

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ ВТОРИЧНЫХ МЕТАБОЛИТОВ
В ЛИСТЬЯХ И ЦВЕТКАХ ЭНОТЕРЫ ЖЕЛТОЙ (*OENOTHERA ELATA*)**

А.А. Ракуть, 3 курс

Научный руководитель – О.Н. Жук, к.б.н., доцент

Полесский государственный университет

Растительный мир является ценным источником биологически активных соединений, среди которых важное место занимают флавоноиды — вторичные метаболиты с выраженными антиоксидантными, противовоспалительными и капилляроукрепляющими свойствами. Одним из перспективных растений является энотера желтая (*Oenothera elata*) — представитель семейства Кипрейные, широко распространенный на территории Беларуси. Несмотря на использование в народной медицине, биохимический состав данного вида, особенно содержание флавоноидов в различных органах, изучен недостаточно. Листья и цветки энотеры могут существенно различаться по накоплению вторичных метаболитов, что требует проведения сравнительного анализа для определения наиболее ценного сырья.

Новизна заключается в том, что впервые проведён сравнительный количественный анализ содержания флавоноидов в листьях и цветках энотеры желтой, собранных на берегу реки Пина. Полученные данные позволят объективно оценить биохимическую ценность местного сырья и определить оптимальные органы растения для фитотерапевтического применения.

Флавоноиды — одна из наиболее многочисленных групп фенольных соединений растений, обладающих широким спектром фармакологической активности [4, с. 236]. Энотера желтая содержит флавоноиды (рутин, кверцетин), фенольные соединения, дубильные вещества, а также γ -линоленовую кислоту, обладающую противовоспалительным действием [3, с. 4-9; 7, с. 122-136].

Количественное определение флавоноидов — является обязательным и неотъемлемым этапом фармакогностического анализа лекарственного растительного сырья, позволяющим объективно оценить качество и стандартизировать фитопрепараты [1; 4]. Наиболее доступный и широко применяемый метод — спектрофотометрия с реакцией комплексообразования с $AlCl_3$, дающей стабильные окрашенные комплексы. Для пересчёта используют калибровочную кривую по рутину — флавоноиду-маркеру [2, с. 112; 6].

Цель работы: провести сравнительный анализ содержания флавоноидов в листьях и цветках энотеры желтой (*Oenothera elata*) с использованием спектрофотометрического метода.

Объектами исследования служили высушенные и измельчённые листья и цветки энотеры желтой, собранные в фазу цветения на берегу реки Пины. Экстракцию вторичных метаболитов проводили методом мацерации 70% этиловым спиртом в соотношении сырьё: экстрагент 1:10 в течение 24 часов при комнатной температуре [6, с. 126]. Полученные экстракты фильтровали и упаривали на ротационном испарителе при 65–70°C [7, с. 111-119]. Качественный анализ осуществляли с помощью цветных реакций с 2% $AlCl_3$, 10% KOH, 2,5% $FeCl_3$ и 10% NaOH [4, с. 236-241; 10]. Количественное определение флавоноидов проводили спектрофотометрически при длине волны 415 нм после реакции с $AlCl_3$. Калибровочную кривую строили по растворам рутина с концентрациями 0; 6,25; 12,5; 25 и 50 мкг/мл [2, с. 112].

В ходе качественного анализа установлено, что экстракт цветков энотеры даёт интенсивное жёлто-зелёное окрашивание с $AlCl_3$ (признак флавоноидов) и оранжево-красное с KOH (признак γ -линоленовой кислоты). Экстракт листьев энотеры показал тёмно-зелёное окрашивание с $FeCl_3$ (фенольные соединения, дубильные вещества) и жёлтое с переходом в оранжевое с NaOH (фенолкарбоновые кислоты). Таким образом, оба органа растения являются источниками флавоноидов и сопутствующих БАВ.

Калибровочная кривая для рутина (рисунок 1) описывается уравнением $y = 0,0522x$ ($R^2 = 0,997$), что свидетельствует о хорошей линейной зависимости оптической плотности от концентрации в исследованном диапазоне.

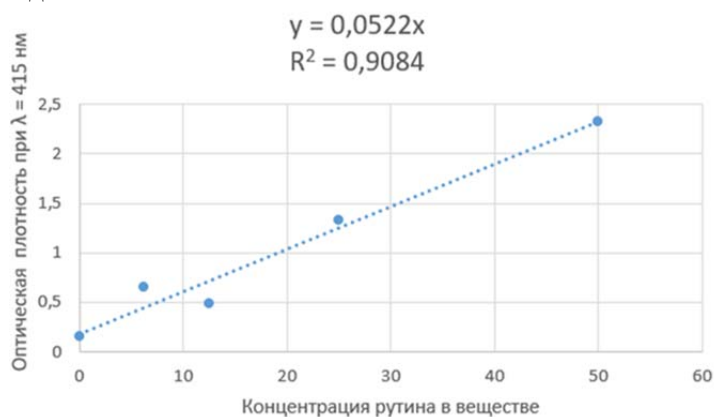


Рисунок 1. – Калибровочная кривая для определения флавоноидов (в пересчёте на рутин)

Измеренные значения оптической плотности экстрактов (таблица) показали, что поглощение образца листьев значительно выше, чем цветков, что указывает на более высокое содержание флавоноидов в листьях.

Таблица – Оптическая плотность экстрактов при $\lambda=415$ нм

Образец	Оптическая плотность (OD)
Цветки Энотеры желтой	0,4141
Листья Энотеры желтой	1,9445

Расчёт концентрации флавоноидов с использованием линейной интерполяции (для листьев) и экстраполяции (для цветков) дал следующие результаты (рисунок 2): для цветков — 7,93 мкг/мл в экстракте, для листьев — 36,81 мкг/мл.

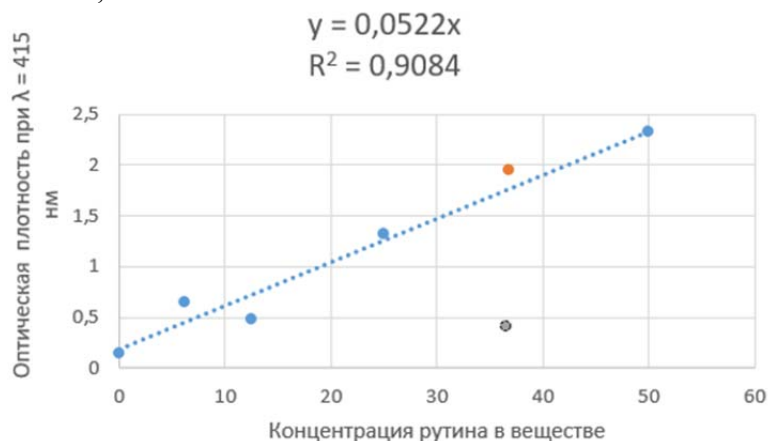


Рисунок 2. – Отображение оптической плотности (OD) флавоноидов для листиков и цветочков Энотеры желтой (*Oenothera elata*)

Пересчёт на грамм сухого сырья показал, что содержание флавоноидов в цветках составляет 79,33 мг/г, а в листьях — 368,1 мг/г. Таким образом, листья энотеры желтой содержат примерно в 4,6 раза больше флавоноидов по сравнению с цветками при одинаковых условиях экстракции и анализа.

Полученные результаты могут быть использованы для стандартизации лекарственного растительного сырья «Листья энотеры» и «Цветки энотеры», заготавливаемых в Полесском регионе. Адаптированная методика экстракции и спектрофотометрического анализа пригодна для входного контроля качества фитосырья на фармацевтических предприятиях. Более высокое содержание

флавоноидов в листьях энотеры желтой подтверждает их преимущество как источника антиоксидантов при производстве противовоспалительных сборов и фитопрепаратов по сравнению с цветками.

Подтверждено присутствие в листьях и цветках энотеры желтой (*Oenothera elata*) флавоноидов, фенольных соединений, γ -линоленовой кислоты и дубильных веществ, при этом содержание флавоноидов в листьях энотеры желтой (368,1 мг/г) достоверно превышает их содержание в цветках (79,33 мг/г). Полученные данные свидетельствуют, что большее количество флавоноидов приходится на листья, и что оба органа растения пригодны для использования в фитотерапевтических целях.

Список использованных источников

1. Лазаревич, С. В. Ботаника / С. В. Лазаревич. — Москва : ИВЦ Минфина, 2019. — 496 с.
2. Анапиев, И. М. Учебно-полевая практика по систематике высших растений с основами геоботаники / И. М. Анапиев. — Караганда : КарГУ, 1997. — 283 с. Государственная фармакопея Российской Федерации : XIV издание : в 4 т. — Москва : Издательство стандартов, 2018. — Т. 1. — 1500 с. ; Т. 2. — 1500 с. ; Т. 3. — 1500 с. ; Т. 4. — 1500 с.
3. European Pharmacopoeia : 11th edition. — Strasbourg : EDQM, 2023. — 4500 p.
4. ГОСТ 31638-2012. Сырье лекарственное растительное. Общие технические условия. — Москва : Стандартинформ, 2013. — 12 с.
5. Муравьева, Д. А. Фармакогнозия : учебник / Д. А. Муравьева. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. — 976 с.
6. Самылина, И. А. Фармакогнозия. Атлас : в 3 т. / И. А. Самылина, О. Г. Аносова. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2021.
7. Harborne, J. B. Phytochemical Methods: A Guide to Modern Techniques of Plant Analysis / J. B. Harborne. — 3rd ed. — Springer, 1998. — 302 p.
8. Бадретдинова, Л. А. Методы выделения и анализа биологически активных соединений растительного происхождения / Л. А. Бадретдинова, С. М. Николаев. — Уфа : БГМУ, 2019. — 184 с.
9. Беликов, В. В. Фармацевтическая химия / В. В. Беликов. — Москва : Медицина, 2020. — 624 с.