

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОАНТОЦИАНИДИНОВ В
НАДЗЕМНЫХ ЧАСТЯХ МОРОШКИ ПРИЗЕМИСТОЙ (*RUBUS
CHAMAEMORUS L.*) РАЗЛИЧНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ**

Полифенольные соединения – широкая группа природных веществ, которые имеют обширный и разнообразный спектр биологической активности [1]. Олигомерные проантоцианидины – представители растительных полифенольных соединений. Они представляют собой полимерные флаван-3-олы, которые имеют С₆-С₃-С₆-флавоноидный скелет. Проантоцианидины существуют в виде растворимых в воде олигомеров, содержащих от 2 до 6 катехиновых единиц, а также в виде нерастворимых в воде полимеров со степенью полимеризации от 7 и выше, которые представляют собой основную (80 %) часть проантоцианидиновых комплексов [2].

Растительное сырье, богатое проантоцианидинами, представляет большой интерес для современной фармацевтической промышленности, так как данная группа биологически активных веществ обладает широким спектром фармакологической активности: антиоксидантной, противовоспалительной, цитопротекторной, антиаритмической и гипотензивной и т. д. [3]. Причем, если ягодное сырье морошки давно нашло себе применение в пищевой промышленности, то остальная растительная масса требует изучения, как возможного источника БАВ.

В качестве объекта исследования использовали листовые пластинки и черешки морошки заказника «Лонно», нацпарка «Нарочанский», заказника «Болото Великий Мох».

Морошка приземистая (*Rubus chamaemorus L.*) – двудомное цветковое растение семейства розовых (*Rosaceae*). Является хозяйственно-полезным реликтовым поликарпическим растением. На территории Республики Беларусь проходит южная граница ареала обитания *Rubus chamaemorus L.*, где данный вид является редким.

Экстракт получали методом трехкратной дробной экстракции, который отмечается наиболее полным выходом веществ фенольной природы. Методика описана нами ранее в [4]. Сухой экстракт растворяли в 20 мл 70 % этилового спирта.

Для количественного определения проантоцианидинов [5] к 5 мл исходных экстрактов добавляли 15 мл концентрированной кислоты хлористоводородной и 10 мл воды, колбу и кипятили на водяной

бане в течение 80 минут. Содержимое колбы охлаждали, фильтровали в мерную колбу вместимостью 100 мл и доводили объем колбы до метки 70 % этиловым спиртом. 50 мл полученного гидролизата упаривали до объема около 5 мл и помещали в делительную воронку, добавляли 15 мл воды и экстрагировали н-бутанолом (3 раза × 15 мл). Бутанольные извлечения объединяли в мерной колбе вместимостью 100 мл и доводили объем колбы до метки н-бутанолом. Оптическую плотность раствора измеряли при длине волны 545 нм в кювете с толщиной слоя 10 мм. Эксперимент проводили в трехкратной повторности. Содержание проантоцианидинов (X, мг/мл) определяли в соответствии с методикой [5], результаты приведены в таблице.

Таблица - Содержание проантоцианидинов в экстрактах морошки

№ образца	Место сбора	Объект исследования	Содержание проантоцианидинов, мг/мл
1	РБ, заказник «Лонно», Полоцкий р-н, Витебская обл.	Листовые пластинки	30,34±0,58
2	РБ, нацпарк «Нарочанский», Мядельский р-н, Минская обл.	Листовые пластинки	108,32±2,63
3	РБ, заказник «Болото Великий Мох», Миорский р-н, Витебская обл.	Листовые пластинки	94,40±1,88
4	РБ, заказник «Лонно», Полоцкий р-н, Витебская обл.	Черешки	6,53±0,15
5	РБ, нацпарк «Нарочанский», Мядельский р-н, Минская обл.	Черешки	48,11±1,02
6	РБ, заказник «Болото Великий Мох», Миорский р-н, Витебская обл.	Черешки	52,37±1,01

Проантоцианидины обладают сильными окислительно-восстановительными свойствами и в клетках являются ингибиторами целого ряда ключевых ферментов метаболических каскадов капиллярного эндотелия и внесосудистого матрикса [2]. Поэтому, как видно из таблицы, в листьях морошки их содержание выше чем в черешках. Отмечено высокое содержание проантоцианидинов у растений морошки парка «Нарочанский» (южная граница ареала), что связано с геоклиматическими условиями, не оптимальными для данного вида.

По результатам исследований можно сделать вывод, что при комплексной переработке листьев морошки произрастающие на терри-

тории нацпарка «Нарочанский» можно использовать для выделения комплексов проантоцианидинов с различным спектром биологической активности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bagchi D., Bagchi M., Stohs S. J., Das D. K., Ray S. D., Kuszynski C. A., Joshi S. S., Pruess H. G. Free radicals and grape seed proanthocyanidin extract: importance in human health and disease prevention. *Toxicology* 2000. Vol. 148(2–3), P. 187–197.

2. Haslam E. Natural polyphenols (vegetable tannins) as drugs: possible modes of action. *J. Nat. Prod* 1996. Vol. 59(2), P. 205–215.

3. Спрыгин В. Г., Кушнерова Н. Ф. Метод оценки и стандартизации олигомерных проантоцианидиновых комплексов, полученных из различных видов растительного сырья. *Хим.-фарм. журнал* 2002. Т. 36(3), С. 31–35.

4. Страх Я. Л., Игнатовец О. С. Изучение содержания фенольных соединений и флавоноидов различных популяций морошки приземистой *Rubus chamaemorus* L. // Вестник фонда фундаментальных исследований. Минск, 2020. № 4. С. 69–78.

5. Мальцева Е. М., Егорова Н. О., Егорова И. Н., Мухамадияров Р. А. Антиоксидантная и антирадикальная активность *in vitro* экстрактов травы *Sanguisorba officinalis* L., собранной в различные фазы развития // Медицина в Кузбассе. 2017. Т. 16, № 2. С. 32–38.

УДК 628.355

С. О. Лукашевич, маг.; О. В. Нестер, инж.;
Р. М. Маркевич, канд. хим. наук, доц.
(БГТУ, г. Минск)

УДАЛЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА ПРИ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД ПИВОВАРЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ГРАНУЛИРОВАННЫМ АКТИВНЫМ ИЛОМ

Сточные воды процесса пивоварения содержат главным образом органические загрязнения в высоких концентрациях. Для очистки таких сточных вод, как правило, успешно применяется анаэробная очистка. Несмотря на то, что использование анаэробных процессов позволяет промышленности обеспечивать эффективную и экономичную очистку сточных вод, все же существуют проблемы, связанные с неполным удалением соединений азота и фосфора, а очищенные сточные воды содержат остаточные загрязнения, которые требуют дополнительного удаления перед сбросом в окружающую среду. В таких