

**Влияние абиотических факторов среды
на биохимический состав плодов растениеводческой продукции**

Александра Сергеевна Соломенцева, Алина Сергеевна Межевова, Андрей Валерьевич Солонкин
Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения
Российской академии наук, г. Волгоград, Россия
e-mail: alexis2425@mail.ru

Аннотация. В статье приводятся сведения по изучению действия абиотических факторов среды на качество плодово-ягодных и лекарственных растений в Волгограде и области: сафлора красильного (*Carthamus tinctorius* L.), смородины золотистой (*Ribes aureum* Pursh.), шиповника морщинистого (*Rosa rugosa* Thunb.), шиповника коричневого (*Rosa cinnamomea* L.), шиповника иглистого (*Rosa acicularis* Lindl.), шиповника колючейшего (*Rosa spinosissima* L.), шиповника обыкновенного (*Rosa canina* L.). Проведенные исследования дают возможность оценить природно-климатические условия региона, а также пригодность и безопасность изучаемых видов растений, что является актуальным с точки зрения повышения качества жизни и улучшения здоровья населения, а также развития растениеводства. Результаты опытов позволили рекомендовать отдельные виды шиповника, сафлора и смородины для производства продуктов растениеводства и использования в медицине. В ходе лабораторных анализов в плодах опытных растений установлено содержание свинца, кадмия, цинка и меди. Максимальное содержание жира в 1000 г семян сафлора достигается путем внесения дозы осадка сточных вод 10 т/га с нормой высева семян 250 тыс. шт./га. Установлено, что у плодовых кустарников содержание аминокислот зависит от погодных условий: 2020 г. показал увеличение аргинина, глицина, лейцина и изолейцина у смородины золотистой, пролина – у шиповников. Это свидетельствует об их высокой засухоустойчивости. Выявлено, что содержание цинка (12 мг) и меди (8 мг) увеличивалось в плодах смородины золотистой на участках, расположенных близко к автомагистралям. В связи с этим сбор плодов для употребления в пищу на данных участках не рекомендуется. Приведены характеристики норм орошения изучаемых видов при различной высоте надземной части.

Ключевые слова: сафлор; смородина; шиповник; биохимический состав плодов; климат.

Для цитирования: Соломенцева А. С., Межевова А. С., Солонкин А. В. Влияние абиотических факторов среды на биохимический состав плодов растениеводческой продукции // Аграрный научный журнал. 2023. № 9. С. 29–38. [http: 10.28983/asj.y2023i9pp29-38](http://10.28983/asj.y2023i9pp29-38).

AGRONOMY

Original article

Influence of abiotic environmental factors on the biochemical composition of crop production fruits

Alexandra S. Solomentseva, Alina S. Mezheva, Andrei V. Solonkin
Federal Research Centre for Agroecology, Complex Reclamation and Protective Afforestation, RAN, Volgograd, Russia
e-mail: alexis2425@mail.ru

Abstract. The article provides information on the study of the effect of abiotic environmental factors on the quality of fruit and berry and medicinal plants in Volgograd and the region: *Carthamus tinctorius* L., *Ribes aureum* Pursh., *Rosa rugosa* Thunb., *Rosa cinnamomea* L., *Rosa acicularis* Lindl., *Rosa spinosissima* L., *Rosa canina* L. The studies conducted by the authors make it possible to assess the natural and climatic conditions of the region, as well as the suitability and safety of plant species, which is relevant from the point of view of improving the quality of life and improving the health of the population, as well as the development of crop production. The results of the experiments allowed us to recommend certain types of rosehip, safflower and currant for the production of plant products and use in medicine. During laboratory tests, the content of lead, cadmium, zinc and copper was found in the fruits of experimental plants. The maximum fat content in 1000 g of safflower seeds is achieved by applying a dose of sewage sludge of 10 t/ha with a seeding rate of 250 thousand pieces/ha. it was found out that the content of amino acids in fruit bushes depends on weather conditions – 2020 showed an increase in arginine, glycine, leucine and isoleucine in golden currant, proline in rose hips, which indicates their





high drought resistance. It was revealed that the content of zinc (12 mg) and copper (8 mg) increased in the fruits of golden currant in areas located close to highways, which is why the collection of fruits for eating in these areas is not recommended. The characteristics of irrigation norms for species at different heights of the aboveground part are given.

Keywords: safflower; currant; rosehip, biochemical composition of fruits; climate.

For citation: Solomentseva A. S., Mezheva A. S., Solonkin A. V. Influence of abiotic environmental factors on the biochemical composition of crop production fruits. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal* = The Agrarian Scientific Journal. 2023;(9):29–38. (In Russ.). <http://10.28983/asj.y2023i9pp29-38>.

Введение. Влияние антропогенных и абиотических факторов на природные ландшафты и интенсификацию сельскохозяйственного производства возрастает с каждым годом и влечет за собой значительные изменения в районах возделывания растениеводческой продукции. Аминокислотный состав определяет лекарственную и хозяйственную ценность растений и занимает особое место в ряду природных источников полезного сырья для широкого применения в медицине и селекции [1, 7, 9]. При использовании плодов сельскохозяйственной продукции как лекарственного сырья, кормовых добавок и биологически активных препаратов в организм человека, сельскохозяйственных животных и птиц может поступать комплекс полезных витаминов и микроэлементов. Поэтому контроль качества растениеводческой продукции – одна из основных задач современного сельского хозяйства не только России, но и зарубежных стран [11].

Исследование направлено на изучение биохимического состава плодово-ягодных и лекарственных сельскохозяйственных растений в Волгограде и области, а также влияния природных условий на содержание полезных элементов в плодах. Практическая значимость заключена в исследовании экологического состояния растениеводческой сельскохозяйственной продукции в регионе, что позволит выявить растения с наибольшим содержанием аминокислот и полезных элементов, а также тяжелых металлов. Результаты проведенной авторами работы могут быть использованы при определении экологической чистоты мест заготовки растительного сырья в регионе, помогут установить лекарственные свойства растений и с их помощью существенно повысить качество жизни и здоровья населения.

Для выявления полезных свойств растений необходимо детальное изучение их биохимического состава [10]. По данным статистики, многие россияне предпочитают лечение с помощью растительной продукции, потому что экологическая чистота и полезные свойства растительного сырья, включая его биохимическую оценку, имеют важное значение [14]. С каждым годом в Волгоградской области экологическая обстановка заметно ухудшается [6]. Экологический анализ плодов исследуемых видов позволит оценить состояние среды в регионе и безопасность применения лекарственных растений в профилактике и лечении различных заболеваний [12]. Использование экологически чистых лекарственных растений позволит повысить качество жизни и улучшить здоровье населения России.

Целью исследований являлось изучение плодоношения и влияния абиотических факторов на качество растительного сырья в Волгограде и области на примере видов шиповника, смородины и сафлора.

Методика исследований. Объектами исследований являлись сафлор красильный (*Carthamus tinctorius* L.), смородина золотистая (*Ribes aureum* Pursh.), шиповник морщинистый (*Rosa rugosa* Thunb.), шиповник коричный (*Rosa cinnamomea* L.), шиповник иглистый (*Rosa acicularis* Lindl.), шиповник колючейший (*Rosa spinosissima* L.), шиповник обыкновенный (*Rosa canina* L.), произрастающие в Волгограде, Дубовке и Городищенском районе Волгоградской области. Они представляют большую ценность среди плодово-ягодных и лекарственных сельскохозяйственных растений.

Задачами исследования являлось изучение содержания тяжелых металлов в образцах растительного сырья, проведение анализа образцов растений, отобранных в разных местах, что предполагает качественный и количественный анализ основных групп полезных элементов (аминокислоты, масла, жиры, белки и т. д.). Также определение экологической безопасности использования изучаемого растительного сырья и его лекарственных свойств, влияния природных условий на содержание полезных элементов в плодах.

С 2018 г. активно ведутся исследования в условиях Волгоградской области. Средняя температура воздуха в Волгограде 7,6 °С, максимальная – 43 °С, минимальная – 35 °С, с мая по октябрь относительная влажность воздуха составляет 41 %, осадков выпадает до 350 мм. Почвы светло-



каштановые среднесуглинистые, с содержанием гумуса 0,8–1,2 %, глубина залегания грунтовых вод 4–5 м.

Средняя температура воздуха в Дубовке 5,4 °С, максимальная – 41 °С, минимальная – 39 °С, с мая по октябрь относительная влажность воздуха составляет 40 %, осадков выпадает до 386 мм. Почвы темно-каштановые супесчаные, с содержанием гумуса 1,5–2,5 %, глубина залегания грунтовых вод более 10 м. Расположение метеорологической станции, которая предоставила погодные данные, – г. Волгоград, координаты местоположения: широта 48°67', долгота 44°45', высота над уровнем моря 116 м.

Метод исследования содержания аминокислот в плодах растительной продукции основывается на разложении образцов кислотным гидролизом (для триптофана используется щелочной с длиной волны 219 нм). Аминокислоты переводятся в свободные формы и в дальнейшем разделяются, при этом количественно определяются в УФ-области спектра при длине волны 254 нм. При выполнении опытов использовали систему капиллярного электрофореза «Капель-105 М». Для изучения динамики накопления тяжелых металлов использовали метод атомно-адсорбционной хроматографии.

Результаты исследований. Достижения науки и передовых хозяйств показывают, что земли засушливого региона должны эффективно использоваться и способствовать росту и развитию сельского хозяйства в целом. Эта проблема должна решаться в тесном контакте с лесным хозяйством и защитным лесоразведением [2], поэтому в опыты были включены виды плодовых кустарников. Огромное значение для повышения биологической устойчивости и долговечности насаждений различного назначения имеет применение методов селекции, интродукции, организации сортового семеноводства. При недостатке семенного материала потребность в нем удовлетворяется за счет других регионов. Растения исследуемых видов подбирали и оценивали по ряду биологических показателей, важных для засушливого региона: срокам цветения и плодоношения, качеству плодов и семян, засухо- и зимостойкости [13]. Аминокислоты в их плодах играют особо важную роль в образовании основ синтеза соединений триптофана, тирозина и фенилаланина. Триптофан, который является предшественником гетероауксина, генетически связан с шикимовой кислотой, образующейся в апотомическом цикле [4, 5].

Также установлено, что белковые соединения могут использоваться клетками при дыхательном процессе, который может быть осуществлен через окисление аминокислот тремя путями: прямое окисление с помощью оксидазы α -аминокислот, в результате которого образуется соответствующая кетокислота, превращаясь в альдегид путем декарбоксилирования с выделением молекулы CO_2 ; косвенное использование аминокислот через окисление глутаминовой кислоты с перенесением на α -кетоглутаровую кислоту аминогруппы от другой аминокислоты (переаминирование). Этот процесс играет важную роль в азотном обмене зеленой массы растений, и на него оказывают влияние оксидазы аминокислот; окисление аминокислот через хиноны с участием полифенолоксидаз.

Гетероауксин является основным соединением, которое активирует рост, синтезируется растениями. Он возникает в результате окисления триптофана. Общее содержание ауксинов в растении зависит от условий светового и почвенного питания; синтезу ауксинов способствует обильное снабжение растений азотом. Продолжительность светового дня и температурный режим весенних и летних месяцев Волгоградской области в вегетационный период растений способствуют их росту и развитию. Синтез ауксинов зависит от условий освещения. Наибольшее его накопление осуществляется в точках роста корней и стебля (меристематические ткани), из меристемы ауксины транспортируются в другие органы и ткани растения, по мере удаления от точек роста их содержание снижается.

По метеоданным, в годы проведения исследований наибольшее количество месячных и годовых сумм выпавших осадков наблюдалось в 2020 г. – май (122 мм), февраль (51 мм). Наименьшее количество выпало в марте, июне, июле, августе и сентябре (2, 26, 7, 8 и 2 мм соответственно). Этот же год был отмечен как самый теплый, за исключением погоды в декабре. По количеству осадков самым засушливым признан 2019 г. Всего 2 мм в августе, 7 мм в феврале и 72 мм в июле при температуре 27 °С (единственный месяц с высокими показателями). Средними показателями по количеству осадков отличался 2018 г. – в июле 127 мм, в апреле – 9 мм, в мае – 0,6, июне – 1, августе – 0,8 мм. Показатели 2020 г. свидетельствуют о том, что



по количеству осадков в марте (88 мм) и январе (66 мм), а также максимальной суточной сумме осадков (в марте – 31 мм) этот год заметно превзошел остальные (рис. 1). Показатели 2021–2022 гг. не превышали установленных норм.

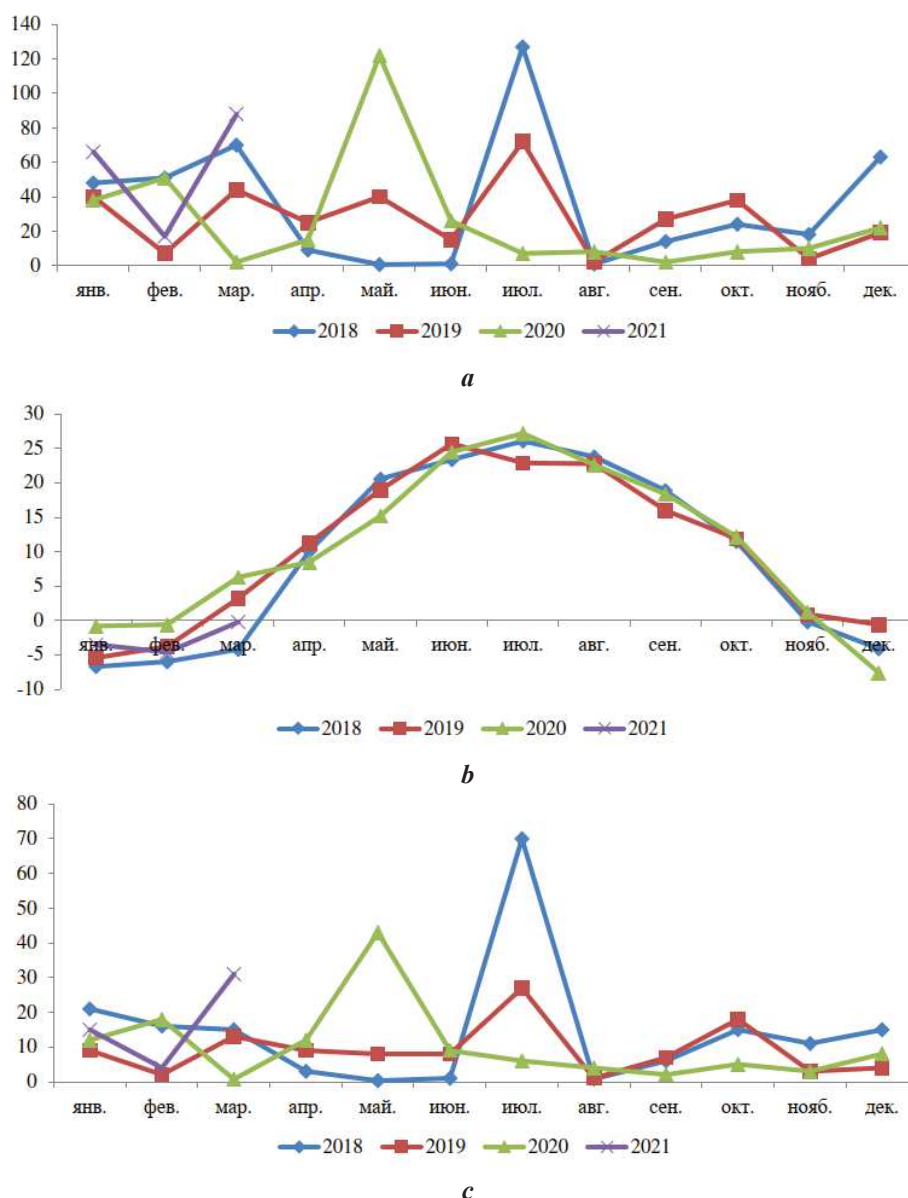


Рис. 1. Погодные условия в период исследований в г. Волгограде:
а – месячные и годовые суммы выпавших осадков; *б* – средние месячные и годовые температуры воздуха;
с – максимальные суточные суммы выпавших осадков

В теплый период года в прорастающих семенах оживленно протекают процессы трансаминирования, в результате чего состав аминокислот качественно изменяется, могут быть обнаружены непротеиногенные аминокислоты (например, аргинин), рис. 2.

Современная агротехника, направленная на интенсификацию сельского хозяйства, позволяет также регулировать водный и питательный режимы растений, приближая их к оптимальным. Световые и тепловые ресурсы труднее поддаются регулированию, однако в условиях Волгоградской области их вполне достаточно для хорошего роста и развития растений. Сафлор растет на богаре и в поливе не нуждается. Смородина золотистая как засухоустойчивый вид показала устойчивость к высоким температурам воздуха, поливная норма в фазу набухания и прорастания семян составила 100 м³/га, а в фазу формирования всходов – 300–350 м³/га. Саженьцы шиповников произрастают в опытном питомнике на орошении Bauer Rainstar, их норма орошения на первом поле – 1600–2400 м³/га при высоте надземной части 0,70–0,76 м (рис. 3).

Исследования посадок сафлора красильного показали, что максимальное содержание жира в 1000 г семян достигается путем внесения осадка сточных вод в качестве удобрения-мелиоранта в дозе 10 т/га с нормой высева семян 250 тыс. шт./га (табл. 1).

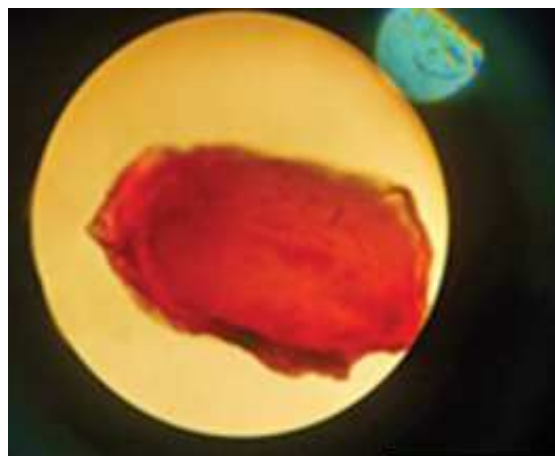


Рис. 2. Семена сафлора и смородины золотистой в период прорастания

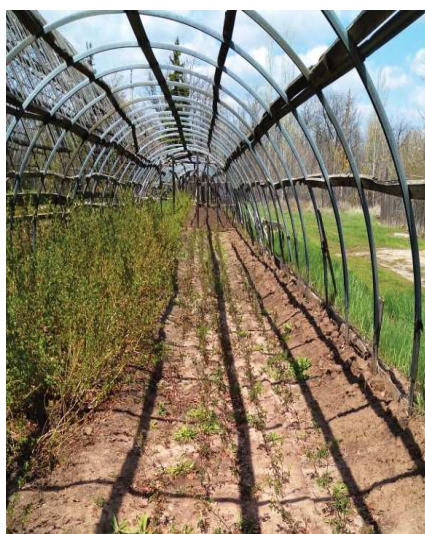


Рис. 3. Система орошения Ваиер и опытные участки со смородиной и шиповниками

Таблица 1

Качественные показатели семян сафлора красильного (2020 г.)

Норма высева семян, тыс. шт./га	Доза внесения осадка сточных вод, т/га	Содержание жира, %	Масса 1000 семян, г
250	0	23,48	38,5
	5	24,35	40,5
	10	25,21	42,5

Содержание полезных элементов в плодах исследуемых видов растений имеет огромное значение, так как каждый из них важен для укрепления организма человека, а также птиц и сельскохозяйственных животных. Плодовые кустарники с ценным содержанием аминокислот и белков вполне могут использоваться в качестве кормовых растений (рис. 4).

Повышение качества продукции в современном мире является важнейшей задачей, поэтому биохимическому составу продукции сельского хозяйства придается особое значение. Анализатор аминокислотного состава «Капель 105-М» представляет собой сложный прибор, работающий в автоматическом режиме, его функциями управляет компьютер. С его помощью определяют состав аминокислот в анализируемой продукции на определенной длине волны. Исследования показали, что по своим полезным свойствам и аминокислотному составу сафлор красильный значительно превзошел смородину золотистую, однако повышение содержания аргинина, лейцина и изолейцина, глицина, пролина и триптофана указывает на влияние погодных факторов 2020 г. на рост и развитие растений (рис. 5).



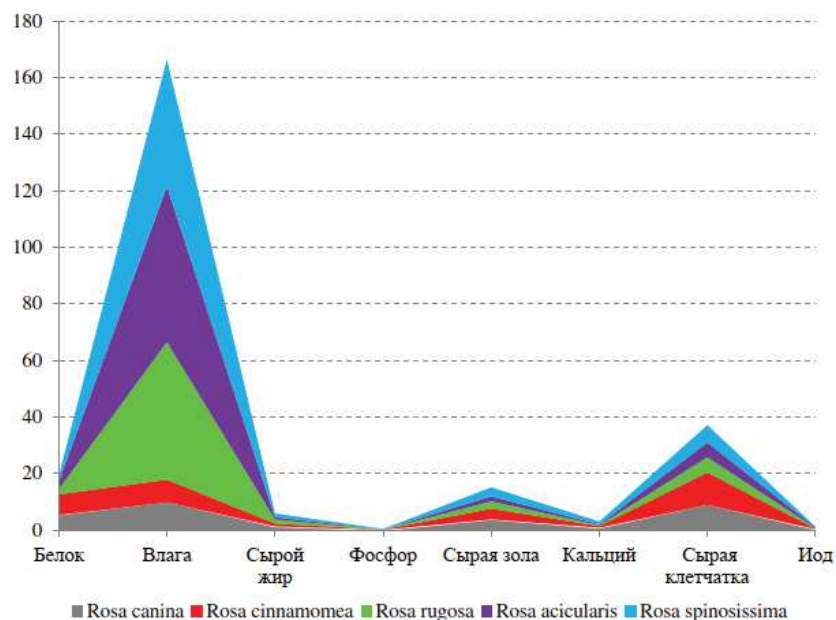
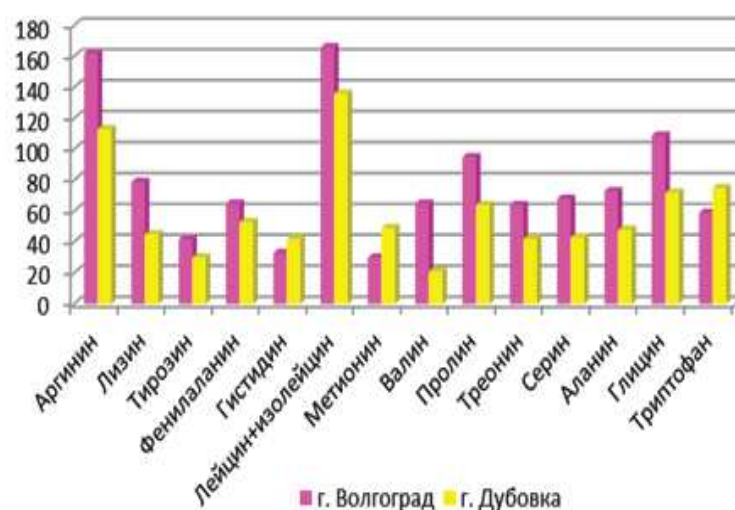
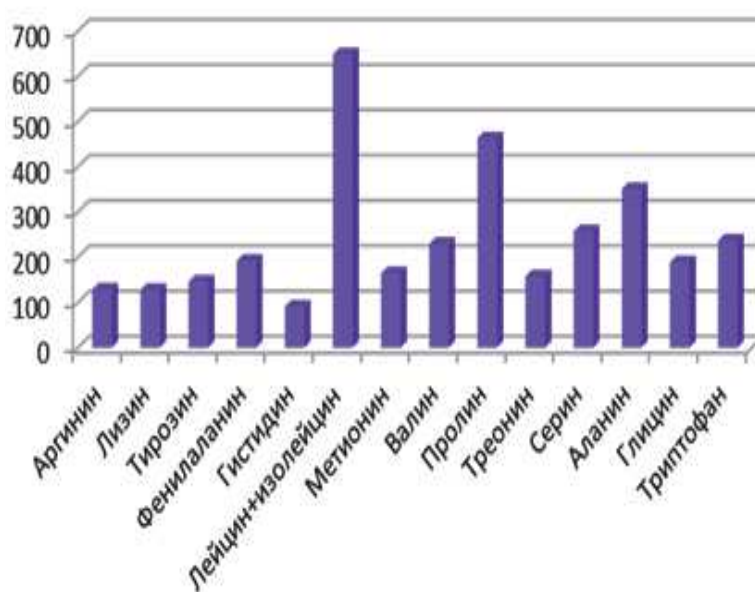


Рис. 4. Показатели качества плодов шиповников (2018 г.)



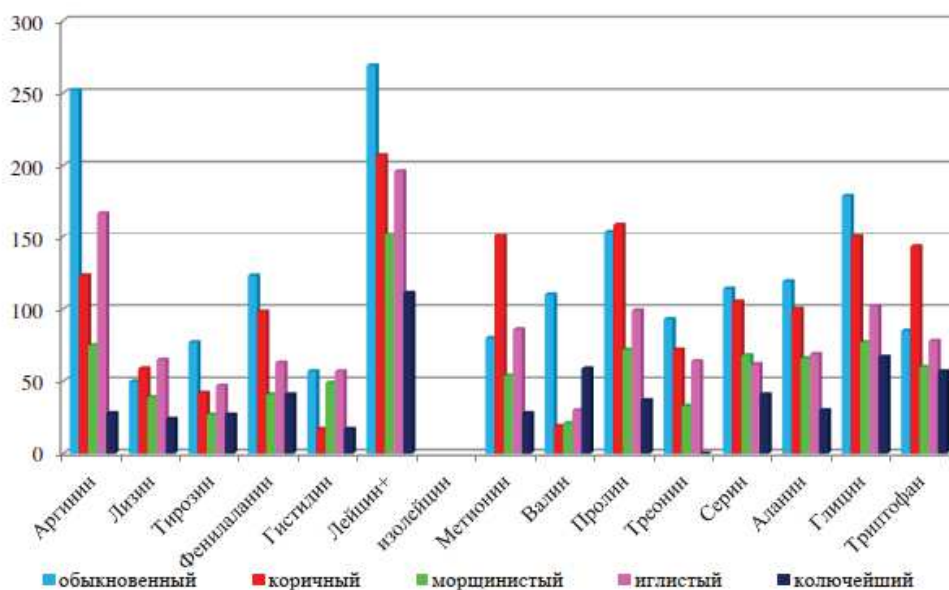
a



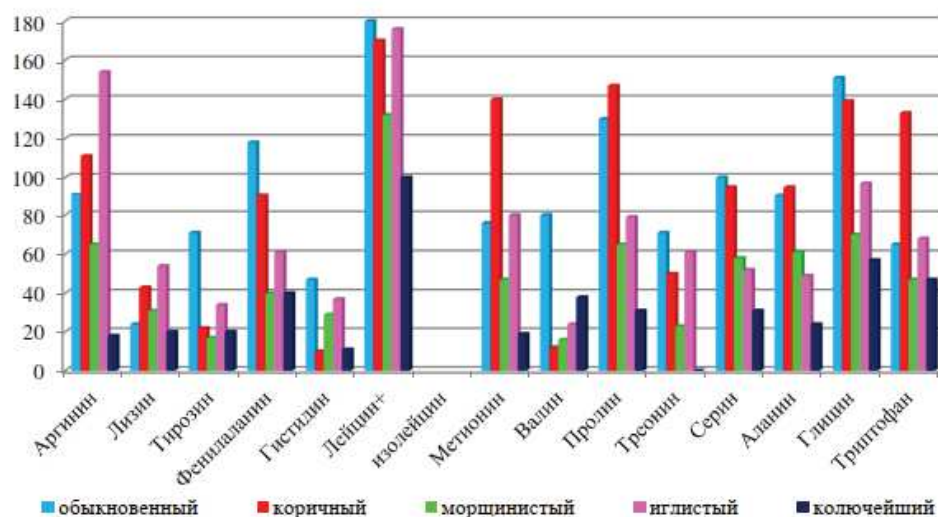
b

Рис. 5. Показатели аминокислотного состава смородины (a) и сафлора (b), мг% (2020 г.)

В засушливом 2019 г. были проведены измерения показателей аминокислотного состава у видов шиповника, которые показали большую разницу между значениями на географически разобщенных участках с разной экологической обстановкой. Если у видов, высаженных на производственном питомнике ФНЦ агроэкологии РАН, содержание аргинина, фенилаланина, лейцина, метионина, пролина, глицина и триптофана значительно, то у шиповников, произрастающих на участке рядом с автомагистралью и торговым центром, данные показатели и содержание аминокислот в целом намного ниже, хотя также наблюдалось повышение содержания аргинина, лейцина, пролина (что можно рассматривать как результат сопротивления засухе) и глицина. Азиатский вид шиповник колючейший (*R. spinosissima*) прекрасно переносит не только засушливые условия Волгоградской области, но и адаптируется к условиям местоположения рядом с автодорогой и торговым центром. Также хорошей адаптацией к местным условиям отличился северный вид – шиповник иглистый (*R. acicularis*), что видно по изменениям его аминокислотного состава (рис. 6).



a



b

Рис. 6. Показатели аминокислотного состава шиповников:
a – питомник; b – участок возле автомагистрали, мг% (2020 г.)

В процессе приготовления растворов для определения аминокислотного состава лабораторным путем соответствие физических и химических свойств аминокислот определяли по данным, представленным в табл. 2.

Именно растения и биоценозы могут выступать в роли биоиндикаторов окружающей природной среды. Результаты проведенной работы могут быть использованы при определении



Физические и химические свойства аминокислот, определяемых в плодах изучаемых видов

Название	Молекулярная масса	Точка плавления, °С	Растворимость в 100 г воды при t 25 °С	pH изоэлектрической точки
Ala	89,1	297	16,65	6,1
Val	117,1	298	8,85	6,0
Leu	131,2	295	2,20	6,0
Ileu	131,2	280	4,12	6,0
Arg	174,2	207	–	10,8
Lys	146,2	224	–	9,5
Pro	115,1	215–220	162,3	6,3
Phe	165,2	283	2,97	5,6
Tyr	181,2	314–318	0,045	5,6
Try	204,0	289	1,14	5,9
His	155,2	251–252	4,19	7,6
Ser	105,1	228	5,02	5,7
Thr	119,1	–	–	5,6
Cys	121,2	–	–	5,7
Met	149,2	281	3,38	5,7

экологического состояния мест сбора плодов и служить оценкой последствий техногенного загрязнения исследуемых участков. По степени опасности тяжелые металлы кадмий (Cd), цинк (Zn), свинец (Pb) относятся к первой группе, наиболее опасной, медь (Cu) – ко второй (рис. 7) [3, 8].

Анализы показали, что в плодах смородины золотистой в Волгограде превышено содержание цинка, кадмия, свинца и меди на участке возле автомагистрали и торгового центра в отличие от питомника в Дубовке, находящегося в удалении от трасс и промышленных участков. Сафлор красильный без внесения органоминеральных удобрений и илового осадка сточных вод имеет гораздо меньшее превышение показателей.

Заключение. Установлено, что в засушливых условиях на почвах с повышенным содержанием солей у некоторых видов исследуемых растений наблюдается повышение количества аминокислот, например, аргинина, который провоцирует образование у вида в данных условиях токсических свойств и оказывает ядовитое воздействие на клетку. В 2020 г. повышение содержания аргинина, лейцина и изолейцина, глицина наблюдалось у смородины золотистой. У сафлора красильного было повышено содержание пролина, что свидетельствует о его способности регулировать свой водный режим и противостоять засухе. Повышение содержания в плодах и семенах исследуемых видов небольшого количества аминокислот свидетельствует о том, что требуемое для нормального роста и развития растений количество осадков способствовало стабилизации содержания полезных элементов. В 2019 г. у шиповников наблюдалось повышение содержания в плодах триптофана, глицина, пролина, метионина, аргинина как реакция на стресс и засуху. В 2018 г. погодные условия не были экстремальными и ничем не отличались от характерных для региона, поэтому содержание белка и прочих полезных элементов в растениях не превышало нормы.

Выявлено, что содержание тяжелых металлов независимо от погодных условий превышает показатели на промышленных участках, а также при внесении удобрений. Поэтому чрезвычайно важно обращать внимание на места сбора плодов, местоположение участков для посадки и дозировки применяемых удобрений.



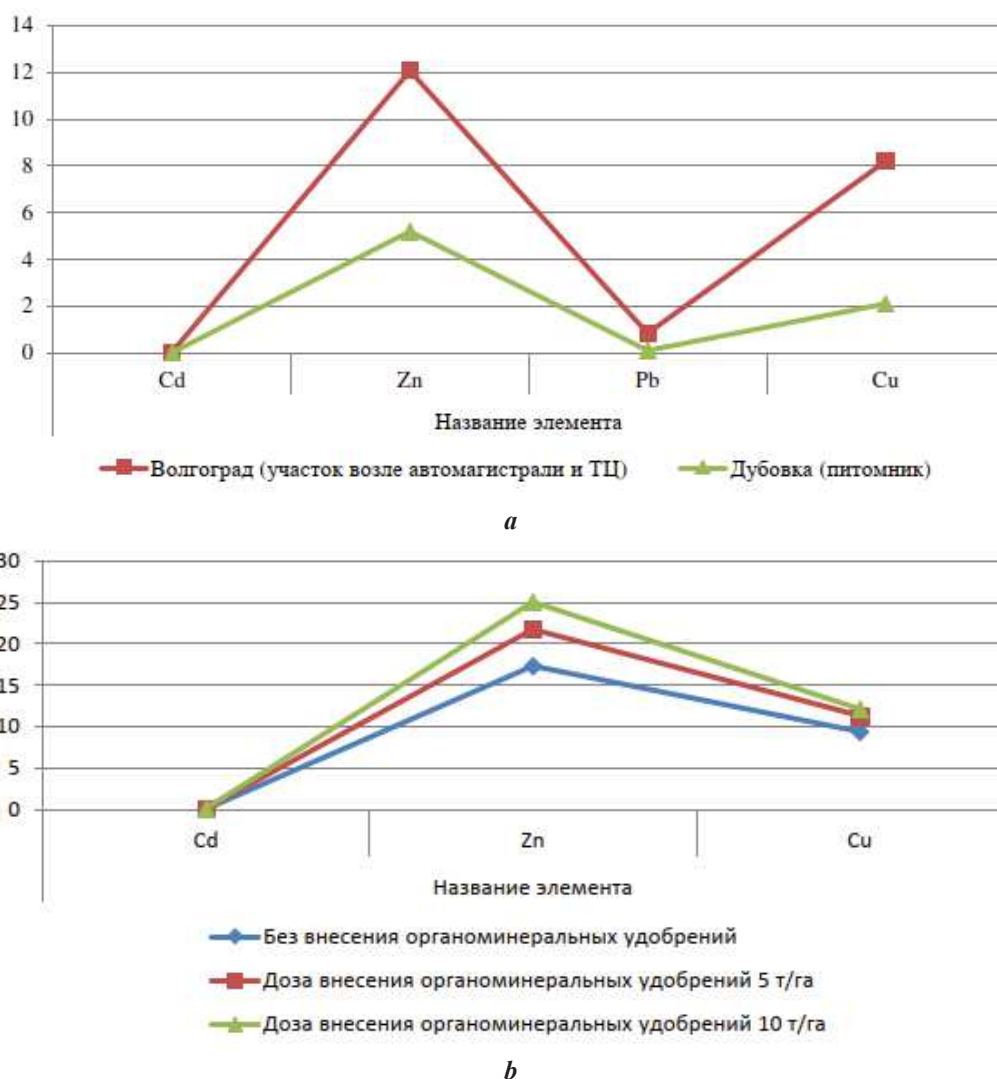


Рис. 7. Содержание тяжелых металлов в плодах смородины (а) и сафлора (б)

Проведенные опыты позволяют рекомендовать исследуемые виды шиповников, сафлора и смородины как ценные растения, содержащие весь спектр полезных элементов, необходимых для производства качественной растениеводческой продукции и использования в медицине и питомниководстве.

Работа выполнена в рамках государственных заданий лаборатории селекции, семеноводства и питомниководства – № 122020100448-6 «Создание новых конкурентоспособных форм, сортов и гибридов культурных, древесных и кустарниковых растений с высокими показателями продуктивности, качества и повышенной устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды, новые инновационные технологии в семеноводстве и питомниководстве с учетом сортовых особенностей и почвенно-климатических условий аридных территорий Российской Федерации», и лаборатории анализа почв – № 122020100312-0 «Теория и принципы формирования адаптивных агролесомелиоративных комплексов сухостепной зоны юга РФ в контексте климатических изменений».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бубенчикова В. Н., Сухомлинов Ю. А., Гончаров Н. Ф. Аминокислотный состав некоторых представителей растений семейства Розоцветных // Курский науч.-практ. вестник. Человек и его здоровье. 2009. № 3. С. 134–137.
2. Выходцева И. С., Рыхлова Т. А. Биоиндикация как метод оценки окружающей среды: актуальность и перспективы исследования // Вестник ландшафтной архитектуры. 2015. № 6. С. 44–47.
3. Громов В. С., Пчеленок О. А., Козлова Н. М. Влияние возрастающих уровней радиационного загрязнения почвы на биохимический состав растений // Гигиена и санитария. 2012. Т. 91. № 2. С. 12–14.
4. Ивашов П. В. Биогеохимия плодов фруктовых растений // Экологический вестник Северного Кавказа. 2020. Т. 16. № 1. С. 81–84.





5. Луговской А. М. Биоиндикация как метод мониторинга в процессе территориального управления // Проблемы региональной экологии. 2013. № 2. С. 96–97.
6. О состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2021 году / редкол.: Е. П. Православнова [и др.]; Комитет природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Волгоградской области. Волгоград: ТЕМПОРА, 2022. 300 с.
7. Озимина И. И., Фролова О. О. Целенаправленный поиск биологически активных веществ в растениях // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 1. С. 382.
8. Оказова З. П., Мажаева П. И. Фитоиндикация – информативный метод оценки окружающей среды // Известия Чеченского государственного педагогического университета. Сер. 2. Естеств. и техн. науки. 2018. Т. 15. № 1(18). С. 102–108.
9. Серебрянская Т. С. Сравнительный анализ свободных аминокислот сбора лекарственных растений и его полиэкстракта сухого, обладающих нейропротекторным действием // Вестник Бурятского государственного университета. 2010. № 12. С. 88–91.
10. Cendrowski A. Antibacterial and antioxidant activity of extracts from rose fruits (*Rosa rugosa*) // Molecules. 2020. Т. 25. № 6. С. 1365. <https://doi.org/10.3390/molecules25061365>.
11. Khazaei M., Khazaei M. R., Pazhouhi M. AN Overview of therapeutic potentials of *Rosa canina*: a traditionally valuable herb // World Cancer Research Journal. 2020. Т. 7. С. 1580.
12. Mavlyanovich A. R., Ravshanovna A. K., Abdukodirovich K. A. Studying the drought-resistance of berry plants // International Journal of Psychosocial Rehabilitation. 2020. Т. 24. № 6. С. 304–315.
13. Toupchi Khosrowshahi Zh. Physiological responses of safflower to exogenous putrescine under water deficit // Journal of Stress Physiology & Biochemistry. 2018. Т. 14. № 3. С. 38–48.
14. URL: <https://soz.bio/rossiyane-tratyat-na-organicheskie-prod/> (дата обращения 1.02. 2023 г.).

REFERENCES

1. Bubenchikova V. N., Sukhomlinov Yu. A., Goncharov N. F. Amino acid composition of some representatives of plants of the *Rosaceae* family. *Man and his health*. 2009;(3):134–137. (In Russ.).
2. Vykholdtseva I. S., Rykhlova T. A. Bioindication as a method of environmental assessment: relevance and prospects of research. *News of landscape and architecture*. 2015;(6):44–47. (In Russ.).
3. Gromov V. S., Pchelenok O. A., Kozlova N. M. The influence of increasing levels of radiation contamination of soil on the biochemical composition of plants. *Hygiene and sanitation*. 2012;91(2):12–14. (In Russ.).
4. Ivashov P. V. Biogeochemistry of fruit plants. *Ecologist news of North Caucasus*. 2020;16(1):81–84. (In Russ.).
5. Lugovskoy A. M. Bioindication as a monitoring method in the process of territorial administration. *Problems of regional ecology*. 2013;(2):96–97. (In Russ.).
6. On the state of the environment of the Volgograd region in 2021. Ed. coll.: E. P. Orthodonova et al.; Committee of Natural Resources, Forestry and Ecology of the Volgograd region. Volgograd: TEMPORA; 2022. 300 p. (In Russ.).
7. Ozimina I. I., Frolova O. O. Purposeful search for biologically active substances in plants. *Modern problems of science and education*. 2013;(1): 382. (In Russ.).
8. Okazova Z. P., Mazhaeva P. I. Phytoindication – an informative method of environmental assessment. *News of the Chechen state pedagogical university Vol. 2, Natural Sciences and technical sciences*. 2018;15;1(18):102–108. (In Russ.).
9. Serebryanskaya T. S. Comparative analysis of free amino acids of medicinal plant collection and its dry polyextract with neuroprotective effect. *News of Buryat State University*. 2010;(12):88–91. (In Russ.).
10. Cendrowski A. Antibacterial and antioxidant activity of extracts from rose fruits (*Rosa rugosa*). *Molecules*. 2020; 25(6):1365.
11. Khazaei M., Khazaei M. R., Pazhouhi M. AN Overview of therapeutic potentials of *Rosa canina*: a traditionally valuable herb. *World Cancer Research Journal*. 2020;7:1580.
12. Mavlyanovich A. R., Ravshanovna A. K., Abdukodirovich K. A. Studying the drought-resistance of berry plants. *International Journal of Psychosocial Rehabilitation*. 2020;24(6):304–315.
13. Toupchi Khosrowshahi Zh. Physiological responses of safflower to exogenous putrescine under water deficit. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*. 2018;14(3):38–48.
14. URL: <https://soz.bio/rossiyane-tratyat-na-organicheskie-prod/> (update date 1.02. 2023).

Статья поступила в редакцию 26.01.2023; одобрена после рецензирования 03.02.2023; принята к публикации 19.02.2023.

The article was 26.01.2023; approved after reviewing 03.02.2023; accepted for publication 19.02.2023.