

## ВОДНО-СПИРТОВАЯ ЭКСТРАКЦИЯ ФЛАВОЛИГНАНОВ ИЗ РАСТОРОПШИ ПЛОДОВ

Солтан И.М., Лукашов Р.И.

Белорусский государственный медицинский университет,  
кафедра организации фармации, г. Минск

**Ключевые слова:** расторопша пятнистая, флаволигнаны, силимарин, гепатопротекторная активность.

**Резюме:** в статье представлены результаты определения содержания силимарина в извлечениях из расторопши плодов с использованием различных спиртовых растворителей в качестве экстрагентов. Лучший результат был получен в ходе экстракции этанолом с объемной долей 96% (6,67%; на 397,7% (отн.) больше по сравнению с использованием воды в качестве экстрагента).

**Resume:** the article presents the results of determining the silymarin content in the extracts of milk thistle using various alcoholic solvents as extractants. The best result was obtained during the extraction with 96% ethanol (6,67%; 397,7% more compared to the aqueous extract).

**Актуальность.** Плоды расторопши пятнистой (*Silybum marianum*) содержат в себе комплекс биологически активных веществ, обладающих гепатопротекторной[1], антиоксидантной[2] и иммуномодулирующей[3] активностью. Ключевую роль в их проявлении играют флаволигнаны: силибин, силибинин, силидианин, силикристин и др. Препараты расторопши плодов обладают способностью ингибировать перекисное окисление липидов в тканях печени и увеличивать активность таких антиоксидантных ферментов, как супероксиддисмутаза и каталаза [4]. Кроме того, они широко изучались *in vivo* и *in vitro* на предмет химиопрофилактического потенциала против различных видов рака [5–7].

Водно-спиртовая экстракция является универсальным и относительно недорогим методом извлечения органических соединений из лекарственного растительного сырья. Используемые для ее проведения растворители в значительной степени определяют эффективность, безопасность и качество полученного экстракта то, что обуславливает актуальность данного направления исследований.

**Цель:** изучить влияние водно-спиртовой экстракции (природа и объемная доля спиртов) на выход суммы флаволигнанов из расторопши плодов.

**Задачи:** 1. Экспериментальным путем определить оптимальный растворитель для экстракции флаволигнанов из расторопши плодов; 2. Изучить зависимость содержания флаволигнанов в полученных извлечениях от длины углеводородного радикала спиртов.

**Материал и методы.** Объектом исследования служили расторопши плоды.

В качестве экстрагентов использовали воду, бутанол-1 и бутанол-2, а также метанол, этанол, пропанол-1 и пропанол-2 в объемной доле 20, 40, 60, 80 и 100%. Экстракцию проводили однократно в течение одного часа при соотношении сырья и экстрагента 1 к 50 при температуре 80°C. Содержание силимарина определяли спектрофотометрически (прямая спектрофотометрия после разведения извлечения соот-

ветствующим экстрагентом). Измерение оптической плотности системы проводили при длине волны 289 нм, что соответствует максимуму поглощения флаволигнанов.

Процентное содержание силимарина рассчитывали по формуле:

$$X, \% = \frac{A * 250}{444 * m},$$

где А – оптическая плотность испытуемого раствора; m – масса навески измельченного сырья, г.

Полученные данные обрабатывали в программе MicrosoftExcel 2016. Конечные результаты представляли в виде среднего значения.

**Результаты и их обсуждение.** Среднее содержание суммы флаволигнанов при экстракции водой, бутанолом-1 и бутанолом-2 составило 1,34, 1,91 и 1,50% соответственно.

В ходе проведения экстракции метанолом в объемных долях: 20, 40, 60, 80 и 100% средний выход флаволигнанов составил 2,10; 2,61; 4,98; 5,60 и 4,90% соответственно (таблица 1).

**Табл.1.** Содержание силимарина в извлечениях, полученных путем экстракции метанолом

Метанол, %	20	40	60	80	100
m <sub>ср</sub> , Г	0,1005	0,1004	0,1000	0,1006	0,1007
A <sub>ср</sub>	0,3746	0,4653	0,8835	1,0008	0,8771
X <sub>ср</sub> , %	2,10	2,61	4,98	5,60	4,90

После проведения экстракции флаволигнанов этанолом в объемных долях: 20, 40, 60, 80 и 96% средний выход составил 2,67; 3,91; 5,61; 5,67 и 6,67% соответственно (таблица 2).

**Табл.2.** Содержание силимарина в извлечениях, полученных путем экстракции этанолом

Этанол, %	20	40	60	80	96
m <sub>ср</sub> , Г	0,1007	0,1008	0,1005	0,1003	0,1001
A <sub>ср</sub>	0,4771	0,7000	1,0015	1,0100	1,1852
X <sub>ср</sub> , %	2,67	3,91	5,61	5,67	6,67

В ходе проведения экстракции пропанолом-1 в объемных долях: 20, 40, 60, 80 и 100% средний выход флаволигнанов составил 3,02; 5,41; 5,06; 5,12 и 2,69% соответственно (таблица 3).

**Табл.3.** Содержание силимарина в извлечениях, полученных путем экстракции пропанолом-1

Пропанол-1, %	20	40	60	80	100
m <sub>ср</sub> , Г	0,1003	0,1006	0,1003	0,1003	0,1005
A <sub>ср</sub>	0,5383	0,9658	0,9017	0,9120	0,4798
X <sub>ср</sub> , %	3,02	5,41	5,06	5,12	2,69

При проведении экстракции пропанолом-2 в объемных долях: 20, 40, 60, 80 и 100% средний выход флаволигнанов составил 2,89; 4,50; 5,44; 4,31 и 2,10% соответственно (таблица 4).

**Табл.4.** Содержание силимарина в извлечениях, полученных путем экстракции пропанолом-2

Пропанол-2, %	20	40	60	80	100
$m_{\text{ср}}$ , Г	0,1004	0,1004	0,1003	0,1005	0,1001
$A_{\text{ср}}$	0,5146	0,8022	0,9693	0,7691	0,3737
$X_{\text{ср}}$ , %	2,89	4,50	5,44	4,31	2,10

Затем в таблице 5 обобщили полученные экспериментальные данные.

**Табл.5.** Результаты водно-спиртовой экстракции флаволигнанов

Объемная доля растворителя, %	20	40	60	80	100
Вода	-	-	-	-	1,34
Метанол	2,10	2,61	4,98	5,60	4,90
Этанол	2,67	3,91	5,61	5,67	6,67
Пропанол-1	3,02	5,41	5,06	5,12	2,69
Пропанол-2	2,89	4,50	5,44	4,31	2,10
Бутанол-1	-	-	-	-	1,91
Бутанол-2	-	-	-	-	1,50

Наибольшей экстрагирующей способностью в отношении флаволигнанов расторопши плодов обладал 96% этанол, наименьшей – вода.

Из полученных данных можно сделать вывод, что с увеличением углеводородного радикала алифатических одноатомных спиртов в диапазоне объемных долей 60–100% снижается степень экстракции суммы флаволигнанов при переходе от этанола к пропанолу-1, бутанолу-1 и увеличивается при переходе от метанола к этанолу.

В диапазоне 20–40% наблюдается увеличение содержания с ростом количества атомов углерода в молекуле спирта.

Использование пропанола-2 по сравнению с пропанолом-1 (изомеры) во всех исследуемых диапазонах объемных долей (кроме 60%) и бутанола-2 по сравнению с бутанолом-1 снижает содержание флаволигнанов.

**Выводы:** в ходе работы было экспериментально установлено, что в диапазоне объемных долей растворителя 60–100% максимальный выход флаволигнанов наблюдается при экстракции этанолом (5,61–6,67%), в диапазоне концентраций 20–40% – пропанолом-1 (3,02–5,41%).

Использование воды в качестве экстрагента показало низкую эффективность экстракции в отношении флаволигнанов расторопши плодов.

#### Литература

1. Hepatoprotective effect of silymarin/ N. Vargas-Mendoza [et al.] //World J. Hepatol. – 2014. – Vol. 6(3). – P. 144–149.
2. An assessment of pharmacokinetics and antioxidant activity of free silymarin flavonolignans in healthy volunteers: A dose escalation study / H-J.Zhu //Drug Metab. Dispos. – 2013. – Vol. 41(9). – P. 1679–1685.
3. Silymarin impacts on immune system as an immunomodulator: One key for many locks / N.Esmaeil// Int.Immunopharmacol. – 2017. – Vol. 50. – P. 194–201.
4. Leng–Peschlov, E. Die Mariendistel (*Silybummarianum*) und SilymarinalsLebertherapeuticum / E.Leng–Peschlov, A.Streng–Hesse // Z. Phytother. – 1991. – Vol. 11(2). – P. 50–58.
5. Ramasamy, K. Multitargeted therapy of cancer by silymarin / K.Ramasamy, R. Agarwal // Cancer Letters. – 2008. – Vol. 269. – P. 352–362.
6. Post-White, J. Advances in the use of milk thistle (*Silybummarianum*) / J.Post-White, E.J.Ladas, K.M.Kelly //Integr. Cancer Ther. – 2007. – Vol. 6. – P. 104–109.
7. Kroll, D.J. Milk thistle nomenclature: why it matters in cancer research and pharmacokinetic studies / D.J. Kroll, H.S. Shaw, N.H.Oberlies // Integrative Cancer Therapies. – 2007. – Vol. 6. –P. 110–119.