



УДК 664.3:665.213

MATHEMATICAL MODELING OF EXTRACTION PROCESSES OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES FROM THE BLACK SEA HERBAL SHRIMP *PALAEMON ADSPERSUS*, RATHKE 1837
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЕКСТРАКЦІЇ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН З ЧОРНОМОРСЬКОЇ ТРАВ'ЯНОЇ КРЕВЕТКИ *PALAEMON ADSPERSUS*, RATKE 1837

Lebsky S.O./Лебський С.О.

graduate student/аспірант

ORCID: 0000-0002-0062-3473 0000

Bal-Prylypko L.V./Баль-Прилипко Л.В.

d.t.n., prof./д.т.н./проф..

ORCID: 0000-0002-9489-8610

Lebska T.K./Лебська Т.К.

d.t.n., prof./д.т.н./проф..

ORCID: 0000-0003-0875-2875

Slobodyanyuk N.M./Слободянюк Н.М.

c.s.n, as.prof/к.с.н/доцент

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
Kiev, Geroev oborony, 15,03041

Анотація. На підставі математичного моделювання – методом планування трьохфакторного експерименту у програмі Statgraphics Plus у вигляді ортогонального центрального композиційного плану зі зірковими точками при використанні у якості факторів функцій такі технологічні параметри: ступінь подрібнення, доля ацетону та час екстракції отримано оптимальні значення функцій відгуку: вихід ЛЛК – 10,1% від загального хімічного складу, ступінь подрібнення – 3,7 мм, співвідношення сировини та ацетону 1 : 7,9 при часу екстракції на протязі 30 хв. Визначено поверхня відгуку зі точністю 95,3 % відповідно до заданих параметрів і описує мінливість функції Y.

Ключові слова: математичне моделювання, технологічні параметри, ступінь подрібнення, креветка, екстракція ліпідів, ферменти.

Abstract. On osnovi ically mathematical modelyuvannya - by planuvannya three-factor experiment in programi Statgraphics Plus in viglyadi orthogonal central kompozitsionnogo plan Zi zirkovimi points at vikoristanni in yakosti faktoriv funktsiy taki tehnologichni parametric: stupin podribnennya share acetone that hour ekstraktsii otrimano optimalni values funktsiy vidguku: vihid LLC - 10 , 1% in the raw chemical warehouse, the step of detailing is 3.7 mm, the strength of the syrovin and acetone is 1: 7.9 at an hour of extraction for a duration of 30 minutes. The surface was determined with an accuracy of 95.3%, it is consistent with the given parameters and describes the sluggishness of the Y function.

Key words: Mathematical modeling, technological parameters, steps of detail, shrimp, extraction of lipids, enzymes.

Вступ.

Морські гідробіонти характеризуються високим вмістом різноманітних біологічно активних сполук білкової, ліпідної природи, вітамінів, макро- та мікроелементів, вуглеводів [1 - 3]. На підставі цих даних розроблено та впроваджено багато технологій харчових продуктів, та концентратів біологічно активних речовин [4, 5]. Одним з перспективних методів використання цих з'єднань є їх вилучення методами екстракції. Вибір оптимальних параметрів здійснення технологічного процесу екстрагування комплексу біологічно



активних речовин з нехарчових частин тіла чорноморської трав'яної креветки дозволяє використання методів математичного моделювання. Їх застосування дає змогу реалізувати всі можливі неповторювані комбінації, уможливорює оцінити вплив не тільки окремих факторних ознак, а й їх сукупності, гарантує отримання регресійної моделі, яка адекватно описує локальний відрізок факторного простору в зазначеному процесі [6].

На підставі результатів експериментальних даних проведено математичне моделювання окремих технологічних процесів вилучення ліпідної складової з головогруді ЧТК в умовах 18 - 20°C. Введено позначення першого фактору (фактор А – ступінь подрібнення) як X 1 при найменшому та найбільшому значенню цього фактору; позначення другого фактору (фактор В – масова частка ацетону, як X 2 також при найменшому та найбільшому його значенню (від 3 до 11 од.; позначення третього фактору – фактор С (час екстракції) як X3 при найменшому та найбільшому значенню цього фактору (від 10 до 40 хв Функція відгуку (вихід ЛКК у % від загальних ліпідів позначено як Y.

Для даного експерименту обрано модель плану «Центральний композиційний план: 2³ зі зірковими точками». На підставі цих даних обрано характеристики плану «Ортогональний» порядок проведення експериментів без рандомізації.

Після введення усіх параметрів сформовано відповідний план експерименту (табл.1).

Таблиця 1 - Параметри експерименту і визначення значень функції відгуку

№ досліду	X 1, мм	X 2, од.	X 3, хв.	Y, % від загальних ліпідів
1	3,5	7,0	25,0	10,3
2	3,5	7,0	25,0	10,3
3	1,0	3,0	10,0	6,3
4	6,0	3,0	10,0	6,5
5	1,0	11,0	10,0	7,0
6	6,0	11,0	10,0	7,1
7	1,0	3,0	40,0	8,2
8	6,0	3,0	40,0	8,4
9	1,0	11,0	40,0	8,9
10	6,0	11,0	40,0	8,7
11	0,282029	7,0	25,0	8,9
12	6,71797	7,0	25,0	9,3
13	3,5	1,85125	25,0	8,2
14	3,5	12,1488	25,0	9,0
15	3,5	7,0	5,69217	5,5
16	3,5	7,0	44,3078	8,7

На рисунку 1 показано вплив факторів на функції відгуку.

Залежність функції відгуку Y від факторів наведено на рисунку 2.

Рівняння функції відгуку має наступний вигляд:



$$Y = 0,704921 + 0,421581 * X_1 + 0,628272 * X_2 + 0,407698 * X_3 - 0,0462887 * X_1^2 - 0,00625 * X_1 * X_2 - 0,001 * X_1 * X_3 - 0,0369424 * X_2^2 - 0,000625 * X_2 * X_3 - 0,00665072 * X_3^2$$

Standardized Pareto Chart for Y

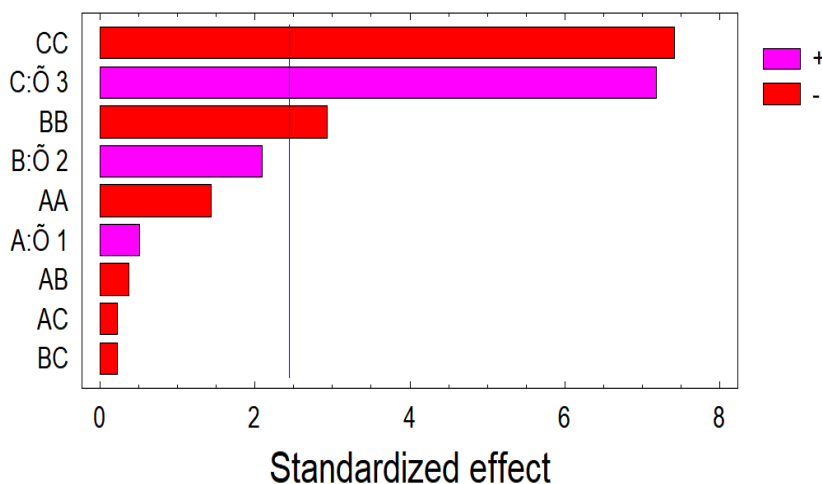


Рисунок 1. Розподілення факторів та їх вплив на функцію відгуку

Normal Probability Plot for Y

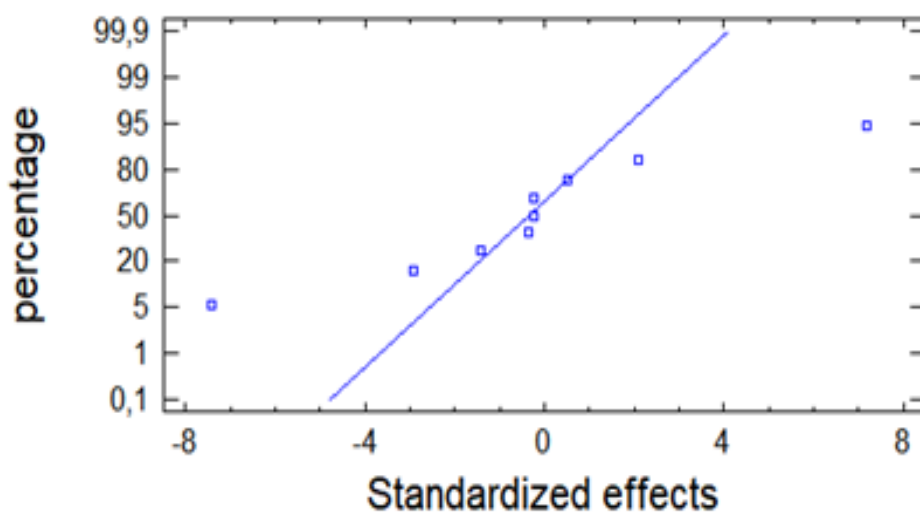


Рисунок 2. Залежність функції відгуку Y від факторів (вихід ліпідів у % від загальних ліпідів)

При заданом максимальном значенни функції Y в результате проведення планування експерименту визначені наступні оптимальні параметри технологичного процесу (табл. 2).

Таким чином, найбільший вихід ліпідів з каротиноїдами відповідає 10,1 % та может бути досягнут при використанні подрібнення сировини до 3,7 мм, при її співвідношенні та ацетону як 1:7,9 і часу екстракції на протязі 30 хв.

Поверхня відгуку функції наведено на рисунку 3.



Таблиця 2 - Фактори планування експерименту та визначені оптимальні параметри

Фактор	Оптимальні параметри
X 1 (ступень подрібнення)	3,7 мм
X 2 (масова частка ацетону)	7,9 од.
X 3 (час екстракції)	30 хв.
Y (вихід ліпідів з каротиноїдами)	10,10 %

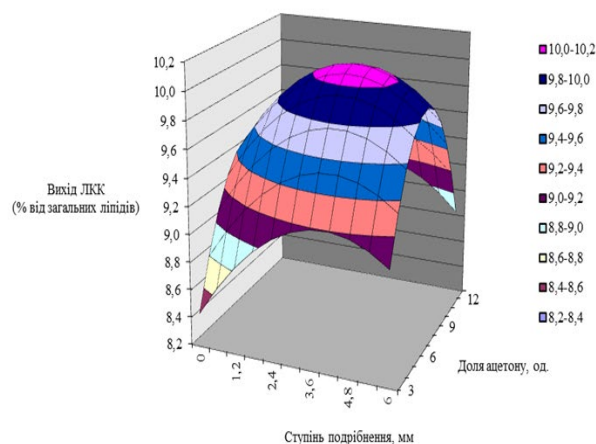


Рисунок 3. Графік поверхні відгуку функції Y (вихід ЛКК)

Таким чином, на підставі математичного моделювання – методом планування трьохфакторного експерименту у програмі Statgraphics Plus у вигляді ортогонального центрального композиційного плану зі зірковими точками при використанні у якості факторів функцій такі технологічні параметри: ступінь подрібнення, доля ацетону та час екстракції отримано оптимальні значення функцій відгуку.

Висновки.

Розглянуто питання використання математичного моделювання процесу екстрагування ліпідної фракції та ферментних препаратів з неїстівних частин чорноморської трав'яної креветки.

Отримано оптимальні значення функцій відгуку: вихід ліпідів з каротиноїдами – 10,1% від загального хімічного складу, ступінь подрібнення – 3,7 мм, співвідношення сировини та ацетону 1 : 7,9 при часу екстракції на протязі 30 хв. Визначено поверхню відгуку зі точністю 95,3 % відповідно до заданих параметрів і описує мінливість функції Y.

Литература:

1. Справочник по химическому составу и технологическим свойствам водорослей, беспозвоночных и морских млекопитающих / Быков В.П., Ионас Г.И., Быкова В.М. и др. М.: ВНИРО, 1999. – 261 с.

2. Баль-Прилипко Л.В. Актуальні проблеми рибопереробної галузі: монографія / Баль-Прилипко Л. В., Старкова Е. Р., Лебський С. О., Андрощук О. С. - К.: «Компринт». 2018, 214 с.

3. Лебская Т.К., Баль-Прилипко Л.В., Менчинская А.А., Лебский С.О.



Стаття «Липидний профіль чорноморської трав'яної креветки *Palaemon adspersus* Rathke, 1837»– Журнал «Вопросы питания», том 89, №1, 2020, с. 96.

4. Інноваційні технології переробки риби/ Мазаракі А.А., Лебська Т.К., Сидоренко О.В., Прикульська Н.В., Ніколаєнко С.М.К.: Київ.нац.торг.-екон.ун-т, 2014. – 432 с.

5. Патент МПКА61К 35/612(2015.01) А23L 17/40(2016/01) А23L 33/28(2016/01) UA 142275 U на корисну модель «Спосіб отримання препарату колагенази та біологічно ефективних ліпідів із чорноморської трав'яної креветки *PALAEEMON ADSPERSUS*» Л.В. Баль-Прилипка, Т.К. Лебська. Н.М.Слободянюк, С.О.Лебський. Дата публікації 25.05.2020, Бюл. №10.

6. Гаріна С.М., Тарасенко Р.О. Математичне моделювання та планування експерименту : метод. реком. К. : "Спринт–Принт", 2011. 104 с.

© Лебський С.О.