

**В. Е. Амельченко<sup>1</sup>, В. С. Болтовский<sup>2</sup>, В. Л. Флейшер<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Гомельский жировой комбинат, Гомель, Республика Беларусь<sup>2</sup>Белорусский государственный технологический университет, Минск, Республика Беларусь**ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ЭКСТРАКЦИИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИЗВЛЕЧЕНИЯ  
ЭКСТРАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ РОМАШКИ АПТЕЧНОЙ И МЯТЫ ПЕРЕЧНОЙ**

Изучено влияние параметров процесса экстракции ромашки аптечной и мяты перечной 1,2-пропиленгликолем на эффективность извлечения экстрактивных веществ. Получены зависимости, описывающие влияние температуры, продолжительности процесса и соотношения экстрагируемого материала и растворителя на содержание экстрактивных веществ в экстрактах. Установлено, что при уменьшении соотношения сырья и растворителя, повышении температуры и продолжительности процесса содержание экстрактивных веществ увеличивается и максимальное их количество составляет: для мяты перечной – 240 мг/г, для ромашки аптечной – 160 мг/г. Такое содержание экстрактивных веществ в варьруемом диапазоне факторов обеспечивается при следующих условиях: для ромашки аптечной соотношение сырья : 1,2-монопропиленгликоль – 1 : 10, температура – 56 °С, продолжительность экстракции – 50 мин; для мяты перечной 1 : 10, 60 °С, 50 мин соответственно.

*Ключевые слова:* ромашка аптечная, мята перечная, 1,2-пропиленгликоль, экстрактивные вещества, экстракция, уравнение регрессии, поверхность отклика.

**V. E. Amelchenko<sup>1</sup>, V. S. Boltovski<sup>2</sup>, V. L. Fleisher<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Gomel fat-processing integrated works, Gomel, Republic of Belarus<sup>2</sup>Belarusian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus**THE EFFECT OF EXTRACTION CONDITIONS ON THE EFFICIENCY OF EXTRACTIVES' RECOVERY  
FROM MATRICARIA CHAMOMILLA AND MENTHA × PIPERITA**

The effect of the parameters for extraction process of chamomile and peppermint with 1,2-propylene glycol upon the efficiency of extracting has been studied. Dependencies upon the temperature, the process duration and the extractant – extractive ratio upon the content of extractives in the extracts have been studied. It has been established that with decreasing the ratio of raw materials to solvent, and increasing the temperature and the duration of the process, the content of extractives increases reaching the maximum at 240 mg/g for peppermint and 160 mg/g for chamomile. This content of extractive substances is provided under the following conditions: for chamomile – ratio of raw materials: 1,2-monopropylene glycol – 1: 10, temperature – 56 °C, extraction time – 50 min; For peppermint: 1: 10, 60 °C, 50 min respectively.

*Keywords:* chamomile, peppermint, 1,2-propylene glycol, extraction, extractives, regression equation, response surface.

**Введение.** Несмотря на широкое применение в медицине, фармацевтике, косметике новых веществ, получаемых органическим синтезом, актуальным является использование натуральных компонентов, извлекаемых из растительного сырья.

В настоящее время препараты и биологически активные добавки на основе растительного сырья широко применяются во многих странах. Это обусловлено содержанием в них комплекса различных веществ, которые трудно синтезировать. Экстракты растительного сырья находят широкое применение при изготовлении косметических, профилактических и лечебных средств [1, 2].

Анализ тенденций развития рынка туалетного мыла показал, что одним из наиболее перспективных видов продукции являются высококачественные мыла, обладающие косметическими смягчающими, антиаллергенными, ранозаживляющими, защитными и другими улучшенными потребительскими свойствами [3, 4]. Приоритетное направление получения таких видов мыла – это введение в его основу растительных экстрактов, содержащих натуральные биологически активные вещества. Поэтому разработка эффективных способов их извлечения из растительного сырья с целью последующего применения, в том числе для получения специальных видов туалетного мыла, является актуальной задачей.

В настоящее время для извлечения биологически активных веществ из растительного сырья применяют различные способы экстракции (экстракция с использованием воды и водяного пара, органических растворителей, а также турбо-экстракция с применением электромагнитных разрядов, высокочастотной и сверхвысокочастотной обработки, ультразвука, сверхкритическая флюидная экстракция и др.) [5, 6]. На практике наиболее широко используются традиционные способы экстракции, основанные на применении различных растворителей – воды, органических растворителей и их водных растворов, масел. Одним из экстрагентов для извлечения комплекса биологически активных веществ, обладающим повышенной устойчивостью к микробиологическому загрязнению, к консервации готовой продукции и являющимся эффективным умягчителем кожи, является 1,2-пропиленгликоль [7, 8], что обуславливает перспективность использования пропиленгликолевых экстрактов для получения косметического туалетного мыла [9].

Цель данной работы – изучить влияние параметров процесса экстракции ромашки аптечной и мяты перечной 1,2-пропиленгликолем на степень извлечения экстрактивных веществ.

**Экспериментальная часть.** Для большинства видов эфиромасличного сырья характерно невысокое содержание эфирных масел и других биологически активных компонентов. Нами исследован процесс и определены условия получения 1,2-пропиленгликолевых экстрактов ромашки аптечной и мяты перечной. Ромашка аптечная и мята перечная произрастают в различных странах, в том числе в Республике Беларусь, и обладают широким спектром полезных свойств.

Влияние параметров экстракции ромашки аптечной и мяты перечной 1,2-пропиленгликолем на степень извлечения экстрактивных веществ (ЭВ) из сырья исследовали с использованием ортогонального композиционного плана 2-го порядка. Известно [10], что в наибольшей степени на эффективность извлечения экстрактивных веществ органическими растворителями влияют температура процесса, продолжительность экстракции и соотношение сырья и экстрагента. Поэтому в качестве управляемых независимых переменных выбраны температура ( $X_1$ ), продолжительность ( $X_2$ ) и соотношение экстрагируемого сырья и растворителя ( $X_3$ ). Диапазоны варьирования факторов приведены в табл. 1.

Таблица 1. Уровни факторов и интервалы их варьирования

Table 1. Levels of factors and their variation intervals

| Уровень фактора       | $X_1$ , °C | $X_2$ , мин | $X_3$ , мас.% |
|-----------------------|------------|-------------|---------------|
| Нулевой уровень       | 40         | 30          | 1 : 15        |
| Интервал варьирования | 20         | 20          | 1 : 5         |
| –1                    | 20         | 10          | 1 : 10        |
| +1                    | 60         | 50          | 1 : 20        |

Для экстракции использовали измельченное сырье размером частиц 1–2 мм. Полученные 1,2-пропиленгликолевые экстракты ромашки аптечной и мяты перечной подвергали переэкстракции диэтиловым эфиром. Диэтиловый эфир затем отгоняли, а остаток экстрактивных веществ высушивали до постоянной массы и определяли их количественное содержание в экстрактах.

Влияние параметров процесса на эффективность извлечения ЭВ оценивали по их содержанию в экстракте ромашки аптечной ( $Y_1$ ) и мяты перечной ( $Y_2$ ), мг/г. Матрица планирования и результаты экспериментов приведены в табл. 2.

В результате статистической обработки результатов эксперимента были получены уравнения регрессии, адекватно описывающие зависимость содержания экстрактивных веществ в экстракте ромашки аптечной ( $Y_1$ ) и мяты перечной ( $Y_2$ ) от режимных параметров процесса экстракции:

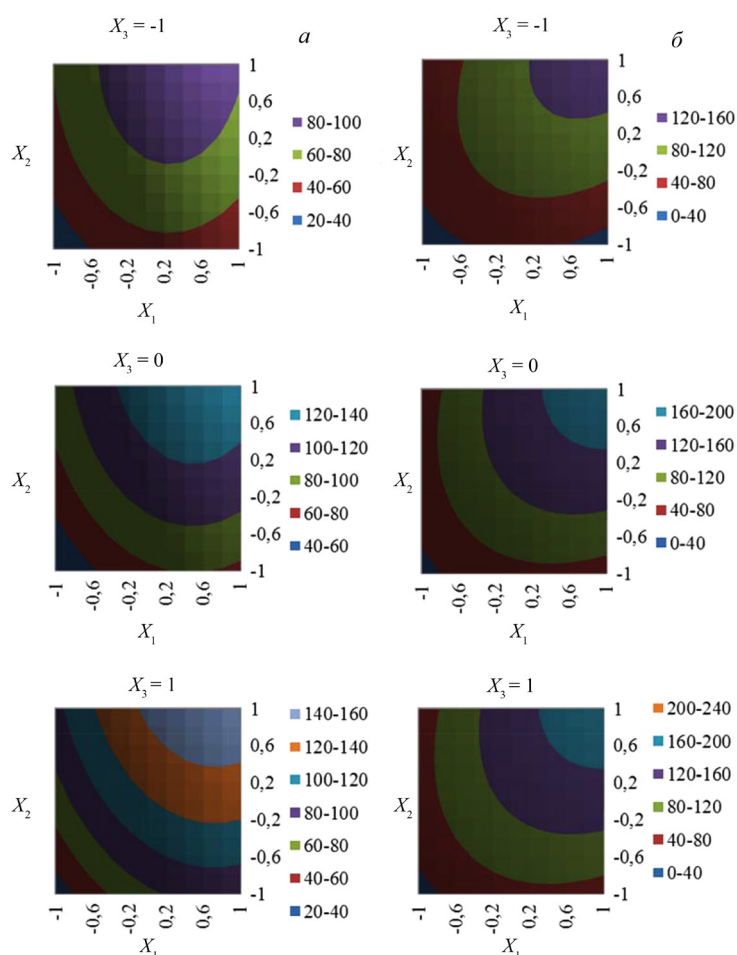
$$Y_1 = 111,44 + 19,40X_1 + 26,30X_2 + 19,00X_3 + 0,63X_1X_2 + 9,37X_1X_3 + 7,38X_2X_3 - 19,94X_1^2 - 8,44X_2^2 - 11,94X_3^2,$$

$$Y_2 = 125,94 + 40,20X_1 + 37,70X_2 + 23,40X_3 + 22,88X_1X_2 + 16,13X_1X_3 + 4,38X_2X_3 - 24,44X_1^2 - 19,94X_2^2 - 2,44X_3^2.$$

Таблица 2. Матрица планирования и результаты экспериментов

Table 2. Planning matrix and results of experiments

| Номер опыта | Факторы процесса    |       |       |                       |                   |                      | Содержание ЭВ в экстракте (Y), мг/г |      |
|-------------|---------------------|-------|-------|-----------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------------|------|
|             | в кодированном виде |       |       | в натуральном виде    |                   |                      | ромашки                             | мяты |
|             | $X_1$               | $X_2$ | $X_3$ | $X_1, ^\circ\text{C}$ | $X_2, \text{мин}$ | $X_3, \text{мас.}\%$ |                                     |      |
| 1           | +1                  | -1    | +1    | 60                    | 10                | 1:20                 | 78                                  | 91   |
| 2           | +1                  | +1    | +1    | 60                    | 50                | 1:20                 | 145                                 | 211  |
| 3           | +1                  | +1    | -1    | 60                    | 50                | 1:10                 | 76                                  | 142  |
| 4           | +1                  | -1    | -1    | 60                    | 10                | 1:10                 | 47                                  | 33   |
| 5           | -1                  | -1    | +1    | 20                    | 10                | 1:20                 | 34                                  | 21   |
| 6           | -1                  | +1    | +1    | 20                    | 50                | 1:20                 | 90                                  | 56   |
| 7           | -1                  | +1    | -1    | 20                    | 50                | 1:10                 | 67                                  | 45   |
| 8           | -1                  | -1    | -1    | 20                    | 10                | 1:10                 | 32                                  | 34   |
| 9           | 0                   | 0     | -1    | 40                    | 30                | 1:10                 | 67                                  | 69   |
| 10          | +1                  | 0     | 0     | 60                    | 30                | 1:15                 | 127                                 | 142  |
| 11          | 0                   | -1    | 0     | 40                    | 10                | 1:15                 | 65                                  | 55   |
| 12          | 0                   | +1    | 0     | 40                    | 50                | 1:15                 | 141                                 | 157  |
| 13          | 0                   | 0     | +1    | 40                    | 30                | 1:20                 | 132                                 | 178  |
| 14          | -1                  | 0     | 0     | 20                    | 30                | 1:15                 | 56                                  | 61   |



Контурные графики поверхностей отклика зависимостей влияния температуры ( $X_1$ ), продолжительности ( $X_2$ ) и соотношение экстрагируемого сырья и растворителя ( $X_3$ ) на выход экстрактивных веществ из ромашки аптечной (а) и мяты перечной (б)

Contour graphics of the dependency response surfaces for temperature ( $X_1$ ), duration ( $X_2$ ) and the ratio of extracted raw material and solvent ( $X_3$ ) upon the yield of extractives from chamomile (а) and peppermint (б)

Анализ построенных по уравнениям поверхностей отклика и их контурных графиков (рисунок) позволил оценить влияние параметров процесса экстракции ромашки аптечной и мяты перечной 1,2-пропиленгликолем на эффективность извлечения экстрактивных веществ.

Как видно из рисунка, характер зависимостей влияния факторов в заданном диапазоне их варьирования на содержание ЭВ в экстрактах ромашки аптечной и мяты перечной в виде поверхностей отклика уравнений регрессии и их контурных графиков практически идентичен.

На основании их анализа установлено, что при продолжительности процесса экстракции 40–50 мин при соотношении сырья и экстрагента 1 : 10 поверхность отклика проходит через максимум, соответствующий наибольшему выходу ЭВ при температуре 52–56 °С для ромашки аптечной и 58–60 °С для мяты перечной. Дальнейшее увеличение температуры и продолжительности экстракции нецелесообразно вследствие негативного воздействия на термолабильные биологически активные компоненты. Наибольшее содержание экстрактивных веществ в экстрактах ромашки аптечной и мяты перечной достигается при температуре 50–60 °С, продолжительности 45–50 мин и соотношении экстрагируемое сырье : экстрагент 1 : 10.

**Заключение.** Исследован процесс экстракции ромашки аптечной и мяты перечной 1,2-монопропиленгликолем и получены зависимости, которые описывают влияние основных технологических факторов (температура экстракции, продолжительность процесса и соотношение экстрагируемого материала и растворителя) на эффективность извлечения экстрактивных веществ. Установлено, что при уменьшении соотношения сырья и растворителя, повышении температуры и продолжительности процесса количество экстрактивных веществ увеличивается и максимально составляет: для мяты перечной – 240 мг/г, для ромашки аптечной – 160 мг/г. Такое содержание экстрактивных веществ в варьируемом диапазоне факторов обеспечивается при следующих условиях: для ромашки аптечной – соотношение сырья : 1,2-монопропиленгликоль – 1 : 10, температура – 56 °С, продолжительность экстракции – 50 мин; для мяты перечной – 1 : 10, 60 °С, 50 мин соответственно.

### Список использованных источников

1. Баньковский, А. И. Химическое изучение некоторых лекарственных растений и разработка методов получения препаратов из них / А. И. Баньковский. – М.: Медицина, 1970. – 385 с.
2. Коган, В. И. Вопросы комплексного использования лекарственного растительного сырья / В. И. Коган, О. Н. Толкачев, Л. Д. Вечканова // Химическая и медико-биологическая оценка новых фитопрепаратов: сб. науч. трудов ВИЛР. – М., 1989. – С. 12–20.
3. Черепанов, А. Н. Современные тенденции в развитии моющих средств / А. Н. Черепанов // Масложировая пром-сть. 2002. – № 4. – С. 41.
4. Фроловская, Т. Н. Повышение эффективности производства моющих средств и улучшение качества продукции / Т. Н. Фроловская, Т. В. Дронникова // Масложировая пром-сть. 2003. – № 3. – С. 27–28.
5. Традиционные и современные способы экстракции биологически активных веществ из растительного сырья: перспективы, достоинства, недостатки / А. С. Коницев [и др.] // Вестн. МГУ. – 2011. – № 3. – С. 49–54.
6. Букеева, А. В. Обзор современных методов выделения биологически активных веществ из растений / А. В. Букеева, С. Ж. Кудайбергенова // Вестн. ЕНУ им. Л. Н. Гумилева. – 2012. – № 2. – С. 192–197.
7. Войцеховская, А. Л. Косметика сегодня / А. Л. Войцеховская, И. И. Вольфензол. – М.: Химия, 1991. – 150 с.
8. Способ получения водосодержащих пропиленгликолевых экстрактов растительного сырья с повышенной устойчивостью к микробиологическому загрязнению: пат. 2 372 132 Рос. Федерация. № 2008134411/15; заявл. 21.08.08; опубл. 10.11.09.
9. Амельченко, В. Е. Получение косметического туалетного мыла, обладающего улучшенными потребительскими свойствами / В. Е. Амельченко, В. Л. Флейшер, В. С. Болтовский // Труды БГТУ. Сер. Химия, технология орган. веществ и биотехнология. – 2014. – № 5. – С. 74–76.
10. Сидоров, И. И. Технология натуральных эфирных масел и синтетических душистых веществ / И. И. Сидоров, Н. А. Турышева, Л. П. Фалеева. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984. – 386 с.

### References

1. Ban'kovskii A. I., *Khimicheskoe izuchenie nekotorykh lekarstvennykh rastenii i razrabotka metodov polucheniia preparatov iz nikh* [Chemical study of some medicinal plants and the development of methods for drug preparation from them], Medicina, Moscow, RU, 1970.
2. Kogan V. I., Tolkahev O. N., Vechanova L. D., "On integrated use of medicinal plants", *Khimicheskaiia i mediko-biologicheskaiia otsenka novykh fitopreparatov : Sb. nauch. tr.* [Coll. scientific. Proceedings VILR «Chemical and medical-biological evaluation of new herbal medicines»], NPO "VILR", Moscow, RU, 1989, pp. 12–20.

3. Cherepanov A. N., “Modern trends in the development of detergents”, *Maslozhirovaia promyshlennost'* [Oilseed industry], 2002, no 4, p. 41.
4. Frolovskaia T. N., Dronnikova T. V., “Improving the efficiency of detergent production and product quality”, *Maslozhirovaia promyshlennost'* [Oilseed industry], 2003, no 3, pp. 27–28.
5. Konichev A. S., Baurin P. V., Fedorovskii N. N., Marakhova A. I., Iakubovich L. M., Chernikova M. A., “Traditional and modern methods of biologically active substance extraction from plant raw materials: prospects, advantages, disadvantages from plants”, *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Moscow State University], 2011, no. 3, pp. 49–54.
6. Bukeeva A. V., Kudaibergenova S. Zh., “An overview of modern methods for isolation of biologically active substances from plants”, *Vestnik ENU im. L. N. Gumileva* [Bulletin of ENU named after LN Gumilyov], 2012, no. 2, pp. 192–197.
7. Voitsekhovskaia A. L., Vol'fenzol I. I., *Kosmetika segodnia* [Cosmetics today], Khimiia, Moscow, RU, 1991.
8. Voloshina A. D., Kurbanova I. I., Magdeev I. M., Punegova L. N., Siniashin O. G., Smolentsev A. V., Khasianzianova F. S., Shitova T. S., Uchrezhdenie Rossiiskoi akademii nauk Institut organicheskoi i fizicheskoi khimii im. A. E. Arbutova Kazanskogo nauchnogo tsentra RAN, *Sposob polucheniia vodosoderzhashchikh propilenglikolevykh ekstraktov rastitel'nogo syr'ia s povyshennoi ustoiichivost'iu k mikrobiologicheskomu zagriazneniiu* [The process for producing water-containing propylene glycol extracts of vegetable raw materials with improved resistance to microbiological contamination], Federal'naiia Sluzhba po intellektual'noi sobstvennosti, patentam i tovarnym znakam, Kazan, RU, Pat. 2372135, 2008.
9. Amel'chenko V. E., Fleisher V. L., Boltovskii V. S., “Production of cosmetic soap with improved consumer properties”, *Trudy BGTU. Ser. Khimiia, tekhnologiiia organicheskikh veshchestv i biotekhnologiiia* [Proceedings of BSTU. Chemistry, Technology of Organic Substances and Biotechnology], 2014, no. 5, pp. 74–76.
10. Sidorov. I. I., Turyшева N. A., Faleeva I. P., *Tekhnologiiia natural'nykh efirnykh masel i sinteticheskikh dushistykh veshchestv* [The technology of natural essential oils and synthetic fragrances], Light and food industry, Moscow, RU, 1984.

### Информация об авторах

*Амельченко Виталий Евгеньевич* – начальник мыловаренного цеха, Гомельский жировой комбинат (ул. Ильича, 4, Гомель, Республика Беларусь). E-mail: amelvitali@yandex.ru.

*Болтовский Валерий Станиславович* – д-р техн. наук, профессор, Белорусский государственный технологический университет (ул. Свердлова, 13а, 220006, Минск, Республика Беларусь). E-mail: v-boltovsky@rambler.ru.

*Флейшер Вячеслав Леонидович* – канд. техн. наук, доцент, Белорусский государственный технологический университет (ул. Свердлова, 13а, 220006, Минск, Республика Беларусь). E-mail: v\_fleisher@list.ru.

### Для цитирования

Амельченко, В. Е. Влияние условий экстракции на эффективность извлечения экстрактивных веществ из ромашки аптечной и мяты перечной / В. Е. Амельченко, В. С. Болтовский, В. Л. Флейшер // Вест. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. хім. навук. – 2017. – № 2. – С. 88–92.

### Information about authors

*Amelchenko Vitali Evgenevich* – Head of Soap Shop, Publicly Traded Company «Gomel fat-processing integrated works» (4 Il'icha Str., Gomel, Republic of Belarus). E-mail: amelvitali@yandex.ru.

*Boltovski Valery Stanislavovich* – D. Sc. (Engineering), Professor, Belarusian State Technological University (13a Sverdlov Str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: v-boltovsky@rambler.ru.

*Fleisher Vyacheslav Leonidovich* – Ph. D. (Engineering), Associate Professor, Belarusian State Technological University (13a Sverdlov Str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: v\_fleisher@list.ru.

### For citation

Amelchenko V. E., Boltovski V. S., Fleisher V. L. The effect of extraction conditions on the efficiency of extractives' recovery from *Matricaria chamomilla* and *Mentha × piperita*. *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya khimichnykh navuk*. [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, chemical series], 2017, no. 2, pp. 88–92. (In Russian).