

Содержание низкомолекулярных антиоксидантов в плодах *Ribes aureum* Porsch. (смородина золотистая)

О.Н. Немершина, к.б.н., ФГБОУ ВО Оренбургский ГМУ;
А.А. Гладышев, соискатель, **А.А. Печенкина**, соискатель,
Т.В. Михайлова, соискатель, **Н.Ф. Гусев**, д.б.н., профессор,
ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ

Южный Урал представляет собой аграрно-промышленный регион, где чередуются участки с

выраженным промышленным воздействием и экологически чистые территории [1]. Общее количество загрязняющих веществ только в Оренбургской области, отходящих от стационарных источников и поступающих в биосферу, оценивается в 1298,603 тыс. т [2]. Антропогенная нагрузка на растительные сообщества приводит к метаболическим измене-

ниями, направленным на повышение адаптации и выживаемость видов. Формирование защитных механизмов растений в условиях воздействия высоких концентраций загрязняющих веществ зависит от климато-географических факторов, а также от видовой принадлежности и, следовательно, метаболических особенностей растений [3]. Особенно важную роль в южных регионах России с высоким уровнем инсоляции и низким уровнем увлажнения играет уровень развития ферментативного и неферментативного звеньев антиоксидантной системы растений. Учитывая возрастание антропогенной нагрузки на биогеоценозы, изучение механизмов адаптации видов растений в последние годы становится все более актуальным.

Целью нашего исследования является изучение влияния отходов Южно-Уральского криолитового завода на содержание аскорбиновой кислоты и токоферола в плодах *Ribes aureum* Pursch. (смородина золотистая).

Материал и методы исследования. На территории Оренбургской области располагается целый ряд крупных промышленных предприятий, выбрасывающих в атмосферу широкий ряд поллютантов. К их числу относится и Южно-Уральский криолитовый завод (ЮУКЗ), расположенный в г. Кувандыке. Отходы данного производства представляют опасность для окружающей растительности, водных объектов и населения Кувандыкского района. Ранее нами был изучен видовой состав возрождающихся фитоценозов на рекультивируемом шламовом поле ЮУКЗ [4].

Предприятие функционирует с 1941 г. и по настоящее время является одним из крупнейших производителей фтористых солей в Российской Федерации. Ранее завод перерабатывал около 70 тыс. т фтористых солей в год, обеспечивая алюминиевую промышленность страны. Также на заводе был налажен выпуск неорганических кислот, солей натрия, смазочных масел. Многие годы завод обеспечивал производство более 50% российского криолита и отправил на шламовое поле более 10 тыс. т отходов. Отходом криолитового производства является шлак, в состав которого входят: криолит, плавиковая кислота, серная кислота, кремнефтористоводородная кислота, тяжёлые металлы, сульфаты и карбонаты натрия, оксиды серы, соли кальция, магния, гидроксид алюминия. Указанные вещества поступали в шламонакопитель, расположенный в санитарно-защитной зоне завода (СЗ), и загрязняли окружающую среду. Предприятие относится ко второму классу опасности, отходы которого являются высокотоксичными с периодом восстановления почвенного покрова не менее 30 лет [4].

Старое шламовое поле представляет собой площадку с отходами производства, оказывающими негативное влияние на биоценозы и окружающую среду. С 1976 г. отходы складываются в новом

шламонакопителе, расположенном в отдалении от города, а на старом шламовом поле была проведена рекультивация. В процессе рекультивации все отходы были засыпаны слоем грунта толщиной до 1,5 м. В настоящее время на рекультивированной территории идут сукцессионные изменения, направленные на формирование естественного зонального фитоценоза.

Учитывая многолетний характер загрязнения территории шламового поля вышеперечисленными токсикантами, представляют значительный научный интерес исследования, направленные на выявление механизмов адаптации видов и динамику восстановления растительного покрова.

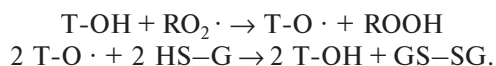
Объектом нашего исследования стал вид *Ribes aureum* Pursch. (смородина золотистая), произрастающий в области почти повсеместно и являющийся дикорастущим источником витаминного сырья для местного населения.

Смородина золотистая – *Ribes aureum* Pursch. представляет собой кустарник семейства крыжовниковые – *Grossulariaceae*. Листья растения мелкие, округло-почковидные, трёхлопастные. Цветки ярко-жёлтые, душистые, собраны в кисти. Плоды – ягоды тёмного или буровато-красного цвета. В природе ареал вида охватывает юго-западные районы Канады, центральные и западные районы США, север Мексики. В настоящее время растение широко культивируется в Евразии и Америке. На территории России смородина золотистая произрастает в европейской части страны, на Кавказе, Алтае и Дальнем Востоке. Вид обычно используется для озеленения населённых пунктов, произрастает в лесопосадках, семена его разносятся птицами. Смородина золотистая как неприхотливое растение произрастает в Оренбургской области на пустошах и залежах, в лесопосадках и вдоль просёлочных дорог. В садах при грамотном уходе золотистая смородина достигает до 2,5 м в высоту и приносит устойчивый урожай. Вид устойчив к засухе, жаре, заморозкам, болезням и вредителям [5]. Плоды смородины содержат комплекс биологически активных веществ и микроэлементов, что делает ее ценным растением для витаминизации населения регионов России [6].

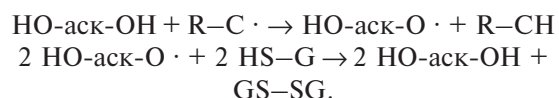
Для количественного определения суммы токоферолов в растительных образцах использовали метод микроколоночной высокоэффективной жидкостной хроматографии на приборе марки LC-2010 в межкафедральной лаборатории Оренбургского государственного аграрного университета [7]. Аскорбиновую кислоту, содержащуюся в плодах исследуемого вида, определяли классическим методом по способности восстанавливать 2,6-дихлорфенолиндофенол (краска Тильманса). Наличие танидов и их количество определяли методами, принятыми для данной группы веществ [7, 8].

Результаты исследования. Витамин Е (токоферол) считается основным липофильным низкомолеку-

лярным антиоксидантом, ингибирующим ПОЛ и апоптоз:



Аскорбиновая кислота также входит в число соединений, способствующих повышению устойчивости клеток к неблагоприятным условиям, что не в последнюю очередь обусловлено её способностью проявлять антиоксидантные свойства:



Дубильные вещества (танины или таниды) также относятся к группе низкомолекулярных антиоксидантов, выполняющих защитные функции в растениях.

Токоферол, аскорбиновая кислота и дубильные вещества нейтрализуют свободные радикалы, защищая клетки и ткани от повреждений [9, 10]. Витаминное растительное сырьё, содержащее токоферол и аскорбиновую кислоту, оказывает общеукрепляющее действие на организм в целом, рекомендуется как профилактика онкологических заболеваний, как средство, замедляющее процессы естественного старения, нормализующее работу иммунной системы и желудочно-кишечного тракта [9].

Содержание антиоксидантов в плодах *Ribes aureum* (X ± Sx)

Место сбора плодов	Содержание антиоксидантов		
	вита-мин С	вита-мин Е	таниды
Лесопосадка в окрестностях с. Ибрагимово, 15 км от г. Кувандыка (экологически чистая зона)	208,3±0,6	0,64±0,01	0,390±0,04
Территория рекультивированного шламового поля ЮУКЗ, г. Кувандык (техногенная зона)	162,2±0,4	208,3±0,5	0,201±0,004

Результаты проведённого исследования свидетельствуют о снижении уровня содержания антиоксидантов в плодах *Ribes aureum*, произрастающей на рекультивированном шламовом поле криолитового завода (табл.). Указанный факт по всей вероятности вызван угнетением метаболических процессов в условиях выраженного техноген-

ного загрязнения. Загрязнители шламового поля практически не разлагаются в природной среде, а снижение их содержания за счёт естественной миграции занимает многие десятилетия. Угнетение процессов общего обмена закономерно вызывает снижение трансляционных процессов, что, по всей вероятности, включает и синтез ферментов, отвечающих за выработку низкомолекулярных антиоксидантов. Тем не менее уровень их содержания в плодах золотистой смородины остаётся достаточно высоким.

Выводы

1. Исследуемые образцы плодов смородины золотистой характеризуются высоким содержанием аскорбиновой кислоты и могут быть рекомендованы для профилактики гиповитаминоза С.
2. Содержание низкомолекулярных антиоксидантов в плодах смородины золотистой зависит от экологических условий в месте произрастания растений.
3. Плоды смородины золотистой, произрастающей на территории рекультивированного шламового поля, характеризуются снижением уровня выработки и накопления низкомолекулярных антиоксидантов по сравнению с экологически чистой зоной.

Литература

1. Боев В.М., Воляник М.Н. Антропогенное загрязнение окружающей среды и состояние здоровья населения Восточного Оренбуржья. Оренбург: УрО РАН, 1995.
2. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Орнебургской области. Оренбург, 2017. С. 22–91, 173–179.
3. Немерешина О.Н. и др. Некоторые аспекты адаптации *Polygonum aviculare* L. к загрязнению почвы тяжёлыми металлами // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2012. № 1 (33). С. 230–234.
4. Гладышев А.А., Гусев Н.Ф., Немерешина О.Н. Естественное восстановление растительного покрова на шламовом поле криолитового производства // Безопасность в техносфере. 2012. № 1. С. 20–23.
5. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России / ООО Товарищ. научн. изд. КМК. М., 2006. 600 с.
6. Джураева Ф.К., Иванова Е.А. Биохимическая оценка ягод перспективных местных форм смородины золотистой в условиях Оренбуржья // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал. 2013. № 1. С. 79–82.
7. Скурихин В.Н., Шабаев С.В. Методы определения витаминов А, Е, Д и каротина в биологических объектах и продуктах животного происхождения // Химия. М., 1996. 96 с.
8. Выделение и анализ природных биологически активных веществ / под ред. Е.Е. Сироткиной. Томск: Изд. Томск. гос. ун-та, 1987. 116 с.
9. Гусев Н.Ф. и др. Витамины. Эколого-биологические аспекты применения. Оренбург, 2017. 240 с.
10. Szymanska R., Pospnył P., Krug J. Plant-Derived Antioxidants in Disease Prevention 2018 // Oxidative medicine and cellular longevity. 2018. Т. 2018.