

## Электронный дополнительный материал

УДК 66.061.34

### ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДА УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ЭКСТРАКЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ВОДНО-СПИРТОВОЙ СМЕСЬЮ ИЗ СОЦВЕТИЙ *ARNICA MONTANA* L., ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ НА ТЕРРИТОРИИ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РФ В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИИ\*

© Л.Н. Середа<sup>1\*\*</sup>, О.Ю. Носатенко<sup>2</sup>, Н.С. Цветов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Лаборатория медицинских и биологических технологий Центр наноматериаловедения ФИЦ «Кольский научный центр РАН», ул. Ферсмана, 14, Апатиты, 184209, Россия, [sundukpandory87@mail.ru](mailto:sundukpandory87@mail.ru)

<sup>2</sup> Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина ФИЦ «Кольский научный центр РАН», ул. Ферсмана, 22а, Апатиты, 184209, Россия

---

\* Полный текст статьи опубликован: Середа Л.Н., Носатенко О.Ю., Цветов Н.С. Оптимизация метода ультразвуковой экстракции биологически активных соединений водно-спиртовой смесью из соцветий *Arnica montana* L., произрастающей на территории арктической зоны РФ в условиях интродукции // Химия растительного сырья. 2025. №1. С. 276–285. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20250115372>.

\*\* Автор, с которым следует вести переписку.

Таблица 1. Уровни и значения параметров экстракции биоактивных веществ для алгоритма Бокса-Бенкена

	-1	0	1
T, °C	30	45	60
v/m	10	30	50
P, Вт	0	50	100

Таблица 2. Результаты определения равновесных значений выхода целевых групп веществ из соцветий арники горной ( $Y^{eq}$ ) и констант скорости (k) процесса экстракции

	$Y^{eq}$ , мг/г	k, $10^{-3}$ г мг $^{-1}$ мин $^{-1}$
TPC	36.0	0.08
TFC	14.4	0.08

Таблица 3. Значения коэффициентов при соответствующих термах моделей для описания поверхностей отклика извлечения суммы полифенолов и флавоноидов из соцветий арники горной при оптимизации по алгоритму Бокса-Бенкена

	a <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>3</sub>	a <sub>4</sub>	a <sub>5</sub>	a <sub>6</sub>	a <sub>7</sub>	a <sub>8</sub>	a <sub>9</sub>	a <sub>10</sub>	a <sub>11</sub>	a <sub>12</sub>
TPC	44.200	4.025	3.300	9.900	7.025	0.175	0.350	-6.900	-7.925	3.275	5.725	-2.375	1.850
p-values		<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.4558	0.1743	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0014	0.0035
TFC	23.440	1.775	-1.525	0.725	0.975	-0.075	-3.325	-2.058	-5.958	-1.258	6.150	2.350	-0.600
p-values		0.0003	0.0006	0.0089	0.0031	0.6486	<0.0001	0.0002	<0.0001	0.0011	<0.0001	0.0004	0.0497

Таблица 4. Результаты дисперсионного анализа для поверхности отклика извлечения суммы полифенолов из соцветий арники горной

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-value
Model	1904.74	12	158.73	881.82	<0.0001
A-T	64.80	1	64.80	360.01	<0.0001
B-v/m	43.56	1	43.56	242.00	<0.0001
C-d	392.04	1	392.04	2178.00	<0.0001
AB	197.40	1	197.40	1096.68	<0.0001
AC	0.1225	1	0.1225	0.6806	0.4558
BC	0.4900	1	0.4900	2.72	0.1743
A <sup>2</sup>	200.46	1	200.46	1113.68	<0.0001
B <sup>2</sup>	264.44	1	264.44	1469.14	<0.0001
C <sup>2</sup>	45.16	1	45.16	250.89	<0.0001
A <sup>2</sup> B	65.55	1	65.55	364.17	<0.0001
A <sup>2</sup> C	11.28	1	11.28	62.67	0.0014
AB <sup>2</sup>	6.85	1	6.85	38.03	0.0035
Pure Error	0.7200	4	0.1800		
Cor. Total	1905.46	16			

Таблица 5. Результаты дисперсионного анализа для поверхности отклика извлечения суммы флавоноидов из соцветий арники горной

Источник вариации	SS	df	MS	F	P-value
Model	386.42	12	32.20	346.25	<0.0001
A-T	12.60	1	12.60	135.51	0.0003
B-v/m	9.30	1	9.30	100.03	0.0006
C-d	2.10	1	2.10	22.61	0.0089
AB	3.80	1	3.80	40.89	0.0031
AC	0.0225	1	0.0225	0.2419	0.6486
BC	44.22	1	44.22	475.51	<0.0001
A <sup>2</sup>	17.82	1	17.82	191.66	0.0002
B <sup>2</sup>	149.44	1	149.44	1606.87	<0.0001
C <sup>2</sup>	6.66	1	6.66	71.59	0.0011
A <sup>2</sup> B	75.64	1	75.64	813.39	<0.0001
A <sup>2</sup> C	11.04	1	11.04	118.76	0.0004
AB <sup>2</sup>	0.7200	1	0.7200	7.74	0.0497
Pure Error	0.3720	4	0.0930		
Cor. Total	386.79	16			

Таблица 6. Сравнение расчетных (calc) и экспериментальных (exp) данных выхода суммы полифенолов и флавоноидов из соцветий арники горной

TPC <sub>calc</sub>	TPC <sub>exp</sub>	TFC <sub>calc</sub>	TFC <sub>exp</sub>
53.3	75.2±0.2	25.0	37.4±0.2