

З. И. Игзакова (асп.), Э. Х. Галияхметова (к.фарм.н., доц.),
Н. В. Кудашкина (д.фарм.н., проф., зав. каф.), Р. Р. Галияхметова (студ.)

ИЗУЧЕНИЕ ФЛАВОНОИДОВ В ТРАВЕ *CRAMBE ABYSSINICA HOCHST.*

Башкирский государственный медицинский университет Минздрава России,
кафедра фармакогнозии и ботаники
450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3; e-mail: svet-khasanova@yandex.ru

Z. I. Igzakova, E. Kh. Galiakhmetova, N. V. Kudashkina, R. R. Galiakhmetova

THE STUDY OF FLAVONOIDS IN THE HERB *CRAMBE ABYSSINICA HOCHST.*

Bashkir state medical University of the Ministry of health of the Russian Federation
3, Lenina Str., 450008, Ufa, Russia; e-mail: svet-khasanova@yandex.ru

Представлены результаты исследования качественного состава флавоноидов и фенолкарбоновых кислот методом ТСХ. Определены спектральные характеристики спиртовых извлечений травы *C. abyssinica*, подобраны условия экстракции и оптимальные параметры для количественного определения флавоноидов в траве *C. abyssinica* спектрофотометрическим методом. Разработана методика количественного определения суммы флавоноидов в траве *Crambe abyssinica Hochst.* в пересчете на лутеолин-7-гликозид при аналитической длине волны 398 ± 2 нм. Содержание флавоноидов в среднем составила от 0.83 до 0.87 %. В проект фармакопейной статьи рекомендовано включить числовой показатель: содержание флавоноидов – не менее 0.8%.

Ключевые слова: апигенин; *Brassicaceae*; коричная кислота; крамбе абиссинская; *Crambe abyssinica Hochst.*; лутеолин-7-гликозид; спектрофотометрический метод; стандартизация; сумма флавоноидов; тонкослойная хроматография, хлорогеновая кислота.

Крамбе абиссинская (*Crambe abyssinica Hochst.*) или горчица абиссинская – перспективное растение из рода *Crambe*, семейства капустные (*Brassicaceae*), широко культивируемое в условиях умеренной климатической зоны Республики Башкортостан. Растения, относящиеся к семейству *Brassicaceae*, ценятся содержанием серосодержащих соединений хемопреventоров – глюкозинолатов, которые под действием фермента миросиназы разлагаются до глюкозы и активных метаболитов: изотиоционата, индол-3-карбинола, N-метоксииндол-3-карбинола, нитрила и др. ^{1–3}. Доказано, что органические соединения – изотиоционаты обладают такими ценными для здоровья человека эффектами, как: противораковым, про-

The article presents studies on the qualitative composition of flavonoids and phenolic carboxylic acids by TLC method. Spectral characteristics of alcoholic extracts of *C. abyssinica* herb were determined, extraction conditions and optimal parameters for quantitative determination of flavonoids in *C. abyssinica* herb by spectrophotometric method were selected. Based on these studies, a method for quantifying the amount of flavonoids in the herb *Crambe abyssinica Hochst.* has been developed. in terms of luteolin-7-glycoside at an analytical wavelength of 398 ± 2 nm. The average flavonoid content ranged from 0.83 to 0.87%. It is recommended to include a numerical indicator in the draft pharmacopoeia article: the content of flavonoids is at least 0.8%.

Keywords: apigenin; *Brassicaceae*; *Crambe abyssinica Hochst.*; chlorogenic acid; cinnamic acid; luteolin-7-glycoside; spectrophotometric method; standardization; sum of flavonoids; thin-layer chromatography.

тивогрибковым, противовоспалительным и антиоксидантным действиями ^{4–8}. В аптечном ассортименте можно встретить негормональные комплексы индол-3-карбинола, индол-брокколи и продуктов его распада (например, 3,3-дииндолметана), способствующие поддержанию женского здоровья, останавливающие пролиферацию перерожденных клеток толстой кишки, снижению риска развития новообразований и нарушений функций репродуктивной системы, улучшению метаболизма эстрогенов и поддержанию в норме их баланса и др. ^{7,8}.

Известно, что на фармакологическую активность лекарственных растений существенно влияют и другие биологические компоненты, в частности, флавоноиды, которые детерминируют проти-

Дата поступления 06.02.24

вовоспалительные, адаптогенные, антимикробные, гипогликемические, отхаркивающие, противовоспалительные и др. действия^{9–12}.

Целью нашего исследования явилась разработка методов стандартизации травы *Crambe abyssinica* Hochst.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования служила трава, культивируемая на территории Уфимского района Республики Башкортостан, заготовленная в различные периоды вегетации в 2023 г. Заготовленное сырье было высушено воздушно-теневым способом и хранилось в тканевых мешках без попадания прямых солнечных лучей при оптимальной температуре и влажности¹³.

Для ТСХ использовали хроматографические пластинки марки Sorbfil ПТСХ-АФ-А 100×150 мм (Россия). Подвижными фазами (ПФ) явились смеси растворителей: №1 (этилацетат–муравьиная кислота–вода (8:1:1)), №2 (этилацетат–леяная уксусная кислота–вода (5:1:1)), №3 (этилацетат–муравьиная кислота–вода (10:1:1)). Для идентификации веществ использовали стандартные образцы (СО) лютеолина-7-глюкозида (CAS: 5373-11-5, производитель *Sigma-Aldrich*), СО апигенина (CAS: 520-36-5, производитель *Angene International*), СО рутина (CAS: 153-18-4, производитель *Biochem*), СО хлорогеновой кислоты (CAS: 327-97-9, производитель *Pharmaffiutes*) и СО коричной кислоты (CAS: 140-10-3, *Sisco Research Laboratories*). Для проявления зон адсорбции хроматограмму обрабатывали алюминия хлорида раствором 3% в спирте 95% (для веществ флавоноидной природы) и парами аммиака (для фенолкарбоновых кислот). Полученные результаты хроматографического анализа рассматривали в видимом и УФ-свете при длинах волн 254 и 365 нм до и после окрашивания обнаруживающими реагентами.

Спектральный анализ водно-спиртовых извлечений на 70%-ном этиловом спирте травы *C. abyssinica* проводили в интервале от 250 до 450 нм на спектрофотометре марки *Shimadzu UV-1800*.

Для количественного анализа суммы флавоноидов использовали спектрофотометрический метод, основанный на реакции комплексообразования флавоноидов с алюминия хлорида раствором 5% в спирте 95% и измерения оптической плотности полученных комплексов. Прототипом количественного анализа флавоноидов явилась методика количественного определения в *Achillea millefolium* траве в пересчете на лютеолин¹.

Для определения условий максимального извлечения флавоноидов из сырья были исследова-

ны следующие факторы: подходящий экстрагент – спирт этиловый различной концентрации (40%; 70% и 95%), соотношение сырья и экстрагента (1:10; 1:30; 1:40 и 1:100), степень измельчения сырья (0.25 мм; 0.5 мм; 1.0 мм; 2.0 мм и 3.0 мм), время экстракции (45 мин; 60 мин; 90 мин; 120 мин и 150 мин) и кратность экстракции (1-кратная; 2-кратная; 3-кратная); выбор концентрации растворителя комплексообразователя – 40%-, 70%- и 95%-ный спирт этиловый; подбор концентрации комплексообразователя – 2%; 3%; 5% и 7%-ный раствор хлорида алюминия. Также были исследованы условия образования комплексов флавоноидов раствором хлорида с алюминия в спирте: выбор объема комплексообразователя (1 мл; 2 мл; 3 мл; 4 мл; 5 мл и 7 мл) и времени комплексообразования (с 10 мин до 160 мин). Для подбора условий использовали по 5 серий анализа, каждая из не менее 5 повторностей.

Полученные результаты подвергали статистической обработке в соответствии с¹³ (табл. 1).

Результаты и их обсуждение

Из результатов хроматографического анализа травы *C. abyssinica* можно заключить, что наилучшее разделение веществ происходит при использовании водно-спиртовых извлечений на 70%-ном этиловом спирте в системе растворителей №1. На хроматографических пластинках (*Sorbfil* ПТСХ-АФ-А) после окрашивания обнаруживаются около 6-7 зон адсорбции в УФ-свете при 365 нм, из которых по хроматографическому поведению зоны с $R_f \sim 0.67$; $R_f \sim 0.79$ относятся к веществам флавоноидной природы. Зона адсорбции с $R_f \sim 0.67$ идентифицирована как лютеолин-7-глюкозид (желто-зеленая окраска пятна), с $R_f \sim 0.79$ – апигенин (желтая окраска пятна); разделенные вещества с $R_f \sim 0.13$; $R_f \sim 0.19$; $R_f \sim 0.43$ и $R_f \sim 0.88$ не были идентифицированы. Также в системе №1 были разделены фенолкарбоновые кислоты. В УФ свете при 365 нм зоны адсорбции с $R_f \sim 0.75$ (бурая окраска пятна) и $R_f \sim 0.56$ (сине-зеленая окраска пятна) были идентифицированы как хлорогеновая и коричная кислоты соответственно (после проявления обнаруживающим реактивом – парами аммиака) (рис. 1).

Спектральный анализ водно-спиртовых извлечений травы *Crambe abyssinica* на 70%-ном этиловом спирте с 5%-ным раствором хлорида алюминия в 95%-ном спирте выявил следующие оптические характеристики: максимумы поглощения при 278 ± 2 нм, 294 ± 2 нм, 398 ± 2 нм. Также оказалось, что спектр исследуемого раствора совпадает со спектром раствора СО лютеолин-7-гликозида с добавлением комплексообразователя (рис. 2).

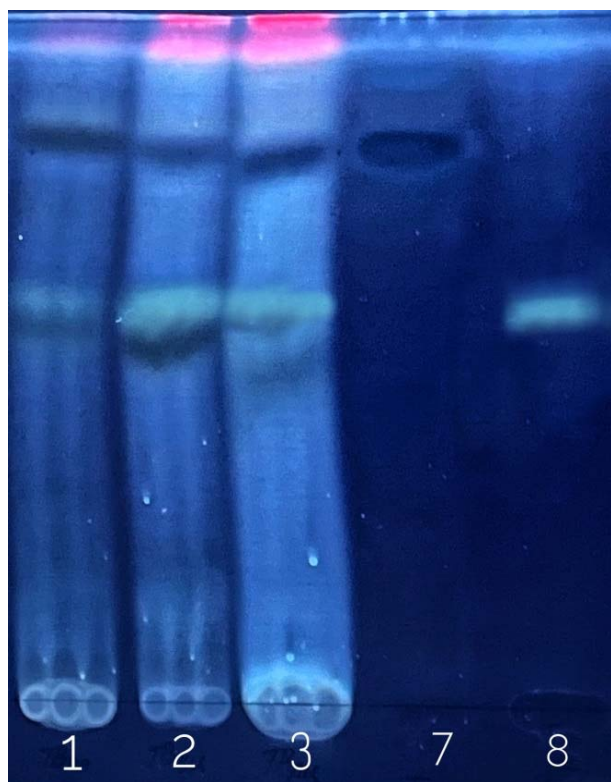
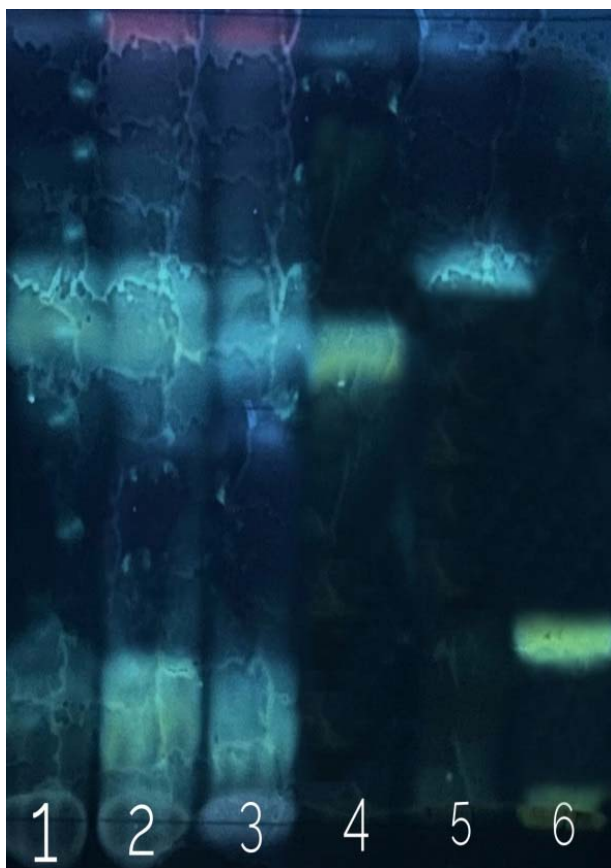


Рис. 1. Хроматограммы спиртовых извлечений травы *C. abyssinica* в УФ-свете: 1 – трава, собранная в период плодоношения; 2 – трава, собранная во время цветения; 3 – трава, собранная до цветения; 4 – раствор СО лютеолин-7-глюкозида; 5 – раствор СО апигенина; 6 – раствор СО рутина; 7 – раствор СО хлорогеновой кислоты; 8 – раствор СО коричной кислоты

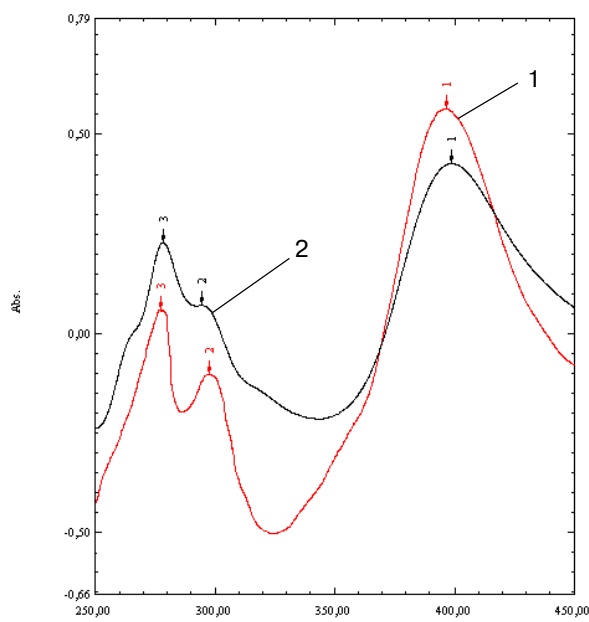


Рис. 2. Спектры поглощения водно-спиртового извлечения травы *C. abyssinica* (1) и раствора СО лютеолин-7-глюкозида (2) с комплексообразующей добавкой

Полученные результаты позволяют проводить спектрофотометрическое определение суммы флавоноидов в траве *C. abyssinica* в пересчете на лютеолин-7-глюкозид при аналитической длине волны 398 ± 2 нм.

Результаты подбора условий извлечения флавоноидов из сырья и условий проведения реакции с комплексообразователем при разработке методики количественного определения суммы флавоноидов в траве *C. abyssinica* представлены в табл. 1 и на рис. 3.

Из результатов проведенного анализа следует, что максимальный выход суммы флавоноидов в пересчете на лютеолин-7-глюкозид в траве крамбе абиссинской наблюдается в водно-спиртовых извлечениях на 70%-ном этиловом спирте, при соотношении сырья с размером частиц 0.5 мм и экстрагента, равном 1:10, однократном нагревании сырья на водяной бане в течение 120 мин.

Также были подобраны оптимальные параметры комплексообразования. Наилучшие результаты получены при использовании 2 мл 5%-ного раствора хлорида алюминия в 95%-ном этиловом спирте через 105 мин, после чего комплекс оставался стабильным еще 45 мин.

Было исследовано влияние подкисления опытных растворов и растворов сравнения на результаты анализов. Оказалось, что оптическая плотность растворов без подкисления при 398 нм выше, чем в растворах с подкислением ($p < 0.5$). При подкислении растворов происходил сдвиг максимума на 2–3 нм. Растворы СО (лютеолин-7-глюкозид) также показывали повышенные

Таблица 1

Результаты количественного содержания флавоноидов в траве *Crambe abyssinica*

Факторы экстракции и условия реакции комплексообразования флавоноидов									Содержание суммы флавоноидов, %
Вид экстрагента (конц-я этанола, %)	Соотноше- ние «сырье- экстрагент»	Степень измель- ченности, мм	Время экстрак- ции, мин	Крат- ность экс- тракции	Конц-я рас- творителя комплексооб- разователя, %	Конц-я комплекс- образова- теля, %	Объем комплекс- образова- теля, мл	Время комплекс- образования, мин	
40	1:10	0.5	90	1	95	2	3	40	0.50±0.04
70									0.57±0.03
95									0.47±0.03
Соотношение «сырье-экстрагент»									
70	1:5	0.5	90	1	95	2	3	40	0.26±0.03
	1:10								0.59±0.03
	1:50								0.55±0.03
	1:100								0.49±0.02
Степень измельченности, мм									
70	1:10	0.25	90	1	95	2	3	40	0.50±0.03
		0.5							0.57±0.04
		1.0							0.51±0.02
		2.0							0.47±0.02
		3.0							0.42±0.02
Время экстракции, мин									
70	1:10	0.5	45	1	95	2	3	40	0.47±0.02
			60						0.48±0.03
			90						0.59±0.02
			120						0.72±0.03
			150						0.43±0.03
Кратность экстракции									
70	1:10	0.5	120	1	95	2	3	40	0.72±0.03
				2					0.37±0.02
				3					0.18±0.03
Концентрация растворителя комплексообразователя, %									
70	1:10	0.5	120	1	70	2	3	40	0.49±0.04
					95				0.72±0.02
Концентрация комплексообразователя, %									
70	1:10	0.5	120	1	95	2	3	40	0.72±0.02
						3			0.73±0.04
						5			0.79±0.03
						7			0.55±0.03
Объем комплексообразователя, мл									
70	1:10	0.5	120	1	95	5	1	40	0.70±0.02
							2		0.83±0.03
							3		0.79±0.03
							5		0.74±0.02
							7		0.71±0.03

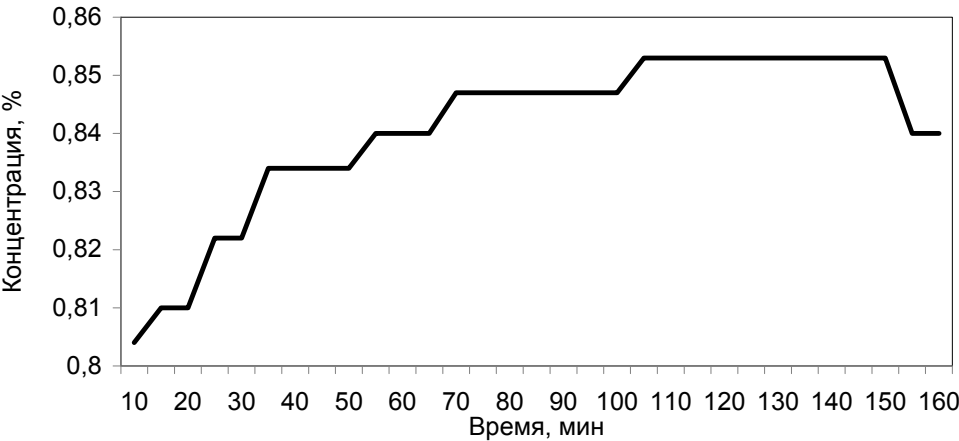


Рис. 3. Зависимость концентрации флавоноидов в извлечениях *C. abyssinica* от времени реакции с 5%-ным раствором хлорида алюминия

результаты оптической плотности в варианте опытов без подкисления растворов (рис. 4). Поэтому при разработке методики количественного определения флавоноидов в траве *C. abyssinica* было принято решение не использовать подкисленные растворы¹⁴.

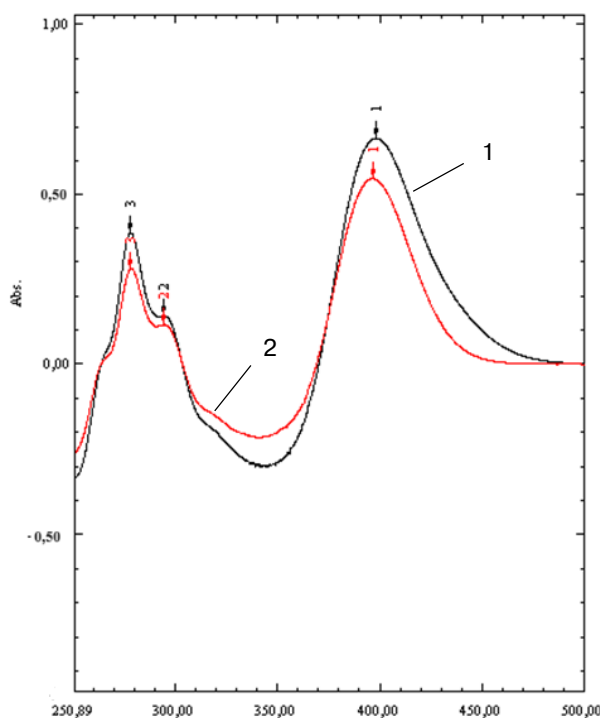


Рис. 4. Спектры поглощения растворов СО лютеолин-7-гликозида с комплексообразующей добавкой: 1 – без подкисления; 2 – с подкислением

Методика количественного определения флавоноидов

Аналитическую пробу сырья травы *C. abyssinica* 5.0 г (точная навеска), измельченного и просеянного через сито с размером частиц 0.5 мм, помещали в колбу со шлифом вместимостью 100 мл, добавляли 50 мл 70%-ного этилового спирта. Колбу присоединяли к обратному холодильнику и выдерживали на кипящей водяной бане в течение 120 мин, после чего охлаждали до комнатной температуры. Спиртовое извлечение фильтровали через бумажный фильтр, предварительно смоченный тем же растворителем, отбрасывая первые 10 мл фильтрата (раствор А).

В мерную колбу объемом 50 мл помещали 2 мл раствора А, прибавляли 2 мл 5%-ного спиртового раствора хлорида алюминия, доводили объем раствора до метки 95%-ным этиловым спиртом и перемешивали (раствор Б).

Через 105 мин измеряли оптическую плотность раствора на спектрофотометре при длине волны 398 ± 2 нм в кювете с толщиной слоя 10 мм относительно раствора сравнения.

В качестве раствора сравнения использовали раствор, состоящий из 2 мл раствора А, доведенного 95%-ным этиловым спиртом до метки в мерной колбе объемом 50 мл.

Содержание суммы флавоноидов (X) в пересчете на лютеолин-7-гликозид в % рассчитывали по формуле:

$$X = \frac{A_1 \cdot a_0 \cdot 50 \cdot 50 \cdot 1 \cdot 100 \cdot 100}{A_0 \cdot 100 \cdot a_1 \cdot 2 \cdot 10 \cdot (100 - W)},$$

где A_1 – оптическая плотность испытуемого раствора;
 A_0 – оптическая плотность раствора СО лютеолин-7-гликозида;

a_1 – масса сырья, г;

a_0 – масса СО лютеолина-7-гликозид;

W – потеря в массе при высушивании сырья, %.

Приготовление растворов

Раствор СО лютеолин-7-гликозида. 0.001 г (точная навеска) растворяли в 100 мл 70%-ного этилового спирта нагревали на водяной бане до полного растворения (раствор А СО лютеолин-7-гликозид).

1.0 мл раствора А помещали в мерную колбу объемом 10 мл, доводили 95%-ным этиловым спиртом до метки и перемешивали (раствор Б СО лютеолина-7-гликозид).

Срок годности растворов не более 30 дней при соблюдении условий хранения (прохладное, защищенное от света место).

1.0 мл раствора А СО лютеолин-7-гликозида помещали в мерную колбу объемом 10 мл, прибавляли 2 мл раствора 5%-ного хлорида алюминия, доводили объем раствора 95%-ным этиловым спиртом до метки и перемешивали (раствор Б СО лютеолин-7-гликозида).

Из результатов проведенных исследований следует, что сумма флавоноидов в пересчете на лютеолин-7-гликозид в траве *C. abyssinica* составляет в среднем 0.85% (табл. 2).

Таблица 2

Результаты содержания флавоноидов в траве *Crambe abyssinica* в пересчете на лютеолин-7-гликозид

№ серии	Среднее содержание, %	Метрологические характеристики
1	0.87	$f = 5$; $S_y = 0.0120$; $\varepsilon_{\alpha} = 0.03$; $\varepsilon_{отн} = 3.58$
2	0.85	$f = 55$; $S_y = 0.0071$; $\varepsilon_{\alpha} = 0.02$; $\varepsilon_{отн} = 2.31$
3	0.83	$f = 5$; $S_y = 0.0087$; $\varepsilon_{\alpha} = 0.02$; $\varepsilon_{отн} = 2.71$

Примечание: f – число степеней свободы; S_y – стандартное отклонение среднего результата; ε_{α} и $\varepsilon_{отн}$ – относительные ошибки соответственно результата отдельного определения и среднего результата

Также было определено влияние фазы вегетации (до цветения, во время цветения и во время плодоношения) травы на накопление флавоноидов (табл. 3).

Таблица 3
Влияние фазы вегетации на содержание флавоноидов в траве *C. abyssinica*

№	Лекарственное растительное сырье	Содержание флавоноидов, %	Метрологические характеристики
1	Трава (до цветения)	0.85	$f = 5$; $S_y = 0.0071$; $\varepsilon_{\alpha} = 0.02$; $\varepsilon_{отн} = 2.31$
2	Трава (во время цветения)	0.79	$f = 5$; $S_y = 0.0125$; $\varepsilon_{\alpha} = 0.02$; $\varepsilon_{отн} = 4.22$
3	Трава (плодоношение)	0.75	$f = 5$; $S_y = 0.0152$; $\varepsilon_{\alpha} = 0.04$; $\varepsilon_{отн} = 5.23$

Из приведенных данных следует, что максимальное накопление флавоноидов наблюдается в траве, собранной до цветения; тогда как в траве во время цветения и во время плодоношения содержание флавоноидов приблизительно одинаковы.

Литература

1. Государственная фармакопея Российской Федерации XIV. Т.IV. – М.: Научный центр экспертизы медицинского применения, 2018. – С.6508–6514.
2. Blazevic I., Montaut S., Burcul F., Olsen CE., Burow M., Rollin P., Agerbirk N. Glucosinolate structural diversity, identification, chemical synthesis and metabolism in plants // *Phytochemistry*.– 2020– V.169. – Art.112100.
3. Орлова С.В., Никитина Е.А., Балашова Н.В., Водолазская А.Н., Прокопенко Е.В. Глюкозинолаты как потенциальные факторы защиты репродуктивной системы женщины // *Медицинский алфавит*.– 2022. – №24. – С.38-43.
4. Bravi E., Falcinelli B., Mallia G., Marconi O., Royo-Esnal A., Benincasa P. Effect of Sprouting on the Phenolic Compounds, Glucosinolates, and Antioxidant Activity of Five *Camelina sativa* (L.) Crantz Cultivars // *Antioxidants* (Basel).– 2023. – V.12, №8. – Art.1495.
5. Szucs Z., Plaszkó T., Bodor E., Csoma H., Acs-Szabo L., Kiss-Szikszai A., Vasas G., Gonda S. The antifungal activity of nitriles derived from glucosinolate and their synergistic activity with glucosinolate derivatives isothiocyanates *Distinguishes various taxa* of cabbage endophytes and soil fungi // *Plants* (Basel).– 2023. – V.12, №14. – Art.2741.
6. Kim J.S., Han S., Kim H., Won S.Y., Park H.W., Choi H., Choi M., Lee M.Y., Ha I.J., Lee S.G. Anticancer Effects of High Glucosinolate Synthesis Lines of Brassica rapa on Colorectal Cancer Cells // *Antioxidants* (Basel).– 2022. – V.14, №11(12). – Art.2463.
7. Degner S.C., Papoutsis A.J., Selmin O., Romagnolo D.F. Targeting of aryl hydrocarbon receptor-mediated activation of cyclooxygenase-2 expression by the indole-3-carbinol metabolite 3,3'-diindolylmethane in breast cancer cells // *J. Nutr.*– 2009. – V.139, №1. – Pp.26-32.
8. Сметник А.А., Сметник В.П., Киселев В.И. Опыт применения индол-3-карбинола в лечении заболеваний молочной железы и профилактике рака молочной железы // *Акушерство и гинекология*.– 2017. – Т.2. – С.106-112.

References

1. *Gosudarstvennaya farmakopeya Rossiyskoj Federatsii XIV. T.IV* [State Pharmacopoeia of the Russian Federation XIV. Vol.IV]. Moscow, Nauchnyj centr ekspertizy meditsinskogo primeneniya Publ., 2018, pp. 6508-6514.
2. Blazevic I., Montaut S., Burcul F., Olsen CE., Burow M., Rollin P., Agerbirk N. [Glucosinolate structural diversity, identification, chemical synthesis and metabolism in plants]. *Phytochemistry*, 2020, vol.169, art.112100.
3. Orlova S.V., Nikitina E.A., Balashova N.V., Vodolazskaya A.N., Prokopenko E.V. *Glyukozinolaty kak potentsial'nyye faktory zashchity reproduktivnoy sistemy zhenshchiny* [Glucosinolates as potential factors for protecting the female reproductive system]. *Meditsinskiy alfavit* [Medical alphabet], 2022, no.24, pp.38-43.
4. Bravi E., Falcinelli B., Mallia G., Marconi O., Royo-Esnal A., Benincasa P. [Effect of Sprouting on the Phenolic Compounds, Glucosinolates, and Antioxidant Activity of Five *Camelina sativa* (L.) Crantz Cultivars]. *Antioxidants* (Basel), 2023, vol.12, no.8, art.1495.
5. Szucs Z., Plaszkó T., Bodor E., Csoma H., Acs-Szabo L., Kiss-Szikszai A., Vasas G., Gonda S. [The antifungal activity of nitriles derived from glucosinolate and their synergistic activity with glucosinolate derivatives isothiocyanates *Distinguishes various taxa* of cabbage endophytes and soil fungi]. *Plants* (Basel), 2023, vol.12, no.14, art.2741.
6. Kim J.S., Han S., Kim H., Won S.Y., Park H.W., Choi H., Choi M., Lee M.Y., Ha I.J., Lee S.G. [Anticancer Effects of High Glucosinolate Synthesis Lines of Brassica rapa on Colorectal Cancer Cells]. *Antioxidants* (Basel), 2022, vol.14, no.11(12), art.2463.
7. Degner S.C., Papoutsis A.J., Selmin O., Romagnolo D.F. [Targeting of aryl hydrocarbon receptor-mediated activation of cyclooxygenase-2 expression by the indole-3-carbinol metabolite 3,3'-diindolylmethane in breast cancer cells]. *J. Nutr.*, 2009, vol.139, no.1, pp.26-32.
8. Smetnik A.A., Smetnik V.P., Kiselev V.I. *Opyt primeneniya indol-3- karbinola v lechenii zabolevanij molochnoj zhelezy i profilaktike raka molochnoj zhelezy* [Experience with the use of indole-3-carbinol in the treatment of breast diseases and the prevention of

9. Badshah S.L., Faisal S., Muhammad A., Poulson B.G., Emwas A.H., Jaremko M. Antiviral activities of flavonoids // *Biomed Pharmacother.*– 2021.– V.140.– Art.111596.
10. Cushnie T.P., Lamb J. Antimicrobial activity of flavonoids // *Int. J. Antimicrob Agents.*– 2005.– V.26, №5.– Pp.343-356.
11. Serafini M., Peluso I., Raguzzini A. Flavonoids as anti-inflammatory agents // *Proc. Nutr. Soc.*– 2010.– V.69, №3.– Pp.273-278.
12. Галияхметова Э.Х., Низамова А.А., Кудашкина Н.В., Хасанова С.Р., Андресова П.А., Галияхметова Р.Р., Хакимова Э.Р. Разработка методики количественного определения флавоноидов в траве *Gynostemma pentaphyllum* // *Медицинский вестник Башкортостана.*– 2022.– Т.17, №4 (100).– С.35-39.
13. Государственная фармакопея Российской Федерации XV.– М.: Научный центр экспертизы медицинского применения, 2023.
14. Гусакова В. А., Андресова П.А., Хасанова С.Р. и др. Изучение различных условий количественного определения на содержание флавоноидов на примере плодов боярышника мягковатого // *Вестник Башкирского государственного медицинского университета.*– 2019.– №1.– С.57-61.
9. Badshah S.L., Faisal S., Muhammad A., Poulson B.G., Emwas A.H., Jaremko M. [Antiviral activities of flavonoids]. *Biomed Pharmacother*, 2021, vol.140, art.111596.
10. Cushnie T.P., Lamb J. [Antimicrobial activity of flavonoids]. *Int. J. Antimicrob Agents*, 2005, vol.26, no.5, pp.343-356.
11. Serafini M., Peluso I., Raguzzini A. [Flavonoids as anti-inflammatory agents]. *Proc. Nutr. Soc.*, 2010, vol.69, no.3, pp.273-278.
12. Galiakhmetova E.Kh., Nizamova A.A., Kudashkina N.V., Khasanova S.R., Andresova P.A., Galiakhmetova R.R., Khakimova E.R. *Razrabotka metodiki kolichestvennogo opredeleniya flavonoidov v trave Gynostemma pentaphyllum* [Development of a method for the quantitative determination of flavonoids in the herb *Gynostemma pentaphyllum*]. *Meditinskiy vestnik Bashkortostana* [Medical Bulletin of Bashkortostan], 2022, vol.17, no.4(100), pp.35-39.
13. *Gosudarstvennaya farmakopeya Rossiyskoj Federatsii XV* [State Pharmacopoeia of the Russian Federation XV]. Moscow, Nauchnyj tsentr ekspertizy meditsinskogo primeneniya Publ., 2023.
14. Gusakova V. A., Andresova P.A., Khasanova S.R. i dr. *Izuchenie razlichnykh usloviy kolichestvennogo opredeleniya na sodержanie flavonoidov na primere plodov boyaryshnika myagkovatogo* [Study of various conditions for quantitative determination of flavonoid content using the example of soft hawthorn fruits]. *Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta* [Bulletin of the Bashkir State Medical University], 2019, no.1, pp.57-61.