

WILD PLANTS OF NATURAL POPULATIONS OF THE BELARUSIAN POOZERIE AS A SOURCE OF ANTIOXIDANTS TO INCREASE THE SHELF LIFE OF FOOD PRODUCTS

Tolkacheva T.A.¹, Fomicheva N.S.², Volodko A.S.³, Rumyantseva O.S.⁴, Pilipenko D.V.⁵
(Republic of Belarus)

¹Tolkacheva Tatyana Alexandrovna - Candidate of Biological Sciences, Associate Professor;

²Fomicheva Natalya Sergeevna – Lecturer;

³Volodko Ariadna Sergeevna – post-graduate student;

⁴Rumyantseva Olga Sergeevna - Undergraduate;

⁵Pilipenko Danil Vasilievich - master Student,

DEPARTMENT OF CHEMISTRY AND NATURAL SCIENCE EDUCATION, FACULTY OF CHEMICAL, BIOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL SCIENCES,
VITEBSK STATE UNIVERSITY NAMED AFTER P.M. MASHEROV,
VITEBSK, REPUBLIC OF BELARUS

Abstract: antioxidants are designed to extend the shelf life of food, protecting them from spoilage caused by oxidation. Due to the presence of phenolic compounds and tannins in the leaves of wild plants, extracts obtained from plant raw materials can be used as additives with a high content of antioxidants.

Keywords: antioxidants, foodstuffs, phenolic compounds, tannins, extracts.

ДИКОРАСТУЩИЕ РАСТЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ БЕЛОРУССКОГО ПООЗЕРЬЯ КАК ИСТОЧНИК АНТИОКСИДАНТОВ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ СРОКОВ ГОДНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Толкачёва Т.А.¹, Фомичёва Н.С.², Володько А.С.³, Румянцева О.С.⁴,
Пилипенко Д.В.⁵ (Республика Беларусь)

¹Толкачёва Татьяна Александровна - кандидат биологических наук, доцент;

²Фомичёва Наталья Сергеевна – преподаватель;

³Володько Ариадна Сергеевна – аспирант;

⁴Румянцева Ольга Сергеевна – магистрант;

⁵Пилипенко Данил Васильевич – магистрант,

кафедра химико-естественного образования, факультет химических, биологических и географических наук,
Витебский Государственный университет им. П.М. Машерова,
г. Витебск, Республика Беларусь

Аннотация: антиоксиданты предназначены для продления сроков хранения продуктов питания, защищая их от порчи, вызванной окислением. Благодаря наличию фенольных соединений и дубильных веществ в листьях дикорастущих растений экстракты, полученные из растительного сырья, могут быть использованы как добавки с высоким содержанием антиоксидантов.

Ключевые слова: антиоксиданты, продукты питания, фенольные соединения, дубильные вещества, экстракты.

Введение. Антиоксиданты — предназначены для продления сроков хранения продуктов питания, защищая их от порчи, вызванной окислением. Они замедляют процесс окисления пищевых продуктов.

Фенольные соединения играют важную роль в жизни растений. Они принимают участие в окислительно-восстановительных реакциях при фотосинтезе и дыхании. Фенольные соединения участвуют при фотолизе воды в качестве кофакторов в процессе фотосинтеза. Являются переносчиками протонов водорода в дыхательной цепи, расположенной в митохондриях. Под действием кислорода и фермента полифенолоксидазы фенольные соединения переходят в хиноидные формы, а присоединяя протоны водорода от дыхательных субстратов, восстанавливаются в исходные соединения. Таким образом, служат связующим звеном между водородом дыхательного субстрата и кислородом атмосферы в процессе дыхания. Выполняют защитные функции: повышает устойчивость растений к грибковым и вирусным заболеваниям, обладают антисептическим и противовирусным действием. Фенольные соединения регулируют процессы роста растений. В молодых тканях фенольные соединения образуются интенсивнее и стимулируют рост тканей. Однако фенолы могут и подавлять рост, например, при стрессе, происходит накопление фенолов и рост тканей замедляется. Фенольные соединения являются антиоксидантами и защищают липиды мембран от окислительного разрушения [1, 2].

Дубильные вещества являются запасными веществами, то есть накапливаются в подземных частях многих растений и обладают бактерицидными и фунгицидными свойствами.

Цель работы – оценка содержания феноловых и дубильных веществ в сныти обыкновенной *Aegopodium podagraria* и одуванчике лекарственном *Taraxacum officinale*.

Материалы и методы.

Материалом исследования были листья одуванчика лекарственного и сныти обыкновенной, на которые оказывалась различная антропогенная нагрузка (таблица 1).

Таблица 1. Места отбора растений

Район сбора	Место сбора
Ушачский р-н	д.Звонь
Лепельский р-н	д.Зеленый остров
Городокский р-н	аг.г. Селеще

Методика определения суммы фенольных соединений. *Получение экстракта.* Навеску растительного материала (0,5 г) измельчали, заливали 10 см³ 96 % этанолом и оставляли в темном месте на ночь. Экстракт сливали, а материал заливали 10 см³ 70 % этанола и ставили на водяную баню с обратным холодильником на 30 мин. Экстракцию проводили трижды. Затем фракции объединяли, фильтровали и доводили объем до 50 см³ 70 % этанолом.

Ход определения. К 0,5 см³ полученного спиртового экстракта прибавляли 3,5 см³ H₂O, 0,1 см³ реактива Фолина-Чокальтеу и 2 см³ 10% раствора Na₂CO₃, все тщательно перемешивали и выдерживали 15 мин в темном месте. Затем измеряли оптическую плотность полученного раствора при длине волны 720 нм против H₂O.

Содержание суммы фенольных соединений в процентах (X) в пересчете на галловую кислоту в абсолютно сухом сырье вычисляют по формуле:

$$X = \frac{E \cdot V_1 \cdot V_2 \cdot 100}{V_3 \cdot m \cdot (100 - W) \cdot \varepsilon}$$

где: E – оптическая плотность исследуемого раствора; V₁ – объем экстракта, см³ (50 см³); V₂ – объем раствора для спектрофотометрирования, см³ (10 см³); V₃ – объем экстракта, взятый для определения, см³ (0,2 см³); ε – удельный показатель поглощения галловой кислоты в комплексе с реактивом Фолина-Чокальтеу при длине волны 720 нм, равный 90; m – масса сырья в граммах; W – потеря в массе при высушивании сырья в процентах [3].

Методика определения содержания дубильных веществ. *Получение экстракта.* Навеску растительного материала (1 г) измельчали, переносили в коническую колбу на 100 см³, заливали 50 см³ кипящей дистиллированной воды и нагревали на водяной бане 30 минут при 80 °С. Экстракт сливали в мерную колбу вместимостью 250 см³, а материал заливали 50 см³ кипящей дистиллированной воды и нагревали на водяной бане 15 минут при 80 °С. Затем фракции объединяли, фильтровали и доводили объем до 250 см³ кипящей дистиллированной водой.

Ход определения. Пипеткой брали аликвоту 10 см³ и переносили в чистую коническую колбу вместимостью 100 см³, туда же добавляли 75 см³ дистиллированной воды и 3 см³ раствора индигокармина. Оттитровывали 0,05 н раствором KMnO₄, до появления золотисто-желтого окрашивания. Параллельно проводили контрольный опыт, титровали 3 см³ индигокармина в 85 см³ воды.

Процентное содержание дубильных веществ (x) вычисляют по следующей формуле:

$$x = \frac{(V_2 - V_1) \cdot D \cdot V \cdot 100 \cdot 100}{m \cdot V_3 \cdot (100 - W)}$$

V₂ – объем 0,05 н KMnO₄, пошедший на титрование, см³; V₁ – объем 0,05 н KMnO₄, пошедший на контрольное титрование, см³; V – общий объем вытяжки, мл; V₃ – объем экстракта, взятого для титрования, см³; m – масса навески, г; W – оводненность сырья, % ; D – коэффициент пересчета на танин: для гидролизующих дубильных веществ 0,0020785; для конденсированных дубильных веществ 0,00291 [3].

Статистическая обработка результатов. Весь цифровой материал вводили для хранения и обработки в таблицы Microsoft Excel с применением теста Мана-Уитни. Полученные результаты представлены в виде медианы и интерквартильного широты (25 процентиль - 75 процентиль). Для оценки достоверности различий между независимыми выборками использовали тест Манна-Уитни, U критическое для критерия Манна-Уитни U_{кр}=27 при p<0.05 .

Результаты исследования. Содержание фенольных соединений в листьях дикорастущих растений представлены в таблице 2.

Таблица 2. Количественное содержание фенольных соединений (в %) в листьях *T. officinale*, [25%; 75%]

Показатели	Районы сбора		
	Ушачский район	Городокский район	Лепельский район
Цветение			
Сумма фенольных	7,52	6,39	7,35

соединений	[4,71-7,66] U _{Эмп} = 38 ¹ p>0,05 U _{Эмп} = 45,5 ² p>0,05 U _{Эмп} = 0; ³ p<0,05	[5,85-6,49] U _{Эмп} = 23,5; ¹ p<0,05 U _{Эмп} = 0; ³ p<0,05	[7,10-7,99] U _{Эмп} = 0; ³ p<0,05
Содержание гидролизуемых дубильных соединений	3,23 [2,82-4,04] U _{Эмп} = 28; ¹ p>0,05 U _{Эмп} = 43; ² p>0,05 U _{Эмп} = 35,5; ³ p>0,05	4,04 [3,63-4,46] U _{Эмп} = 38,5; ¹ p>0,05 U _{Эмп} = 46,5; ³ p>0,05	5,25 [3,64-5,35] U _{Эмп} = 36,5; ³ p>0,05
Содержание конденсированных дубильных соединений	2,31 [2,02-2,89] U _{Эмп} = 28; ¹ p>0,05 U _{Эмп} = 43; ² p>0,05 U _{Эмп} = 35,5; ³ p>0,05	2,89 [2,60-3,46] U _{Эмп} = 38,5; ¹ p>0,05 U _{Эмп} = 46,5; ³ p>0,05	3,75 [2,60-3,85] U _{Эмп} = 36,5; ³ p>0,05
Плодоношение			
Сумма фенольные соединения	11,30 [11,09-11,98] U _{Эмп} = 42,5 ¹ p>0,05 U _{Эмп} = 41,5 ² p>0,05	11,08 [10,59-11,14] U _{Эмп} = 45,5 ¹ p>0,05	11,26 [10,92-11,36]
Содержание гидролизуемых дубильных соединения	1,62 [1,06-4,04] U _{Эмп} = 48,5; ¹ p>0,05 U _{Эмп} = 33,5; ¹ p>0,05	4,04 [2,02-4,45] U _{Эмп} = 38; ¹ p>0,05	1,62 [1,21-2,25]
Содержание конденсированных дубильных соединений	1,15 [1,05-2,61] U _{Эмп} = 48,5; ¹ p>0,05 U _{Эмп} = 33,5; ¹ p>0,05	2,89 [1,44-3,46] U _{Эмп} = 38; ¹ p>0,05	1,15 [0,87-3,75]

Примечание: ¹p<0,05 по сравнению с Лепельским районном, ²p <0,05 по сравнению с Городокским районом, ³p<0,05 по сравнению с фазой плодоношение; при p<0.05 U_{кр}=27.

Содержание суммы фенольных соединений в листьях *T. officinale* в период цветения самое высокое в Ушачском районе, что в 1,2 раза выше Городокском районе и незначительно выше Лепельском районе. Содержание суммы фенольных соединений в листьях *T. officinale* в период плодоношения самое высокое в Ушачском районе, что незначительно выше по сравнению с другими районами. Содержание суммы фенольных соединений в листьях *T. officinale* в период плодоношения выше, чем в период цветения в Ушачском и Лепельском районах в 1,5 раза, в Городокском районе в 1,7 раза.

Содержание суммы конденсированных дубильных соединений в листьях *T. officinale* в период цветения самое высокое в Лепельском районе, что в 1,3 раза выше Ушачском районе и в 1,6 раза в Городокском районе. Содержание суммы гидролизуемых дубильных соединений в листьях *T. officinale* в период плодоношения в Витебском районе, что в 2,5 раза больше по сравнению с другими районами. Содержание суммы гидролизуемых дубильных соединения в листьях *T. officinale* в период плодоношения выше, чем в период цветения в Городокском районе в 1,4 раза, в период цветения выше, чем в период плодоношения в Ушачском районе в 2 раза, в Лепельском районе в 3,2 раза.

Содержание суммы конденсированных дубильных соединений в листьях *T. officinale* в период цветения самое высокое в Лепельском районе, что в 1,6 раза выше Ушачском районе и в 1,3 раза Лепельском районе. Содержание суммы конденсированных дубильных соединений в листьях *T. officinale* в период плодоношения в Городокском районе, что в 2,5 раза больше по сравнению с другими районами. Содержание суммы конденсированных дубильных соединений в листьях *T. officinale* в период цветения выше в период цветения в Ушачском районе в 2 раза, в Лепельском районе в 3,3 раза.

Таблица 3. Количественное содержание фенольных соединений (в %) в листьях *A. podagraria* [25%; 75%]

Показатели	Районы сбора		
	Ушачский район	Городокский район	Лепельский район
Цветение			
Сумма фенольные соединения	7,51 [6,47-7,68] U _{Эмп} = 24; ¹ p<0,05 U _{Эмп} = 19,5; ² p<0,05 U _{Эмп} = 0; ³ p<0,05	8,53 [6,96-9,84] U _{Эмп} = 40; ¹ p>0,05 U _{Эмп} = 0; ³ p<0,05	8,10 [7,72-9,44] U _{Эмп} = 21,5; ³ p<0,05
Содержание гидролизуемые дубильные соединения	2,42 [1,81-2,63] U _{Эмп} = 33,5; ¹ p>0,05 U _{Эмп} = 48; ² p>0,05	2,25 [1,72-2,45] U _{Эмп} = 31; ¹ p>0,05 U _{Эмп} = 40; ³ p>0,05	3,03 [2,04-4,05] U _{Эмп} = 40; ³ p>0,05

	$U_{Эмп} = 47,5; {}^3p > 0,05$		
Содержание конденсированных дубильных соединений	1,52 [1,28-2,12] $U_{Эмп} = 33,5; {}^1p > 0,05$ $U_{Эмп} = 48; {}^2p > 0,05$ $U_{Эмп} = 48,5; {}^3p > 0,05$	1,64 [1,05-1,88] $U_{Эмп} = 32; {}^1p > 0,05$ $U_{Эмп} = 40; {}^3p > 0,05$	2,13 [1,46-2,57] $U_{Эмп} = 40; {}^3p > 0,05$
Плодоношение			
Сумма фенольных соединений	11,85 [11,01-13,23] $U_{Эмп} = 30,5; {}^1p > 0,05$ $U_{Эмп} = 28,5; {}^2p > 0,05$	11,22 [11,01-11,44] $U_{Эмп} = 40,5; {}^1p > 0,05$	10,80 [8,92-11,01]
Содержание гидролизуемых дубильных соединений	2,32 [1,82-2,68] $U_{Эмп} = 39; {}^1p > 0,05$ $U_{Эмп} = 39; {}^2p > 0,05$	1,91 [1,61-2,83] $U_{Эмп} = 30; {}^1p > 0,05$	2,68 [2,39-2,88]
Содержание конденсированных дубильных соединений	1,64 [1,48-1,84] $U_{Эмп} = 39; {}^1p > 0,05$ $U_{Эмп} = 39; {}^2p > 0,05$	1,25 [0,97-1,6] $U_{Эмп} = 30; {}^1p > 0,05$	1,73 [1,39-2,01]

Примечание: ${}^1p < 0,05$ по сравнению с Лепельском районом, ${}^2p < 0,05$ по сравнению с Витебским районом, ${}^3p < 0,05$ по сравнению с фазой плодоношения; при $p < 0,05$ $U_{кр} = 27$.

Статистически значимые отличия в содержании суммы фенольных соединений в листьях сныти обыкновенной выявлены в период цветения между Ушачским районом и Лепельском районом, Ушачским и Городокским районами; между периодами цветения и плодоношения в Ушачском, Городокском и Лепельском районах. Содержание суммы фенольных соединений в листьях одуванчика лекарственного в период цветения самое высокое в Городокском районе, что в 1,2 раза выше чем в Ушачском и незначительно выше Городокском. Содержание суммы фенольных соединений в листьях *A. podagraria* в период плодоношения самое высокое в Ушачском, что незначительно выше по сравнению с другими районами. Содержание суммы фенольных соединений в листьях *A. podagraria* в период плодоношения выше, чем в период цветения в Ушачском районе в 1,6 раза, в Городокском и Лепельском в 1,3 раза.

Содержание гидролизуемых дубильных соединений в листьях *A. podagraria* в период цветения самое высокое в Лепельском районе, что в 1,4 раза выше Ушачского района и в 1,3 раза Городокского района. Содержание гидролизуемых дубильных соединений в листьях *A. podagraria* в период плодоношения самое высокое в Лепельском районе, что в 1,2 раза больше Ушачского и 1,5 раза Городокского. Содержание гидролизуемых дубильных соединений в листьях *A. podagraria* в период цветения выше, чем в период плодоношения в Городокском районе в 1,3 раза и 1,2 раза в Лепельском районе. Содержание конденсированных дубильных веществ в листьях *A. podagraria* в период цветения самое высокое в Лепельском районе, что в 1,4 раза выше по сравнению с другими районами. Содержание конденсированных дубильных веществ в листьях *A. podagraria* в период плодоношения самое высокое в Лепельском районе, что в 1,5 раза больше Городокского и 1,1 раза Ушачского. Содержание конденсированных дубильных веществ в листьях *A. podagraria* в период плодоношения выше, чем в период цветения в Ушачском районе в незначительно, период цветения выше, чем в период плодоношения в Городокском районе в 1,3 раза и Лепельском районе в 1,2 раза.

Заключение.

Таким образом, было выявлено количественное содержание суммы фенольных и дубильных соединений в листьях сныти обыкновенной и одуванчика лекарственного в зависимости от места произрастания и вегетационной фазы. Самые высокие показатели содержания гидролизуемых дубильных соединений отмечены в период цветения, а в период плодоношения наблюдается высокое содержание фенольных соединений. Статистических значимых отличий в исследуемых районах выявлено не было.

Список литературы / References

1. *Волынец А.П.* Фенольные соединения в жизнедеятельности растений / А.П. Волынец. Минск: Беларуская навука, 2013. 283 с.
2. *Коноплева М.М.* Фармакогнозия: природные биологически активные вещества: Учеб. пособие. 3-е издание, дополненное / М.М. Коноплева. Витебск: ВГМУ, 2010. 273 с.
3. *Музычкина Р.А.* Качественный и количественный анализ основных групп БАВ в лекарственном растительном сырье и фитопрепаратах / Р.А. Музычкина, Д.Ю. Корулькин, Ж.А. Абилов. Алматы: Казак университеті, 2004. 288 с.