14. Озоліна, С. О. Волокнисті кальцієвмісні добавки [Текст] / С. О. Озоліна, О. О. Антіпіна, Л. С. Шум // Наукові дослідження – теорія та експеримент'2007: Третя міжнар. наук.-практ. конф. : [мат.]. – Полтава, 2007. – С. 37–38.

15. Takahashi, Y. Effect of sonolysis on acid degradation of chitin to form oligosaccharides [Text] / Y. Takahashi, F. Miki, K. Nagase // Bull. Chem. Soc. Jpn. – 1995. – Vol. 68, № 7. – P. 1851–1857.

Отримано 15.03.2009. ХДУХТ, Харків.
© Н.К. Черно, С.О. Озоліна, Л.С. Гураль, 2009.

УДК 664,38.061.34:595.3

Г.В. Крусір, канд. техн. наук, доц. *(ОНАХТ, Одеса)*
О.Б. Василів, канд. техн. наук, доц. *(ОНАХТ, Одеса)*
Н.А. Кушнір, асп. *(ОНАХТ, Одеса)*

ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ РЕЖИМІВ ЕКСТРАКЦІЇ ІНГІБІТОРУ ПАНКРЕАТИЧНОЇ АМІЛАЗИ

Показано можливість отримання з борошенець вівса інгібітору панкреатичної амілази, придатного до застосування в складі біологічно активних добавок та в харчових продуктах. За допомогою математичних методів було розраховано раціональні параметри процесу вилучення інгібітору: тривалість – 30 хв, температура – 13,4° С, гідромодуль – 7,2.

Показана возможность получения из мучки овса ингибитора панкреатической амилазы, пригодного для использования в составе биологически активных добавок и в пищевых продуктах. С помощью математических методов были рассчитаны рациональные параметры процесса экстракции ингибитора: продолжительность – 30 мин., температура – 13,4° С, гідромодуль – 7,2.

Possibility of receipt from husk of oat of inhibitor of pancreatic amylase is shown in the article, for the use in composition biologically active additions and in food products. By mathematical methods the rational parameters of process of extraction of inhibitor were expected: duration – 30 min., temperature – 13,4° С, GM – 7,2.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Біологічно активні добавки (БАД), що містять інгібітори панкреатичної амілази рослинного походження визнані ефективними засобами в профілактиці та лікуванні широкого спектра захворювань, що супроводжуються підвищеним рівнем глюкози в крові [1-4]. Тому є актуальним питання визначення оптимальних параметрів виділення інгібіторів панкреатичної

амілази з рослинного джерела з подальшим їх використанням у складі біологічно активних добавок.

Метою статті є визначення раціональних м'яких режимів процесу екстракції інгібітору панкреатичної α-амілази з вторинної сировини переробки зерна вівса – борошенець вівса, придатного для використання як інгредієнта функціональних харчових продуктів та компоненту БАД цукрознижувальної дії.

Виклад основного матеріалу дослідження. Екстракцію інгібітору панкреатичної α-амілази з борошенець вівса проводили за методикою, описаною в [4; 5]. Екстракт нагрівали до температури 70° С і витримували 10 хвилин для інактивації амілаз, які могли бути екстраговані з борошенець вівса. Осад відділяли від супернатанту за допомогою центрифугування із швидкістю 8000 обертів за хвилину протягом 20 хвилин. Супернатант являв собою розчин інгібітору панкреатичної амілази.

Для оптимізації процесу екстракції інгібітору амілази з борошенець вівса на основі експериментальних досліджень необхідно скласти його математичний опис. З метою скорочення кількості дослідів і отримання достовірних даних про закономірності перебігу процесу екстракції найбільш доцільним є застосування методів математичного планування багатофакторних експериментів [6; 7].

Ураховуючи раніше отримані залежності, що описують процес екстракції інгібітору панкреатичної амілази з борошенець вівса, та суттєву нелінійність досліджуваного процесу, був реалізований план повного факторного експерименту ПФЕ-3^3 (для оцінки квадратичних ефектів). Досліди проводили в трьох паралелях. Щоб виключити вплив систематичних помилок, викликаних зовнішніми умовами, досліди рандомізували [6; 7].

Виходячи з необхідності отримання продукту, придатного до введення у харчові системи, і спираючись на відому з літературних джерел інформацію, а також результати наших попередніх досліджень, були вибрані рівні та інтервали варіювання факторів, які впливають на процес екстрагування інгібітору панкреатичної амілази (табл. 1).

Таблиця 1 – **Рівні та інтервали варіювання факторів**

Рівень варіювання факторів	Фактор		
	***τ*, хв**	***t*, ° С**	**ГМ**
Основний	97	18	6
Нижній	30	0	3
Верхній	180	37	10

Матрицю плану експериментів і отримані результати процесу екстракції білка-інгібітору панкреатичної амілази наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – **Матриця плану експериментів і результати залежності виходу білка-інгібітору амілази в розчин за різних умов екстракції**

t, ^{0}C	τ, хв	ГМ	ІА, ІОЕ/мг білка	ІАр	t, ^{0}C	τ, хв	ГМ	ІА, ІОЕ/мг білка	ІАр
0	30	3	0,253	0,253	18	97	10	0,260	0,261
0	30	6	0,277	0,281	18	180	3	0,224	0,225
0	30	10	0,266	0,264	18	180	6	0,253	0,258
0	97	3	0,246	0,246	18	180	10	0,242	0,247
0	97	6	0,274	0,273	37	30	3	0,229	0,232
0	97	10	0,257	0,257	37	30	6	0,270	0,269
0	180	3	0,242	0,237	37	30	10	0,266	0,265
0	180	6	0,259	0,265	37	97	3	0,212	0,217
0	180	10	0,251	0,248	37	97	6	0,257	0,255
18	30	3	0,248	0,250	37	97	10	0,247	0,251
18	30	6	0,284	0,282	37	180	3	0,202	0,199
18	30	10	0,270	0,272	37	180	6	0,235	0,236
18	97	3	0,239	0,239	37	180	10	0,235	0,233
18	97	6	0,279	0,271					

Використовуючи метод найменших квадратів і послідовний регресійний аналіз, було отримано рівняння регресії, що описує залежність виходу інгібітору амілази в розчин (ІА) від досліджуваних факторів:

$$IA_p = 0{,}19378 - 0{,}00002 \cdot t^2 - 0{,}000108 \cdot \tau + 0{,}02657 \cdot ГМ - \\ - 0{,}001923 \cdot ГМ^2 + 0{,}000087 \cdot t \cdot ГМ - 0.000003 \cdot t \cdot \tau. \quad (1)$$

Одним із параметрів адекватності моделі є діаграма розподілу залишків, яка наведена на рис. 1 і має нормальний розподіл.

Отримане рівняння (1) з достовірністю 97,3% адекватно описує експериментальні дані. Значущі статистичні показники рівняння подано в табл. 3.

Умовою існування екстремуму отриманої функції ІА=f (t,τ,ГМ) є рівність окремих похідних нулю:

$$\frac{\partial IA}{\partial t} = 0\,; \quad \frac{\partial IA}{\partial \tau} = 0\,; \quad \frac{\partial IA}{\partial ГМ} = 0\ . \quad (2)$$

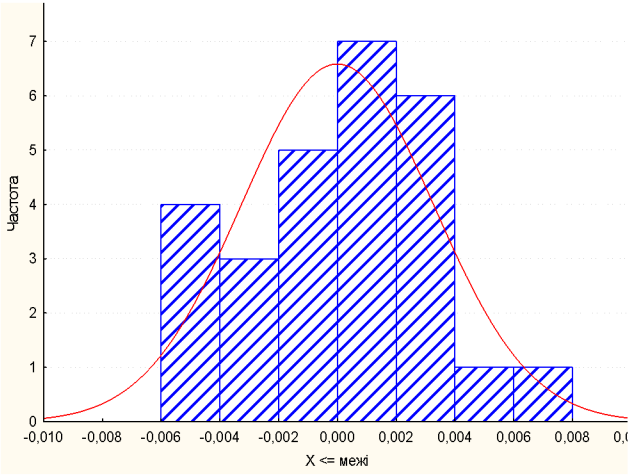
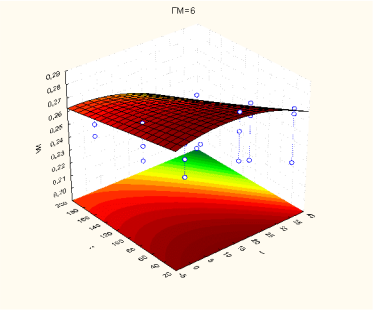


Рисунок 1 – Гістограма розподілу залишків

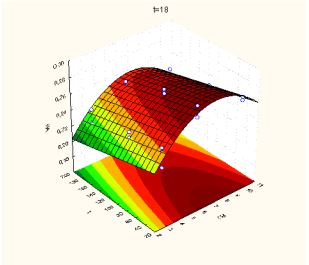
У зв'язку з нелінійністю рівняння, складно встановити характер залежності виходу інгібітору амілаз із борошенець вівса від досліджуваних факторів τ, t і ГМ. Тому були побудовані поверхні відгуку (перетин гіперповерхні) для різних сполучень факторів τ, t і ГМ (рис. 2).

Таблиця 3 – **Значущі статистичні показники рівняння (1)**

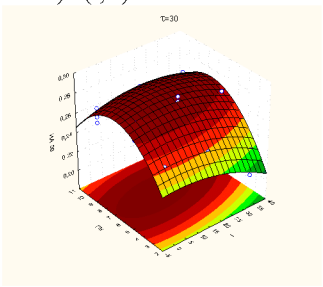
Показник	Коефіцієнт регресії	Стандартна похибка	Критерій Стьюдента t (20)	Рівень значущості, p (< 0,05)	Довірчий інтервал	
					- 95,0%	+ 95,0%
Вільний член	0,193780	0,005194	37,3091	0	0,182946	0,204615
t^2	-0,000020	0,000003	-7,0712	7,42E-07	-0,000026	-0,000014
ГМ	0,026570	0,001715	15,4928	1,32E-12	0,022993	0,030148
$ГМ^2$	-0,001923	0,000127	-15,1070	2,11E-12	-0,002189	-0,001658
τ	-0,000108	0,000018	-6,1130	5,66E-06	-0,000145	-0,000071
t · τ	0,000087	0,000014	5,9879	7,44E-06	0,000057	0,000117
t·ГМ	-0,000003	0,000001	-4,1937	4,47E-04	-0,000005	-0,000002



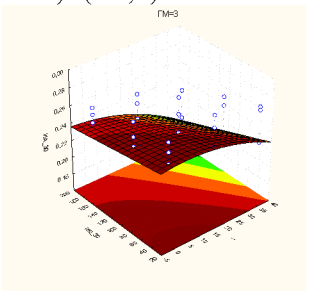
а) f (t, τ)



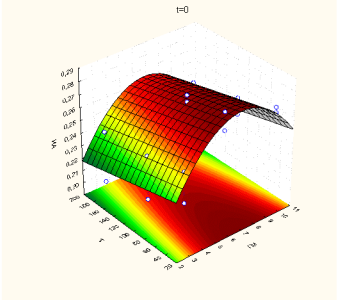
б) f (ГМ, τ)



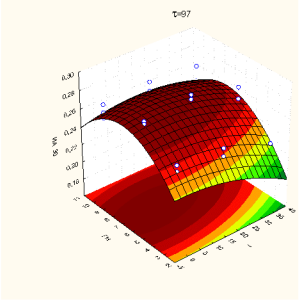
в) f (τ, t)



г) f (t, τ)



д) f (τ, ГМ)



е) f (ГМ, t)

Рисунок 2 – Ізолінії залежності екстракції інгібітору

Для отримання значень t, τ, ГМ, за яких значення ІА буде максимальним, була розв'язана система рівнянь (2), яка доповнила необ-

хідні обмеження: $0<t<40$; $30<\tau<180$; $3<ГМ<10$, що визначаються технологічними умовами.

Отримано оптимальні значення, що відповідають максимуму інгібіторної активності (ІА 0,286) та становлять: $\tau = 30$ хв; $t = 13{,}4^{o}$ С; ГМ = 7,2.

Висновки. Ураховуючи вищезазначене, оптимальними умовами процесу екстракції інгібітору панкреатичної амілази із борошенець вівса слід вважати такі: тривалість процесу − 30 хвилин, температура екстракції – 13,4° С, гідромодуль − 7,2. При цьому активність інгібітору складає 0,286 ІО.

Список літератури

1. Кабачный, П. И. Перспективы создания лекарственных средств гипогликемического действия на основе природных ингибиторов амилолитических ферментов [Текст] / П. И. Кабачный // Лекарственные средства. Экономика, технология и перспективы получения. Обзор. информ. – М. : ВНИИСЭНТИ Минмедпрома СССР, 1990. – Вып. 1.

2. Крусір, Г. В. Біотехнологія отримання БАД, що містить інгібітор панкреатичної α-амілази борошенець вівса [Текст] / Г. В. Крусір, Н. А. Кушнір // Зб. наук. праць НУХТ / Редкол. : О. Б. Бутнік-Сіверський [та ін.]; Нац. ун-т харч. технологій. – К., 2008.– С. 32–34

3. ТУ У 15.8-02071062-005:2008. Технічні умови. Добавка диетическая «Амилинг» [Текст].

4. Пат. 35892. Україна, МПК (2006) А61К 38/00. Біологічно активна добавка [Текст] / Крусір Г. В., Кушнір Н. А. – № 35892 ; заявл. 24.04.08 ; опубл. 10.10.08, Бюл. № 19.

5. Пат. 35845. Україна, МПК (2006) u 2008 04747. Спосіб одержання інгібітору амілази [Текст] / Крусір Г. В., Кушнір Н. А. ; заявл. 14.04.08; опубл. 10.10.08, Бюл. № 19. – 6 с.

6. Ахназорова, С. Л. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии [Текст] / С. Л. Ахназорова, В. В. Кафаров. – М. : Высш. шк., 1985. – 327 с.

7. Математическое моделирование процессов пищевых производств [Текст] / Н. В. Остапчук [и др.]. – К. : Вища школа, 1992. – 175 с.

Отримано 15.03.2009. ХДУХТ, Харків.
© Г.В. Крусір, О.Б. Василів, Н.А. Кушнір, 2009.