

## Обзор / Review

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-3-50-55>  
УДК 635.48:663.813

В.А. Харченко<sup>1</sup>, Н.А. Голубкина<sup>1\*</sup>,  
В.И. Терешонок<sup>1</sup>, А.И. Молдован<sup>1</sup>,  
М.Н. Богачук<sup>2</sup>, Е.Г. Кекина<sup>3</sup>, М.С. Антошкина<sup>1</sup>,  
Л.В. Павлов<sup>1</sup>, Т.Т. Папазян<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр овощеводства" (ФГБНУ ФНЦО) 143072, Россия, Московская область, Одинцовский район, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14

<sup>2</sup> ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи» 119240, Россия, Москва, Устьинский пр., 2/14

<sup>3</sup> ФГБОУ ДПО Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России) 123995, Россия, Москва, ул. Баррикадная, д.2/1

<sup>4</sup> ООО Alltech 105062, Россия, Москва, Подсосенский пер., д. 26, стр. 3

\*Корреспонденция: [segolubkina45@gmail.com](mailto:segolubkina45@gmail.com)

**Вклад авторов:** Все авторы участвовали в написании статьи, прочитали и согласились с опубликованной версией рукописи.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Харченко В.А., Голубкина Н.А., Терешонок В.И., Молдован А.И., Богачук М.Н., Кекина Е.Г., Антошкина М.С., Павлов Л.В., Папазян Т.Т. Перспективы производства и использования сока ревеня. *Овощи России*. 2023;(3):50-55. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-3-50-55>

**Поступила в редакцию:** 22.03.2023

**Принята к печати:** 07.04.2023

**Опубликована:** 09.06.2023

Viktor A. Kharchenko<sup>1</sup>, Nadezhda A. Golubkina<sup>1\*</sup>,  
Vladimir I. Tereshonok<sup>1</sup>, Anastasia I. Moldovan<sup>1</sup>,  
Maria N. Bogachuk<sup>2</sup>, Elena G. Kekina<sup>3</sup>,  
Marina S. Antoshkina<sup>1</sup>, Leonid V. Pavlov<sup>1</sup>,  
Tigran T. Papazyan<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSVC) 14, Seleccionnaya str., VNISSOK, Odintsovo district, Moscow region, Russia, 143072

<sup>2</sup> Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety Ustyinsky pr., 2/14, Moscow, Russia, 119240

<sup>3</sup> Medical Academy for Post-Graduate Education 2/1, Barrikadnaya st., Moscow, Russia, 123995

<sup>4</sup> LLC Alltech Podosensky lane, 26, building 3, Russia, Moscow, 105062

\*Correspondence: [segolubkina45@gmail.com](mailto:segolubkina45@gmail.com)

**Authors' Contribution:** All authors confirm they have contributed to the intellectual content of this paper.

**Conflict of interest.** The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

**For citations:** Kharchenko V.A., Golubkina N.A., Tereshonok V.I., Moldovan A.I., Bogachuk M.N., Kekina E.G., Antoshkina M.S., Pavlov L.V., Papazyan T.T. Prospects of Rhubarb Juice Production and Utilization. *Vegetable crops of Russia*. 2023;(3):50-55. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-3-50-55>

**Received:** 22.03.2023

**Accepted for publication:** 07.04.2023

**Published:** 09.06.2023

## Перспективы производства и использования сока ревеня



### Резюме

Обзор посвящен пищевой ценности и перспективам использования сока ревеня садового (*Rheum rhabarbarum* L.) в пищевой промышленности. Отмечается высокий выход сока, достигающий 90%, а также возможность комплексной переработки сырья для получения сока и пектина из жмыха. Показано, что жмых черешков ревеня содержит от 21 до 23% пектина, что достоверно выше, чем в используемых в настоящее время природных источниках пектина. Обсуждается лекарственная ценность продукта, проявляющего антиоксидантное, противовоспалительное, противораковое, кардиопротекторное и антидиабетическое действие. Приводятся примеры высокого содержания антиоксидантов в соке и уникальный компонентный состав органических кислот, включая сорбиновую и бензойную, применяемых в качестве стабилизаторов в продуктах питания. Отмечается, что основной органической кислотой ревеня садового на ранней стадии развития (весной) является лимонная кислота. Особое внимание уделяется безотходности производства сока из черешков ревеня благодаря перспективам применения жмыха как значимого источника пектина. Приведена биохимическая характеристика сока 4-х сортов ревеня садового селекции ФГБНУ ФНЦО: Удалец, Малахит, Зарянка и Крупночерешковый. Отмечается целесообразность осуществления селекции ревеня на повышенное содержание антоцианов.

**Ключевые слова:** сок ревеня, органические кислоты, антиоксиданты, нитраты, жмых, пектин

## Prospects of Rhubarb Juice Production and Utilization

### Abstract

The review is devoted to the nutritional significance and prospects of garden rhubarb (*Rheum rhabarbarum* L.) utilization in food industry. High yield of juice reaching 90% and the ability to complex rhubarb stems processing for juice production and pectin extraction from rhubarb stem pomace are empathized. Rhubarb stems pomace recorded up to 21-23 % of pectin, which is significantly higher than in natural industrial sources of pectin. Medicinal value of rhubarb juice is discussed: antioxidant, anti-inflammatory, anti-carcinogenic, cardioprotective and anti-diabetic properties are indicated. Examples of high antioxidant content and unique organic acids composition of rhubarb juice are highlighted. Sorbic and benzoic acids are indicated as important components of juice widely used in food industry as food preservatives. Citric acid is shown to be the main component of rhubarb organic acids in spring. Special attention is paid to the non-waste production of juice thanks to the possibility of pomace processing for pectin recovery. Juice biochemical characteristics of four garden rhubarb cultivars (selection of Federal Scientific Center of Vegetable Production) are described: Udalets, Malakhit, Zaryanka and Krupnochereshkovy). Expediency of further selection on high anthocyanin content in rhubarb stems are empathized.

**Keywords:** rhubarb juice, organic acids, antioxidants, nitrates, stem pomace, pectin

**Введение**

Садовый ревень относится к роду *Rheum* семейству *Polygonaceae*, объединяющему более 60 видов ревеня, многие из которых высоко ценятся как в пищевой [1], так и фармацевтической промышленности и включены в Фармакопею Китая, Кореи и Японии [2]. Джем, варенье, сладости и кондитерские изделия требуют использования сока ревеня. Более того, последним брэндом Ирландской ликеро-водочной промышленности является джин на основе сока ревеня (рис. 1).

чаемый продукт обладает наибольшей антиоксидантной активностью [12].

Наиболее важными биологически активными веществами ревеня являются уникальный набор органических кислот, а также полифенолы, антрахиноны и стильбены [13].

Сок – важнейший продукт переработки ревеня. Согласно экспериментальным данным выход сока может достигать 80-90%. Технической особенностью производства сока является необходимость предварительной нарезки черешков и только после этого



**Рис. 1. Некоторые продукты с использованием сока ревеня: джин, сок, цукаты, сироп, йогурт, ромашковый чай с ревенем**  
**Fig. 1. Separate products based on rhubarb juice utilization: gin, juice, candied fruit, syrup, yogurt, chamomile tea with rhubarb**

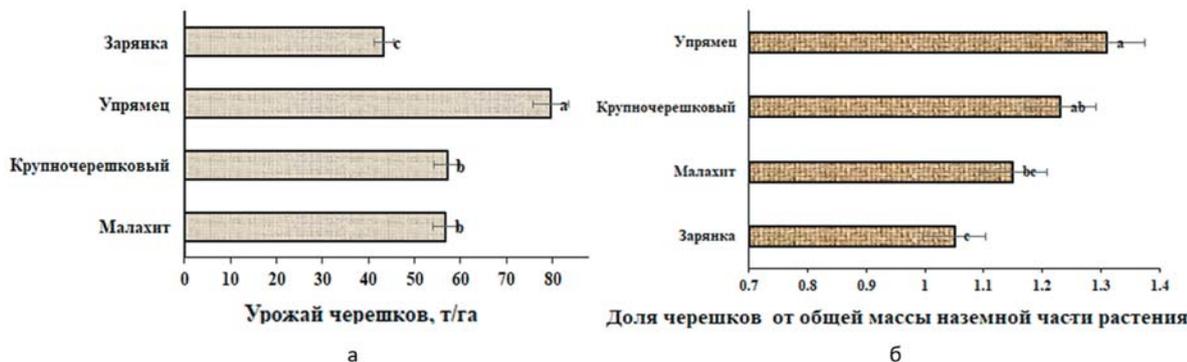
Известно, что ревень обладает противораковым [3], противовоспалительным, ранозаживляющим, кардиопротекторным [4] противовоспалительным [5,6] свойствами, нормализует пищеварение [7]. Ревень широко используется в традиционной медицине Румынии [8], Германии [9] и Кореи [10]. Обладая высокой антиоксидантной активностью, ревень эффективен при диабете, гипертонии и ожирении [11].

использование соковыжималки, что связано с наличием в черешках жестких волокон, способных заблокировать работу соковыжималки [14].

Выращивание садового ревеня в Европе, Азии и Северной Америке показало, что неорганические удобрения обеспечивают наибольший урожай ревеня, в то время как в условиях органического земледелия полу-

**Урожай, выход сока**

Биомасса черешков с одного растения может достигать более 2 кг (сорт Упрямец селекции ФНЦО), что находится в хорошем соответствии с данными сортов ревеня Словении [15]. При выборе сорта ревеня, наиболее пригодного для получения сока, следует учитывать долю листьев, которые не используются в связи с высоким содержанием щаве-



**Рис. 2. Сортовые различия в соотношении массы черешки/листья в 4х сортах ревеня садового (а – урожайность черешков, б – доля от общей массы надземной части растения). Значения с одинаковыми индексами статистически не различаются согласно тесту Дункана при P<0.05**  
**Fig. 2. Varietal differences in stems/leaves mass ratio in 4 rhubarb cultivars (a – stems yield; b – proportion of the total mass of the above-ground rhubarb part. Values with similar indexes do not differ statistically according to Duncan test at p<0.05**



**Крупночерешковый**



**Малахит**



**Упрямец**



**Зарянка**

**Рис. 3. Внешний вид 4 сортов ревеня селекции ФГБНУ ФНЦО**  
**Fig. 3. Appearance of 4 rhubarb cultivars, selection of Federal Scientific Vegetable Center**

левой кислоты. Оценка 4-х сортов ревеня селекции ФНЦО выявила, что доля листьев от общей массы наземной части растения составляет от 43 до 48% и характеризуется наименьшими значениями для сорта Упрямец (рис. 2, 3).

#### **Содержание антиоксидантов**

С другой стороны, в настоящее время большое внимание уделяется содержанию антоцианов в черешках ревеня, обеспечивающих не только привлекательный вид сока (нежно розовый цвет), но и повышенное содержание природных антиоксидантов [16, 17] (рис. 3).

По этому показателю сорта ревеня селекции ФНЦО можно разделить на три группы:

- 1) с высоким содержанием антоцианов (сорт Зарянка),
- 2) средними уровнями пигментов (сорт Упрямец),
- 3) низкими количествами антоцианов (сорта Малахит и Крупночерешковый).

Так, уровень антоцианов в сорте Зарянка оказался в 3.8–4.7 раз выше, чем в других исследованных сортах, при значительном превышении уровня полифенолов (рис.4).

#### **Накопление нитратов**

Содержание нитратов в соке может варьировать в широких пределах в зависимости от технологии выращивания. Так, на опытных полях ФНЦО сок из черешков ревеня содержал всего 216 мг нитратов в литре сока, в то время как по данным работы [1], уровень нитратов в соке ревеня достигает 815–893 мг/л. Известно, что на уровень накопления нитратов влияют не только генетические факторы, но также доступность азотного питания, интенсивность света, температура окружающей среды, а также доступность воды [19, 20].

#### **Органические кислоты**

Тем не менее, наибольшую ценность в реване имеет уникальный состав присутствующих органических кислот, в первую очередь определяющих качество сока [21,22]. Согласно нашим исследованиям, общее содержание органических кислот в соке ревеня достигает 17-22 г/л. Первые исследования состава органических кислот ревеня, выполненные в 1937 году [23], выявили предпочтительное накопление щавелевой, лимонной и яблочной кислот. Исследования Mezeuova et al. [15] выявили содержание только яблочной кислоты в реване Словении. В Германии [1] сок ревеня содержал щавелевую, лимонную и яблочную кислоты. Во всех этих исследованиях отмечалось преобладание яблочной кислоты, как основного компонента органических кислот сока ревеня. Напротив, исследования на коллекционных образцах ФНЦО позволили установить впервые широкий спектр органических кислот с преобладанием во всех случаях лимонной кислоты.

Профиль основных органических кислот сока ревеня селекции ФНЦО представлен на рис.5. Интересно, что лимонная кислота, по нашим данным, преобладала также в татарском реване Богдинско-Баскунчакского природного заповедника в условиях мощного засоления (Астраханская обл.)

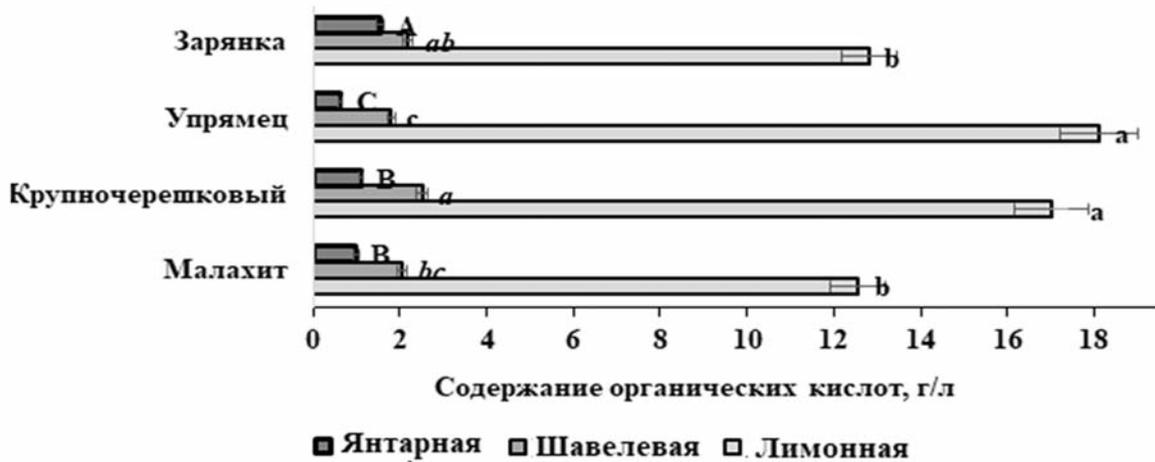


**Рис. 4. Различия в содержании антоцианов и полифенолов сортов Упрямец, Крупночерешковый и Малахит по сравнению с данными для сорта Зарянка [18]. Значения с одинаковыми индексами статистически не различаются согласно тесту Дункана при  $P < 0.05$**   
**Fig. 4. Differences in anthocyanes and polyphenols content in Upryamets, Krupnoche-reshkovy and Malakhit cultivars compared to the appropriate data for Zaryanka cv [18]. Values with similar indexes do not differ statistically according to Duncan test at  $p < 0.05$**

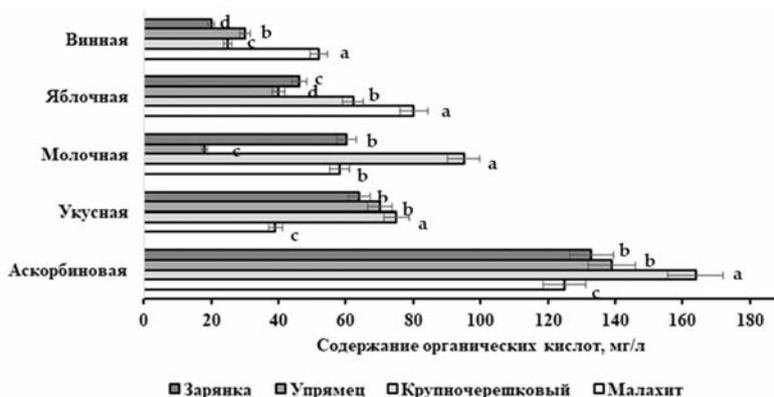
[24]. Различия с литературными данными, по-видимому, связаны с тем, что образцы ревеня собирали весной – в период максимального накопления этой органической кислоты в условиях интенсивного роста растений [23, 25-27].

На втором месте по содержанию органических кислот в соке ревеня ФНЦО стоят аскорбиновая, уксусная, молочная, яблочная и винная кислоты (рис. 6).

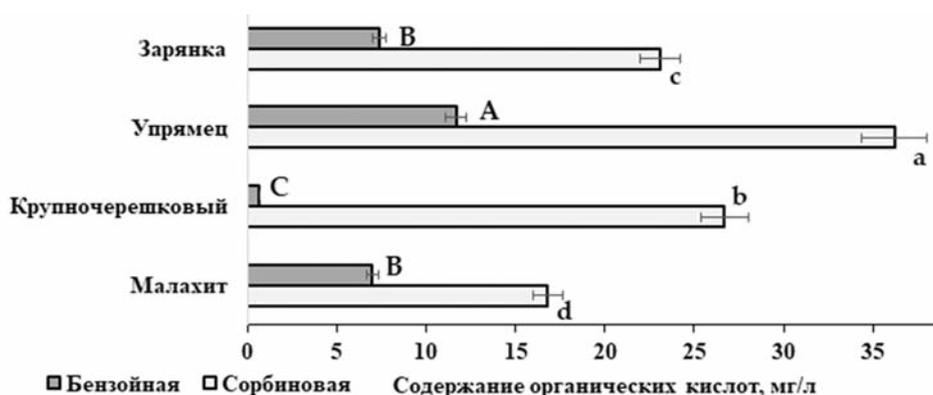
Данные этого рисунка указывают, что каждый сорт характеризуется своим уникальным составом



**Рис. 5. Основные органические кислоты сока ревеня селекции ФНЦО [18]. Значения с одинаковыми индексами статистически не различаются согласно тесту Дункана при  $P < 0.05$**   
**Fig. 5. The most important organic acids of rhubarb juice [18]. Values with similar indexes do not differ statistically according to Duncan test at  $p < 0.05$**



**Рис. 6. Содержание второй группы органических кислот в соке 4х сортов ревеня. Для каждой органической кислоты значения с одинаковыми индексами статистически не различаются согласно тесту Дункана при  $P < 0.05$**   
**Fig. 6. Second group organic acids composition and content in juice of 4 rhubarb cultivars. Values with similar indexes do not differ statistically according to Duncan test at  $p < 0.05$**

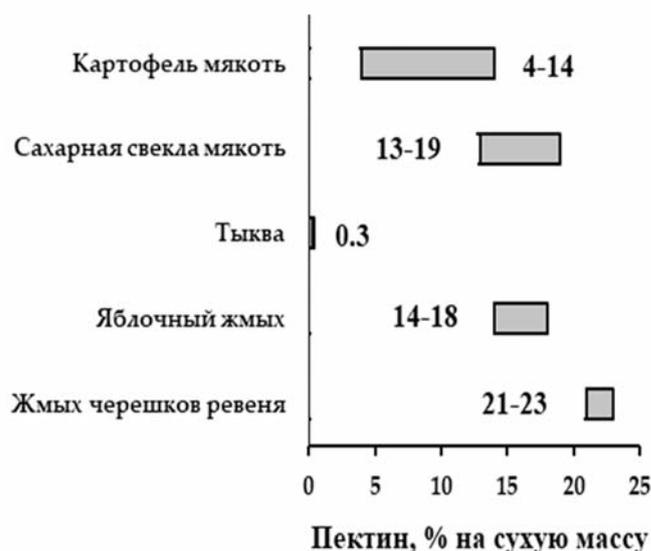


**Рис. 7. Содержание минорных органических кислот в соке 4х сортов ревеня. Значения с одинаковыми индексами статистически не различаются согласно тесту Дункана при  $P < 0.05$ .**  
**Fig. 7. Minor organic acids content in juice of 4 rhubarb cultivars. Values with similar indexes do not differ statistically according to Duncan test at  $p < 0.05$**

органических кислот. Так, содержание аскорбиновой, уксусной и молочной кислот преобладает в сорте Крупночерешковый. Наибольшее количество яблочной и винной кислоты характерно для сорта Малахит. Зарянка характеризуется наименьшим количеством винной кислоты. Сорт Упрямец имеет наименьшее количество молочной кислоты. Наблюдаемые различия указывают на уникальный специфический для каждого сорта вкус сока.

Наконец, компонентный состав минорных органических кислот, представленный на рис.7, свидетельствует о присутствии в исследованных образцах соков кислот, ответственных за стабилизацию пищевых продуктов и широко применяющихся для этих целей в пищевой промышленности: бензойной кислоты и сорбиновой [28, 29]. Во всех случаях преобладающей является сорбиновая кислота, наибольшее содержание которой зафиксировано в соке сорта Упрямец. Этот же сорт отличается и наибольшим содержанием бензойной кислоты. Напротив, наименьшее количество бензойной кислоты установлено в соке сорта Крупночерешковый.

С позиций практики представляет несомненный интерес высокая пищевая ценность жмыха от производства сока. Несмотря на то, что его количество сравнительно невелико и составляет около 23% от массы черешков, этот продукт имеет огромную пищевую ценность. При сравнительно высокой антиоксидантной активности, составляющей 30-34 мг-экв. ГК/г с.м., этот продукт является уникальным источником пектина, содержание которого достигает 21-23% с.м., а также высоким общим содержанием пищевых волокон (59-67%) и водорастворимых форм (около 15%). Известно, что жмых ревеня снижает уровень холестерина и триглицеридов в крови [30]. Уровень пектина в жмыхе ревеня достоверно выше, чем содержание этого соединения в жмыхе яблок (10-15%) – основном источнике пектина в пищевой промышленности. Поскольку коэффициент вариации в содержании пектина в жмыхе ревеня не высок, это открывает широкие возможности комплексного использования черешков ревеня, как для приготовления сока, так и выделения пектина для нужд пищевой промышленности (рис. 8).



**Рис. 8. Важнейшие источники пектина [31]**  
**Fig. 8. The most important pectin sources [31]**

### Заключение

Таким образом, представленные данные свидетельствуют о перспективности производства сока ревеня в связи с высоким выходом и уникальным химическим составом, а также возможностью получения пектина для нужд пищевой промышленности. В перспективе крайне желательным является проводить селекцию ревеня на содержание антоцианов и выявление особенностей накопления органических кислот.

**Об авторах:**

**Виктор Александрович Харченко** – кандидат с.-х. наук, зав. лабораторией селекции и семеноводства зеленных, пряно-вкусовых и цветочных культур, <https://orcid.org/0000-0003-2775-9140>, [kharchenkoviktor777@gmail.com](mailto:kharchenkoviktor777@gmail.com)

**Надежда Александровна Голубкина** – доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник лабораторно-аналитического отдела, автор для переписки, [segolubkina45@gmail.com](mailto:segolubkina45@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0003-1803-9168>

**Владимир Ильич Терешонок** – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лабораторно-аналитического отдела, [tereshonok-74@inbox.ru](mailto:tereshonok-74@inbox.ru)

**Анастасия Ильинична Молдован** – аспирант, [nastiamoldovan@mail.ru](mailto:nastiamoldovan@mail.ru)

**Мария Николаевна Богачук** – кандидат фарм. наук, научный сотрудник, ФИЦ питания и биотехнологии, [bmariyan@mail.ru](mailto:bmariyan@mail.ru)

**Елена Геннадьевна Кекина** – кандидат биол. наук, доцент кафедры гигиены Академии Постдипломного Образования, [lena.kekina@mail.ru](mailto:lena.kekina@mail.ru)

**Марина Сергеевна Антошкина** – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лабораторно-аналитического отдела, <https://orcid.org/0000-0002-5510-4873>, [limont\\_m@mail.ru](mailto:limont_m@mail.ru)

**Леонид Васильевич Павлов** – доктор с.-х. наук, старший научный сотрудник лабораторно-аналитического отдела, [pavlov.l.v@vniissok.ru](mailto:pavlov.l.v@vniissok.ru)

**Тигран Тагворович Папазян** – генеральный директор ООО Alltech, [tpapazyan@Alltech.com](mailto:tpapazyan@Alltech.com)

**About the Authors:**

**Viktor A. Kharchenko** – Cand. Sci. (Agriculture), Head of Laboratory of Selection and Seed Production of Green, Spice-Flavoring and Flower Crops, <https://orcid.org/0000-0003-2775-9140>, [kharchenkoviktor777@gmail.com](mailto:kharchenkoviktor777@gmail.com)

**Nadezhda A. Golubkina** – Doc. Sci. (Agriculture), Leading Researcher of laboratory-analytical department, Correspondence Author, [segolubkina45@gmail.com](mailto:segolubkina45@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0003-1803-9168>

**Vladimir I. Tereshonok** – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, [tereshonok-74@inbox.ru](mailto:tereshonok-74@inbox.ru)

**Anastasia I. Moldovan** – Graduate Student, Junior Researcher, laboratory of Selection And Seed Production Of Green, Spice-Flavoring and Flower Crops, [nastiamoldovan@mail.ru](mailto:nastiamoldovan@mail.ru)

**Maria N. Bogachuk** – Cand. Sci. (Pharmaceutical Sci), Researcher, Institute of Nutrition and Biotechnology, [bmariyan@mail.ru](mailto:bmariyan@mail.ru)

**Elena G. Kekina** – Cand. Sci. (Biology), Associate Professor of the Department of Hygiene, Academy of Postgraduate Education, [lena.kekina@mail.ru](mailto:lena.kekina@mail.ru)

**Marina S. Antoshkina** – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher Laboratory Analytical Department, <https://orcid.org/0000-0002-5510-4873>, [limont\\_m@mail.ru](mailto:limont_m@mail.ru)

**Leonid V. Pavlov** – Dc. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, [pavlov.l.v@vniissok.ru](mailto:pavlov.l.v@vniissok.ru)

**Tigran T. Papazyan** – CEO of the LLC Alltech, [tpapazyan@Alltech.com](mailto:tpapazyan@Alltech.com)

## • Литература / References

- Will F., Dietrich H. Processing and chemical composition of rhubarb (*Rheum rhabarbarum*) juice. *LWT-Food Sci. Technol.* 2013;50:673–678. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.07.029>
- Xiang H., Zuo J., Guo F., Dong D. What we already know about rhubarb: A comprehensive review. *Chin. Med.* 2020;15:88. <https://doi.org/10.1186/s13020-020-00370-6>
- Zhu Y.S., Huang Y., Cai L.Q., Zhu J., Duan Q., Imperato-McGinley J. The Chinese medicinal herbal formula ZYD88 inhibits cell growth and promotes cell apoptosis in prostatic tumor cells. *Oncol. Rep.* 2003;10:1633–1639. <https://doi.org/10.3892/or.10.5.1633>
- Liudvytska O., Kolodziejczyk-Czepas J.A. Review on rhubarb-derived substances as modulators of cardiovascular risk factors — A special emphasis on anti-obesity action. *Nutrients.* 2022;14:2053. <https://doi.org/10.3390/nu14102053>
- Kolodziejczyk-Czepas J., Czepas J. Rhaponticin as an anti-inflammatory component of rhubarb: A mini review of the current state of the art and prospects for future research. *Phytochem. Rev.* 2019;18:1375–1386. <https://doi.org/10.1007/s11101-019-09652-w>
- Ibrahim E.A., Baker D.A., El-Baz F.K. Anti-inflammatory and antioxidant activities of rhubarb root extract. *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res.* 2016;39:93–99.
- Zhang X., Wang L., Chen D.C. Effect of rhubarb on gastrointestinal dysfunction in critically ill patients: A retrospective study based on propensity score matching. *Chin. Med. J.* 2018;131:1142–1150. <https://doi.org/10.4103/0366-6999.231523>
- Babulka P. Evaluation of medicinal plants used in Hungarian ethnomedicine, with special reference to the medicinally used food plants. *Médicaments et aliments. L'approche Ethnopharmacol.* 1993;1:129–139.
- Pieroni A., Gray C. Herbal and food folk medicines of the Russlanddeutschen living in Künzelsau/Taläcker, South-Western Germany. *Phytother. Res.* 2008;22:889–890.
- Kim H., Song M.-J., Heldenbrand B., Kyoung C. A comparative analysis of ethnomedicinal practices for treating gastrointestinal disorders used by communities living in three national parks (Korea). *Evid-Based Complement Altern. Med.* 2014;2014:108037. <https://doi.org/10.1155/2014/108037>
- Abu-Irmaileh B.E., Afifi F.U. Herbal medicine in Jordan with special emphasis on commonly used herbs. *J. Ethnopharmacol.* 2003;89:193–197. <https://doi.org/10.1016/s0378-874100283-6>
- Cojocar A., Munteanu N., Petre B.A., Stan T., Teliban G.C., Vintu C., Stoleru V. Biochemical and production of rhubarb under growing technological factors. *Rev. Chim.* 2019;70:2000–2003. <https://doi.org/10.37358/RC.19.6.7263>
- Kolodziejczyk-Czepas J., Liudvytska O. *Rheum rhaponticum* and *Rheum rhabarbarum*: A review of phytochemistry, biological activities and therapeutic potential. *Phytochem Rev.* 2021;20:589–607. <https://doi.org/10.1007/s11101-020-09715-3>
- Öztürk M., Öztürk F.A., Duru M.E., Topcu G. Antioxidant activity of stem and root extracts of rhubarb (*Rheum ribes*): An edible medicinal plant. *Food Chem.* 2007;103:623–630. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.09.005>
- Mezeyová I., Mezey J., Andrejiová A. The effect of the cultivar and harvest term on the yield and nutritional value of rhubarb juice. *Plants* 2021;10:1244. <https://doi.org/10.3390/plants10061244>
- Pájaro N.P., Granados Conde, C., Torrenegra Alarcón M.E. Actividad antibacteriana del extracto etanólico del peciolo de *Rheum rhabarbarum*. *Reva Colomb Cienc Qui'micoFarmaceuticas.* 2018;47:26–36.
- Cojocar A., Vlase L., Munteanu N., Stan T., Teliban G.C., Burducea M., Stoleru V. Dynamic of phenolic compounds, antioxidant activity, and yield of rhubarb under chemical, organic and biological fertilization. *Plants.* 2020;9(3):355. <https://doi.org/10.3390/plants9030355>
- Kharchenko V., Golubkina N., Tallarita A., Bogachuk M., Kekina H., Moldovan A., Tereshonok V., Antoshkina M., Kosheleva O., Nadezhkin S., Caruso G. Varietal Differences in Juice, Pomace and Root Biochemical Characteristics of Four Rhubarb (*Rheum rhabarbarum* L.) Cultivars. *BioTech.* 2023,12,12. <https://doi.org/10.3390/biotech12010012>
- Umar A.S., Iqbal M. Nitrate accumulation in plants, factors affecting the process, and human health implications. *Agron. Sustain. Dev.* 2007;27:45–57. <https://doi.org/10.1051/agro:2006021>
- Santamaria P. Nitrate in vegetables: Toxicity, content, intake and EC regulation. *J. Sci. Food Agr.* 2006;86:10–17.
- Franceschi V., Nakata P. Calcium oxalate in plants: Formation and function. *Annu. Rev. Plant Biol.* 2005;56:41–71.
- Prasad R., Shivay Y.S. Calcium as a plant nutrient. *Int. J. Bio-Res. Stress Manag.* 2020;11:iii. <https://doi.org/10.23910/1.2020.2075a>
- Allsopp A. Seasonal changes in the organic acids of rhubarb (*Rheum hybridum*). *Biochem. J.* 1937;31:1820–1829. <https://doi.org/10.1042/bj0311820>
- Golubkina N., Kharchenko V., Bogachuk M., Koshevarov A., Sheshniants S., Kosheleva O., Pirogov N., Caruso G. Biochemical characteristics and elemental composition peculiarities of *Rheum tataricum* L. in semi-desert conditions and of European garden rhubarb. *Int. J. Plant Biol.* 2022;13:368–380. <https://doi.org/10.3390/ijpb13030031>
- Saradhulhat P., Paull R.E. Pineapple organic acid metabolism and accumulation during fruit development. *Sci. Hort.* 2007;112:297–303
- Albertini M.V., Carcouet E., Pailly O., Gambotti C., Luro F., Berti L. Changes in organic acids and sugars during early stages of development of acidic and acidless citrus fruit. *J. Agr. Food Chem.* 2006;54:8335–8339.
- Wu B.H., Quilot B., Génard M., Kervella J., Li S.H. Changes in sugar and organic acid concentrations during fruit maturation in peaches, *P. davidiana* and hybrids as analyzed by principal component analysis. *Sci. Hort.* 2005;103:429–439.
- Kabuo N.O., Omeire G.C., Ibeabuchi J.C. Extraction and preservation of cashew juice using sorbic and benzoic acids. *Am. J. Food Sci. Technol.* 2015;3:48–54. <https://doi.org/10.12691/ajfst-3-2-4>
- Çakir R., Cargi-Mehmetoglu A. Sorbic and benzoic acid in non-preservative-added food products in Turkey. *Food Addit. Contam. Part B Surveillance.* 2013;6:47–54. doi: 10.1080/19393210.2012.722131
- Basu T.K., Ooraikul B., Garg M. The lipid lowering effects of rhubarb stalk fiber: A new source of fiber. *Nutr. Res.* 1993;13:1017–1024. <https://doi.org/10.1016/S0271-531780521-4>
- Chandel V., Biswas D., Roy S., Vaidya D., Verma A., Gupta A. Current Advancements in Pectin: Extraction, Properties and Multifunctional Applications. *Foods.* 2022;11:2683. <https://doi.org/10.3390/foods11172683>