

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 3.939
ESJI (KZ) = 8.771
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2022 Issue: 05 Volume: 109

Published: 24.05.2022 <http://T-Science.org>

Issue

Article



M. L. Tatvidze

Akaki Tsereteli State University

Doctor of Chemical and Biological Engineering, Associated Professor,
Faculty of Technological Engineering, Department of Chemical
and Environmental Technologies, Kutaisi, Georgia

OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF EXTRACTION OF THE STINGING NETTLE

Abstract: The article describes the basics of optimization of technological processes for the extraction of stinging nettle - *Urtica dioica*. The task of optimization is to maximize the content of elemental iron in the dry extract of plant materials. Methods of mathematical planning, modeling and optimization of the experiment are used. The matrix of the experiment included three factors: extraction temperature, extraction duration, mass ratio of water and vegetable raw materials (modulus). Geometric interpretations of the mathematical model are presented. The analysis shows that all these factors significantly affect the optimization criteria. They reach a maximum closer to the center of the experiment.

Key words: nettle, extract, optimization.

Language: Russian

Citation: Tatvidze, M. L. (2022). Optimization of technological processes of extraction of the stinging nettle. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 05 (109), 720-723.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-05-109-66> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2022.05.109.66>

Scopus ASCC: 1508.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЭКСТРАКЦИИ КРАПИВЫ ДВУДОМНОЙ

Аннотация: В статье описываются основы оптимизаций технологических процессов экстрагирования крапивы двудомной - *Urtica dioica*. Задачей оптимизации является максимальное увеличение содержания элементарного железа в сухом экстракте растительного сырья. Используются методы математического планирования, моделирования и оптимизации эксперимента. В матрицу эксперимента вошли три фактора: температура экстракции, длительность экстракции, массовое соотношение воды и растительного сырья (модуль). Представлены геометрические интерпретации математической модели. Анализ показывает, что все указанные факторы значительно влияют на критерии оптимизаций. Они достигают максимума ближе к центру эксперимента.

Ключевые слова: крапива, экстракт, оптимизация.

Введение

Железо является важным макроэлементом и необходим для функционирования человеческого организма. Оно принимает участие в переносе кислорода гемоглобином, в синтезе гемоглобина, ДНК и многих ферментов, а также в обновлении определенных клеток.

Внутреннее число лекарственных растений содержат достаточное количество элементарного железа. Уникальное сочетание природного железа и биологически активных

веществ позволяет использовать фитопрепаратов в процессе лечения железодефицитных состояний [1-3].

Объекты исследования

Объектом наших исследований является крапива двудомная - *Urtica dioica*, многолетнее растение, широко распространенное в Грузии как сорняк. В лечебных целях в основном используются листья крапивы двудомной, обладающие разносторонними целебными

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 3.939
ESJI (KZ) = 8.771
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

свойствами благодаря большому количеству в них разных биологически активных веществ. Листья крапивы содержат большое количество муравьиной кислоты, ацетилхолина и гистамина, богаты аскорбиновой кислотой (витамин С), филлохиноном (витамин К), пантотеновой кислотой и другими органическими кислотами. Листья крапивы двудомной содержат хлорофилл, флавоноиды, алкалоиды, гликозиды, эфирные масла, белки, жиры, крахмалы, клетчатку, кумарин, никотин. Макроэлементы включают калий, кальций, железо, из микроэлементов – марганец, медь, цинк, молибден, кобальт, селен и другие [4-8].

Методы исследования

Для оптимизаций технологических процессов экстрагирования крапивы двудомной использованы методы математического планирования, моделирования и оптимизации эксперимента [9, 10]. Изучен характер и диапазон влияния ряда факторов на параметры оптимизаций, в частности, температуры и длительности экстракции, массового соотношения экстрагента и сухого растительного сырья. В матрицу эксперимента вошли три фактора: температура экстракции t , $^{\circ}\text{C}$; длительность экстракции T , мин; массовое соотношение воды и растительного сырья (модуль) n , л/кг.

Для оптимизации технологических процессов экстракции растительного сырья основным параметром выбрано количество сухого биологически активного экстракта - E , мг/г, получаемого из 1 г сухой массы крапивы двудомной. Второй основной показатель - количество элементарного железа в 1 г сухого экстракта растительного сырья, F , мг/г. Этот параметр определили атомно-абсорбционным методом на атомно-абсорбционном

спектрофотометре производства Agilent Technologies. Параллельно определяли сгенерированный параметр

$$K = (E \times F) / 1000 \text{ [мг/г]}, (1)$$

что является числовым значением выхода элементарного железа из каждого 1 г сухого сырья крапивы при экстракций.

Результаты исследования

В результате реализации планирования эксперимента и выбранной матрицы технологический процесс экстракции железосодержащего концентрата диспергированной крапивы двудомной можно представить в виде следующих адекватных уравнений регрессии в относительных единицах:

$$E = 16 + 1,1X_1 + 1,3X_2 + 0,9X_3 - 0,5X_1^2 - 0,4X_2^2 - 0,3X_3^2 + 1,2 X_2 X_3 \text{ [мг/г]} (2)$$

$$F = 30 - 1,0X_1 - 1,2X_2 - 1,5X_3 + 0,9X_1^2 + 0,7X_2^2 + 0,5X_3^2 - 1,1 X_2 X_3 \text{ [мг/г]} (3)$$

В условиях варьирования действующих факторов выход элементарного железа (мг/г) на 1г сухого сырья крапивы рассчитали по формуле (1).

Геометрические интерпретации математической модели представлены на рис. 1-3. Анализ показывает, что все указанные факторы значительно влияют на критерии оптимизаций. Они достигают максимума ближе к центру эксперимента.

Задача оптимизации заключалась в том, чтобы максимально увеличить содержание элементарного железа в сухом экстракте, в условиях получения ограниченного количества биологически активного сухого экстракта вблизи центра эксперимента.

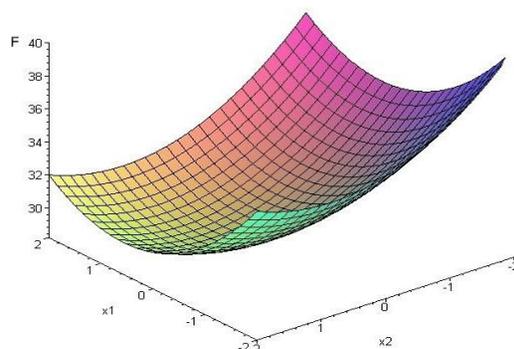


Рис. 1. Зависимость количества железа (F) от температуры экстракции (X_1) и времени экстракции (X_2) в экстракте крапивы

Impact Factor:

| | | |
|--------------------------|------------------------|----------------------|
| ISRA (India) = 6.317 | SIS (USA) = 0.912 | ICV (Poland) = 6.630 |
| ISI (Dubai, UAE) = 1.582 | РИИЦ (Russia) = 3.939 | PIF (India) = 1.940 |
| GIF (Australia) = 0.564 | ESJI (KZ) = 8.771 | IBI (India) = 4.260 |
| JIF = 1.500 | SJIF (Morocco) = 7.184 | OAJI (USA) = 0.350 |

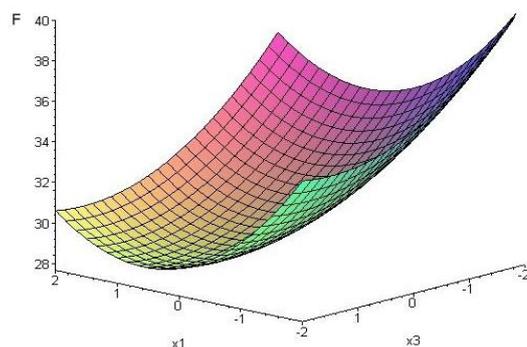


Рис. 2. Зависимость количества железа (F) от температуры экстракции (X₁) и модуля экстракции (X₃) в экстракте крапивы

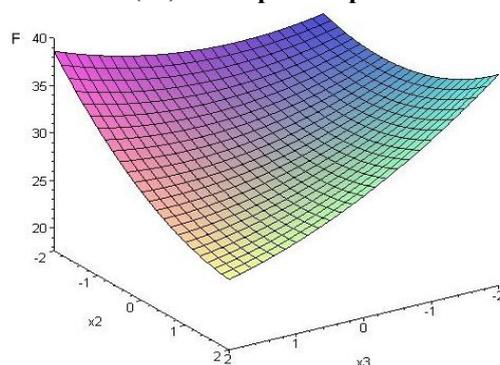


Рис. 3. Зависимость количества железа (F) от времени экстракции (X₂) и модуля экстракции (X₃) в экстракте крапивы

Выводы

При переводе факторов из относительного масштаба в натуральный, оптимальные технологические режимы экстракции железосодержащих соединений из сухих листьев крапивы можно представить следующим образом:

- Температура экстракции $t = 65^{\circ}\text{C}$;
- Продолжительность экстракции $T = 35,6$ мин;
- Модуль экстракции $n = 4,27$ л/кг.

Данным значениям факторов соответствуют оптимальные значения параметров:

- Количество сухого биологически активного экстракта от 1 г сухой массы крапивы $E = 14,23$ мг/г;
- Количество элементарного железа в 1 г сухого экстракта крапивы $F = 33,65$ мг/г;
- Выход элементарного железа от 1 г сухой массы крапивы $K = 0,479$ мг/г.

References:

1. Tatvidze, M.L., & Pataridze, N.O. (2013). „Primenenie zhelezosoderzhashchih rastitel'nyh preparatov v lechenii zhelezodeficitnyh sostoyanij“. *Nauchno-prakticheskij zhurnal „Racional'naya farmakoterapiya“*. Kiev, №3(28), pp.65-68. [http://rpht.com.ua/uploads/files/2013/3%20\(28\)/10997990.pdf](http://rpht.com.ua/uploads/files/2013/3%20(28)/10997990.pdf)
2. Tatvidze, M. L., & Kalandiya, A. G. (2013). „Razrabotka zhelezosoderzhashchego fitopreparata s cel'yu profilaktiki i lecheniya defitsita zheleza sredi pravoslavnogo naseleniya“, *Nauchno-prakticheskij zhurnal „Racional'naya farmakoterapiya“*, Kiev, №4(29), pp. 53-55 [http://health-ua.com/journal/rft/2013/4/RFT_4\(29\).pdf](http://health-ua.com/journal/rft/2013/4/RFT_4(29).pdf)
3. Tatvidze, M.L., & Kupatashvili, N.N. (2018). Investigation of some biologically active substances of dry stinging nettle leaves. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 06 (62): 157-

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
PIHII (Russia) = 3.939
ESJI (KZ) = 8.771
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

161. Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-06-62-28> Doi: <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2018.06.62.28>
4. Trineeva, O. V., Slivkin, A. I., & Voropaeva, S. S. (2013). Opredelenie organicheskikh kislot v list'yah krapivy dvudomnoj. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Himiya. Biologiya. Farmaciya*, (2), 215-219.
 5. Sorokina, A. A., Skalozubova, T. A., & Marahova, A. I. (2013). Opredelenie kal'ciya i magniya v list'yah i nastoe krapivy dvudomnoj. *Farmaciya*, (2), 5-8.
 6. Trineeva, O. V., Slivkin, A. I., & Dmitriva, A. V. (2015). Opredelenie summy svobodnyh aminokislot v list'yah krapivy dvudomnoj. *Voprosy biologicheskoy, medicinskoj i farmacevticheskoy himii*, (5), 19-25.
 7. Trineeva, O. V., & Slivkin, A. I. (2017). *Opredelenie vitaminov gruppy V v list'yah krapivy dvudomnoj*. In Rol' botanicheskikh sadov i dendrarijev v sohranении, izuchenii i ustojchivom ispol'zovanii raznoobraziya rastitel'nogo mira (pp. 142-144).
 8. Pecuha, V. S. (2009). *Farmakognosticheskoe izuchenie krapivy konoplevoj*. Avtoreferat dis. Kand. Farm. Nauk. Ulan-Ude.
 9. Pinyaskin, V. V., Daudova, T. N., Daudova, L. A., & Zejnalova, E. Z. (2018). *Matematicheskoe modelirovanie i optimizaciya processa ekstrakcii antocianov iz plodov tyorna*. In Sovershenstvovanie tekhnologicheskikh processov v pishchevoj, himicheskoy i pererabatyvayushchej promyshlennosti (pp. 78-81)
 10. Aleksanyan, I.Y., Hamed-Harisovich, A., Mutsaev, R.V., Salvatierra Barzola, M.A., & Nguen, T.S. (2020). Raising Intensity and Modeling the Process of Inulin Extraction from Raw Materials of Plant Origin. *MSF*, 987, 149–156.
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/msf.987.149>