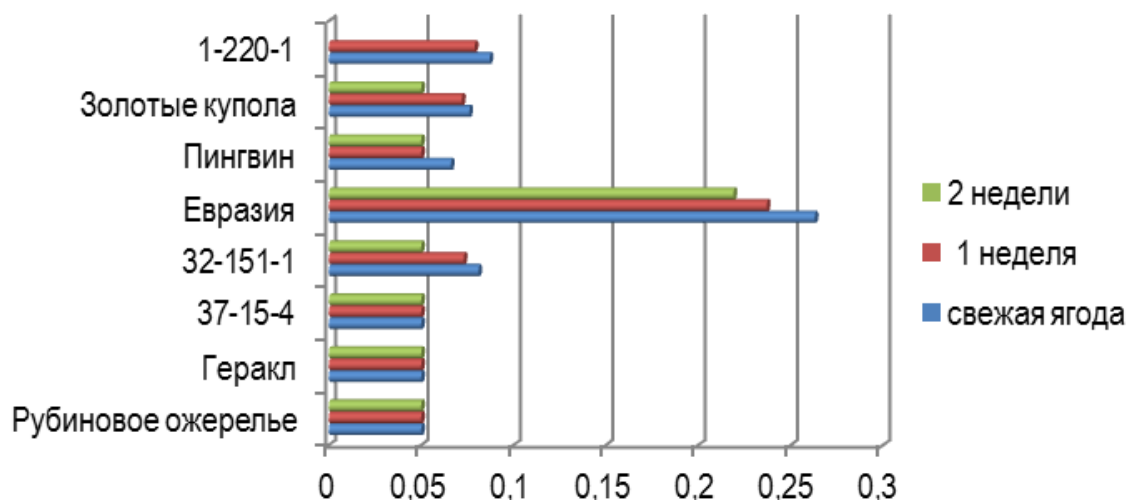


Рисунок 8 – Динамика содержания яблочной кислоты в плодах малины ремонтантной при режиме хранения 0...+1°C, %

Малина, хотя и в меньшей степени, является источником ряда витаминов, таких как А, В1, В2, Е, РР (Жбанова, 2018). В плодах малины ремонтантной выделили и проанализировали витамины: А, В1, В2, С, Е и РР. По результатам исследования можно сказать, что плоды малины богаты витаминами: С, Е и РР, их содержание значимо в питании человека. Витамина А содержится около $0,02 \pm 0,004$ мг/100г, В1 и В2 менее $0,01 \pm 0,002$ мг/100г, витамина С от $6,5 \pm 0,43$ до $12,5 \pm 0,86$ мг/100г, витамина Е – от $0,17 \pm 0,03$ до $0,31 \pm 0,07$ мг/100г, витамина РР – от $0,20 \pm 0,04$ до $0,39 \pm 0,06$ мг/100г. Содержание витаминов в плодах при длительном хранении уменьшается. Содержание витаминов А, В1 и В2 за период хранения не изменилось.

Снижение количества витаминов Е и РР за период хранения в пределах 8...9% равномерно по сортам. Содержания витамина С при хранении плодов заметно снижается, у некоторых сортов неравномерно (рисунок 9).

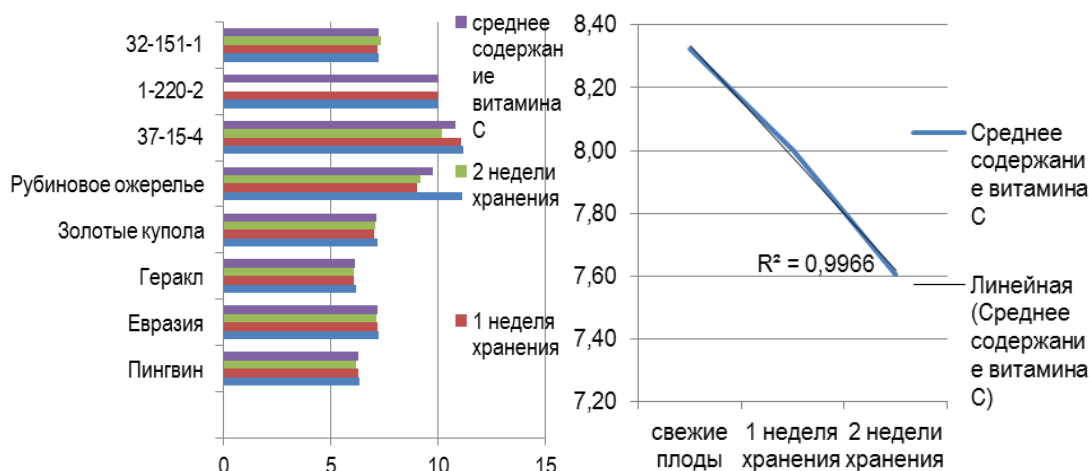


Рисунок 9 – Среднее содержание витамина С в плодах малины ремонтантной, мг/100г, график корреляции

Наибольшие потери витамина С в плодах отмечены у сорта Рубиновое ожерелье и составили более 17,6% (с 11,14 мг/100г до 9,18 мг/100г) и формы 37-15-4 – более 8% (с 11,08 мг/100г до 10,18 мг/100г). У остальных сортов и форм потери витамина С составили не более 2%.

Выводы

В результате органолептической оценки выявлено, что за период двухнедельного хранения у формы 37-15-4 и сорта Золотые купола, средний балл повысился на 0,3 и 0,7 балла.

После двухнедельного хранения в плодах отмечены потери сахаров: на 2% снижение содержания фруктозы, на 4% глюкозы и наиболее снижение наблюдается содержания сахарозы на 8%. Если рассматривать по сортам, то наименьшие потери глюкозы выявлены в плодах сорта Пингвин и формы 32-151-1 – менее 2%. Повышение содержания фруктозы в плодах отмечено у сорта Золотые купола на 14,8%, а в плодах сорта Пингвин отмечено повышение содержания сахарозы на 18%.

Отсутствуют потери лимонной кислоты за период хранения в плодах сорта Евразия. В плодах сортов: Рубиновое ожерелье, Геракл и формы 37-15-4 потерь яблочной кислоты не отмечено.

Содержание витаминов А, В1 и В2 за период хранения не изменилось. Наблюдается снижение количества витаминов Е и РР за период хранения в пределах 8...9% равномерно по сортам. Наибольшие потери витамина С в плодах отмечено у сорта Рубиновое ожерелье и составляет более 17,6% и формы 37-15-4 – более 9%. У остальных сортов и форм потери витамина С составили не более 2%.

Благодарности

Благодарность выражается ЦКП «Биоаналитика» и ЦКП «Биоресурсный центр» Сибирского института физиологии и биохимии растений СО РАН (г. Иркутск, Россия) за возможность использования в исследованиях оборудования и коллекционного материала. Благодарность выражается руководству ФГБУ «Иркутская МВЛ» за возможность

использования в исследованиях оборудования и материалов.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Антипенко М.И. Оценка замороженных ягод малины в условиях Самарской области по некоторым компонентам химического состава // Плодоводство и ягодоводство России. 2019. Т. 58. С. 11-17. DOI: 10.31676/2073-4948-2019-58-11-17. EDN [GSJSYN](#)
2. Венгер К.П., Попков В.И., Феськов О.А., Шишкина Н.С., Карастоянова О.В., Шаталова Н.И. Экспериментальные исследования процесса и технологии быстрого охлаждения растительной продукции с использованием газообразного азота // Вестник Международной академии холода. 2017. № 4. С. 66-74. DOI: 10.21047/1606-4313-2017-16-4-66-74. EDN [YOOICI](#)
3. ГОСТ 33915-2016 Малина и ежевика свежие. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2016. 13 с.
4. Гусейнова Б.М., Котенко М.Е., Даудова Т.И. Изменение сахарокислотного комплекса фруктовых смесей в процессе быстрого замораживания и длительного хранения // Вестник ДГТУ. Технические науки. 2007. №12. С. 140-144. EDN [TJSQWP](#)
5. Евдокименко С.Н., Никулин А.Ф., Бохан И.А. Оценка сортов ремонтантной малины по биохимическим показателям ягод // Вестник Брянской ГСХА. 2008. № 3. С. 48-52. EDN [MUYRSD](#)
6. Емельянова О.В., Криворот А.М., Марцинкевич Д.И. Технологический регламент хранения ягод малины ремонтантной // Плодоводство. 2016. Т. 28. С. 365-377. EDN [YRSRDN](#)
7. 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. EDN [YWOFYL](#)
8. Киселева Е.Н., Раченко М.А., Раченко А.М., Камышова Л.Е. Оценка пригодности ягод ремонтантной малины к хранению при различных температурах в условиях обычной атмосферы // Современное садоводство. 2021. №1. С. 36-47. DOI: 10.24411/23126701_2021_0105. EDN [DHJXHL](#)
9. Матназарова Д.И. Биохимическая оценка ягод малины – начальный этап селекции на улучшение химического состава плодов // Вестник аграрной науки. 2019. № 6(81). С. 166-170. DOI: 10.15217/48484. EDN [TWTJAC](#)
10. Почицкая И.М., Росляков Ю.Ф., Комарова Н.В., Рослик В.Л. Исследование компонентов, формирующих органолептические характеристики плодов и ягод // Техника и технология производств. 2019. Т. 49, № 1. С. 50-61. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-1-50-61>. EDN [ZQFUDZ](#)
11. Причко Т.Г., Дрофичева Н.В. Влияние заморозки на показатели качества ягод малины // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК — продукты здорового питания. 2015. № 4. С.40-45. EDN [VHORRN](#)
12. Казаков И.В., Грюнер Л.А., Кичина В.В. Малина, ежевика и их гибриды // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. С. 374-395. EDN [YHAPQH](#)
13. Огольцова Т.П., Красова Н.Г. Корреляционный и регрессионный анализ // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК, 1999. С. 374-395. EDN [YHAQIJ](#).

14. Раченко М.А., Киселева Е.Н., Камышова Л.Е., Раченко А.М. Селекционная оценка замороженных плодов малины по биохимическим показателям в условиях Предбайкалья // Современное садоводство. 2021. № 2. С. 14-27. DOI: 10.52415/23126701_2021_0202. EDN [EVSGSS](#)
15. Янчук Т.В., Макаркина М.А. Влияние метеорологических условий вегетационного периода на накопление сахаров и органических кислот в ягодах смородины черной // Современное садоводство. 2014. № 2. С.62-69. EDN [SHPKDL](#)
16. Seglina D., Krasnova I., Heidemane G., Kampuse S., Dukalska L., Kampuss K. Packaging technology influence on the shelf life extension of fresh raspberries // Acta Horticulturae. 2010. Vol. 877. P. 433-440. DOI: 10.17660/ActaHortic.2010.877.56

References

1. Antipenko, M.I. (2019). Evaluation of frozen raspberry fruits in the conditions of Samara region by some components of the chemical composition. *Pomiculture and small fruits culture in Russia*, 58, 11-17. <https://doi.org/10.31676/2073-4948-2019-58-11-17>. EDN [GSJSYN](#). (In Russian, English abstract).
2. Venger, K.P., Popkov, V.I., Feskov, O.A., Shishkina, N.S., Karastoyanova, O.V., & Shatalova, N.I. (2017). Rapid freezing of herbal products by gaseous nitrogen. *Journal of international academy of refrigeration*, 4, 66-74. <https://doi.org/10.21047/1606-4313-2017-16-4-66-74>. EDN [YOOICI](#). (In Russian, English abstract).
3. Kubanagrostandart (2016). *National Standards of the Russian Federation. Fresh raspberries and blackberries. Specifications (GOST 33915-2016)*. Standartinform (In Russian).
4. Huseynova, B.M., Kotenko, M.E., & Daudova, T.I. (2007). Changes in the sugar-acid complex of fruit mixtures during rapid freezing and long-term storage. *Herald of Daghestan State Technical University. Technical Sciences*, 12, 140-144. EDN [TJSQWP](#). (In Russian).
5. Evdokimenko, S.N., Nikulin, A.F., & Bokhan, I.A. (2008). Estimation of kinds of raspberry on biochemical indexes of berries. *Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy*, 3, 48-52. EDN [MUYRSD](#). (In Russian, English abstract).
6. Emelyanova, O.V., Krivorot, A.M., & Martsinkevich, D.I. (2016). Process regulations of fruit storage of autumn raspberry. *Fruit Growing*, 28, 365-377. EDN [YRSRDN](#). (In Russian, English abstract).
7. Zhananova, E.V. (2018). Fruit of raspberry *Rubus idaeus* L. as a source of functional ingredients (review). *Food processing: techniques and technology*, 48(1), 5-14. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2018-1-5-14>. EDN [YWOFYL](#). (In Russian, English abstract).
8. Kiseleva, E.N., Rachenko, M.A., Rachenko, A.M., & Kamyshova, L.E. (2021). Suitability of primocane-fruiting raspberry for storage at different temperatures under normal atmospheric conditions. *Contemporary horticulture*, 1, 36-47. https://www.doi.org/10.24411/23126701_2021_0105. EDN [DHJXHL](#). (In Russian, English abstract).
9. Matnazarova, D.I. (2019). Biochemical assessment of raspberry fruit is the first stage of breeding for the improvement of chemical fruit composition. *Bulletin of agrarian science*, 6, 166-170. <http://dx.doi.org/10.15217/48484>. EDN [TWTJAC](#). (In Russian, English abstract).
10. Pochitskaya, I.M., Roslyakov, Yu.F., Komarova, N.V., & Roslik, V.L. (2019). Sensory components of fruits and berries. *Food processing: techniques and technology*, 49(1), 50-61. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-1-50-61>. EDN [ZQFUDZ](#). (In Russian, English abstract).

11. Prichko, T.G., & Droficheva, N.V. (2015). The influence of freezing on the quality of raspberries // *Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex-healthy food products*, 4, 40-45. EDN [VHORRN](#). (In Russian, English abstract).
12. Kazakov, I.V., Gruner, L.A., & Kichina, V.V. (1999). Raspberries, blackberries and their hybrids. In E.N. Sedov & T.P. Ogoltsova (Eds.), *Program and methods of variety investigation of fruit, berry and nut crops* (pp. 374-395). VNIISPK. EDN [YHAPQH](#). (In Russian).
13. Ogoltsova, T.P., & Krasova, N.G. (1999). Correlation and regression analysis. In E.N. Sedov & T.P. Ogoltsova (Eds.), *Program and methods of variety investigation of fruit, berry and nut crops* (pp. 589-597). VNIISPK. EDN [YHAQIJ](#). (In Russian).
14. Rachenko, M.A., Kiseleva, E.N., Kamyshova, L.E., & Rachenko, A.M. (2021). Selection evaluation of frozen raspberry fruits by biochemical parameters in the conditions of the Cisbaikalia. *Contemporary horticulture*, 2, 14-27. https://doi.org/10.52415/23126701_2021_0202. EDN [EVSGSS](#). (In Russian, English abstract).
15. Yanchuk, T.V., & Makarkina, M.A. (2014). Effect of meteorological conditions on sugar and organic acids accumulation in black currant berries during the vegetative period. *Contemporary horticulture*, 2, 62-69. EDN [SHPKDL](#). (In Russian, English abstract).
16. Seglina, D., Krasnova, I., Heidemane, G., Kampuse, S., Dukalska, L., & Kampuss, K. (2010). Packaging technology influence on the shelf life extension of fresh raspberries. *Acta Horticulturae*, 877, 433-440 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.877.56>

Авторы:

Елена Николаевна Киселева, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий инженер отдела прикладных и экспериментальных разработок СИФИБР СО РАН, elenasolya@mail.ru
ORCID: 0000-0002-4267-5829

Максим Анатольевич Раченко, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории физиолого-биохимической адаптации растений, заведующий отделом прикладных и экспериментальных разработок СИФИБР СО РАН, bigmks73@rambler.ru
ORCID: 0000-0001-7644-7771

Анна Максимовна Раченко, ведущий инженер отдела прикладных и экспериментальных разработок СИФИБР СО РАН, преподаватель кафедры земледелия и растениеводства ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ
ORCID: 0000-0001-5568-4938

Ольга Федоровна Жилкина, заведующий отделом токсикологии и биохимии ФГБУ «Иркутская МВЛ», olga_usib@bk.ru

Татьяна Николаевна Малова, кандидат химических наук, токсиколог отдела токсикологии и биохимии, ФГБУ «Иркутская МВЛ», olga_usib@bk.ru

Мария Вячеславовна Атанова, заместитель заведующего отделом токсикологии и биохимии ФГБУ «Иркутская МВЛ», olga_usib@bk.ru

Authors details:

Elena Kiseleva, PhD in Agriculture, leading engineer in department of applied and experimental developments of the Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, elenasolya@mail.ru
ORCID: 0000-0002-4267-5829

Maxim Rachenko, Doctor of Agricultural Sciences, leading researcher in laboratory of physiological and biochemical plant adaptation, Head of the department of applied and experimental development of the Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry of the

Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, bigmks73@rambler.ru

ORCID: 0000-0001-7644-7771

Anna Rachenko, leading engineer in department of applied and experimental developments of the Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, lecturer in Irkutsk State Agrarian University

ORCID: 0000-0001-5568-4938

Olga Zhilkina, head of the department of toxicology and biochemistry in «Irkutsk MVL», olga_usib@bk.ru

Tatyana Malova, PhD in Chemistry, toxicologist of the department of toxicology and biochemistry in «Irkutsk MVL», olga_usib@bk.ru

Maria Atanova, deputy head of the department of toxicology and biochemistry in «Irkutsk MVL», olga_usib@bk.ru