

Impact Factor:

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

SIS (USA) = 0.912
ПИИИ (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: 2023 Issue: 05 Volume: 121

Published: 22.05.2023 <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 WILD BLUEBERRIES

Abstract: The article describes the basics of optimization of technological processes for the extraction of wild blueberries - *Vaccinium*. 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: blueberries, optimization, modeling.

Language: Russian

Citation: Tatvidze, M. L. (2023). Optimization of technological processes of extraction of the wild blueberries. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 05 (121), 217-220.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-05-121-38> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2023.05.121.38>

Scopus ASCC: 1508.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЭКСТРАКЦИИ ДИКОРАСТУЩЕЙ ЧЕРНИКИ

Аннотация: В статье описываются основы оптимизаций технологических процессов экстрагирования дикорастущей черники - *Vaccinium*. 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: черника, оптимизация, моделирование.

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.

Существуют огромные разновидности богатых элементарным железом растений, которые также содержат множество полезных

биологически активных веществ и активаторов железа. Фиторепараты на базе этих лекарственных растений могут быть эффективно использованы в процессе превенции и лечения дефицита железа. Следует отметить, что фитопрепараты отличаются от химических лекарственных средств мягким пролонгированным действием на организм человека и почти полным отсутствием токсичности[1-3].

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

Объекты исследования

Объектом данного исследования является плод черники - *Vaccinium*, дико растущей в высокогорных экологически чистых районах Грузии. После надлежащей сушки спелых плодов черники была проведена nano диспергирование растительного сырья, что позволило повысить эффективность процесса экстракции и выхода биологически активных веществ. Полученную измельченную массу экстрагировали с помощью специальных технологий и после фильтрации экстрагировали экстракт через вакуумиспаритель [3]. Полученный сухой экстракт плодов черники исследовали физико-химическими методами. Методом жидкостной хроматографии высокого давления определены количества антоцианов и флавоноидов. Было обнаружено, что доминирующим веществом является антоциановый пигмент, который после экстрагирования сохраняется в экстракте до 50%. Исследования спелых сухих плодов черники доказали, что среди фенольных соединений доминируют антоциановые пигменты, количество которых намного превышает содержание флавонолов. Среди фенолкарбоновых кислот доминирует хлорогеновая кислота, которая обладает высокой антиоксидантной активностью. Наблюдается сравнительно низкое количество катехинов, лейкоантоцианов и флавоноидных гликозидов [4-8].

Методы исследования

Для оптимизаций технологических процессов экстрагирования черники 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 черники. 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 черники при экстракций.

Результаты исследования

Технологический процесс экстракции железосодержащего концентрата диспергированной черники можно представить в виде следующих адекватных уравнений регрессии в относительных единицах:

$$E = 60 + 2,2X_1 + 2,6X_2 + 1,8X_3 - 1,0X_{12} - 0,8X_{22} - 0,6X_{32} + 2,4 X_2 X_3 \quad [\text{мг/г}] \quad (2)$$

$$F = 2,00 - 0,10X_1 - 0,12X_2 - 0,15X_3 + 0,09X_{12} + 0,07X_{22} + 0,05X_{32} - 0,11X_2 X_3 \quad [\text{мг/г}] \quad (3)$$

Геометрические интерпретации (3) математической модели представлены на рис. 1-3.

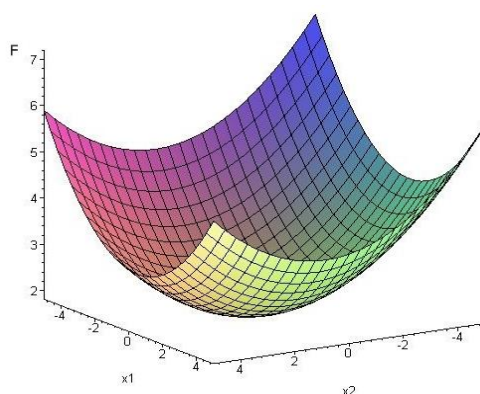


Рис. 1. Зависимость количества железа (F) от температуры экстракции (X_1) и времени экстракции (X_2) в экстракте черники

Impact Factor:

| | | |
|--------------------------|------------------------|----------------------|
| ISRA (India) = 6.317 | SIS (USA) = 0.912 | ICV (Poland) = 6.630 |
| ISI (Dubai, UAE) = 1.582 | ПИИЦ (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 |

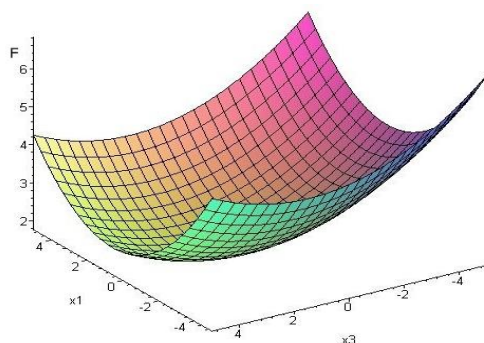


Рис. 2. Зависимость количества железа (F) от температуры экстракции (X₁) и модуля экстракции (X₃) в экстракте черники

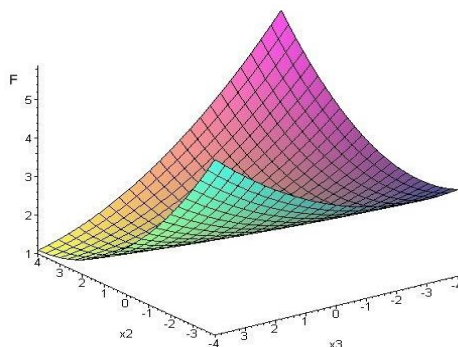


Рис. 3. Зависимость количества железа (F) от времени экстракции (X₂) и модуля экстракции (X₃) в экстракте черники

В условиях варьирования действующих факторов выход элементарного железа (мг/г) на 1 г сухого сырья черники рассчитали по формуле (1). 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 черники, в условиях получения ограниченного количества биологически активного сухого экстракта вблизи центра эксперимента.

Выводы

Оптимальные технологические режимы экстракции железосодержащих соединений из

сухих плодов черники можно представить следующим образом:

- Температура экстракции $t = 71^{\circ}\text{C}$;
 - Продолжительность экстракции $T = 46,5$ мин;
 - Модуль экстракции $n = 5,36$ л/кг.
- Данным значениям факторов соответствуют оптимальные значения параметров:
- Количество сухого биологически активного экстракта от 1 г сухой массы плодов черники $E = 60,2$ мг/г;
 - Количество элементарного железа в 1 г сухого экстракта плодов черники $F = 2,353$ мг/г;
 - Выход элементарного железа от 1 г сухой массы плодов черники $K = 0,142$ мг/г.

| | | | |
|-----------------------|---------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Impact Factor: | ISRA (India) = 6.317 | SIS (USA) = 0.912 | ICV (Poland) = 6.630 |
| | ISI (Dubai, UAE) = 1.582 | PIHII (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 |

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 deficita 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. Bychkov, A.L., Korolev, K.G., & Ryabchikova, E.I. (2006). Izmeneniya kletочноj stenki pri mekhanicheskoj aktivacii rastitel'noj i drozhzhevoj biomassy. *Himiya rastitel'nogo syr'ya*, № 1, pp.49-56.
4. Kizim, I.E. (1999). *Tekhnologiya polucheniya i primeneniya ekstraktov iz subtropicheskogo rastitel'nogo syr'ya*. Avtoref. kand. diss. Krasnodar.
5. Minina, S.A., & Kauhova, I.E. (2004). *Himiya i tekhnologiya fitopreparatov. Uchebnoe posobie dlya VUZov*. Moskva, GEOTAR-MED.
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 sohranenii, 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). *Matematičeskoe modelirovanie i optimizaciya processa ekstrakcii antocianov iz plodov tyorna*. In Sovershenstvovanie tekhnologicheskikh processov v pishchevoj, himicheskoj i pererabatyvayushchej promyshlennosti (pp. 78-81).
10. Tatvidze, M. L. (2022). Optimization of technological processes of extraction of the stinging nettle. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 05 (109), 720-723.