

ПРОБЛЕМИ БЕЗПЕЧНОСТІ ТОВАРІВ

УДК 615.322.:635.656

*Ааеєі à ÊĐŃ²Đ,
Âăđî í³еà ВøÊ²Í À,
Ëрăì еèà ËÎ ÁÎ ÖÛÊÀ*

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ РИСОВОГО ЛУШПИННЯ ТА АНТИЛІПОЛІТИЧНОЇ АКТИВНОСТІ ІММОБІЛІЗОВАНОГО ІНГІБІТОРА ФОСФОЛІПІДНОЇ ПРИРОДИ

Ефективність використання біологічно активних речовин (БАР) сьогодні незаперечна. Вони є джерелом необхідних організму мікро-нутриєнтів для профілактики багатьох захворювань, а також для поповнення дефіциту речовин, які не поступають із їжею. Проте природні біологічно активні речовини нестійкі при зберіганні й вимагають стабілізації, найефективнішим методом якої є їхня іммобілізація на носіях різної природи.

Рослинні біополімери та їхні комплекси широко застосовуються для отримання іммобілізованих форм біологічно активних речовин, які використовуються в профілактичному харчуванні. Це зумовлено їхніми високими адсорбційними властивостями, розвиненою поверхнею у поєднанні з достатньою проникністю для біологічно активних речовин, біологічною інертністю, різноманітним складом і властивостями, присутністю різних кислотних і основних груп тощо.

Порівняно з нативними, іммобілізовані препарати БАР характеризуються такими перевагами: розширення рН- і термооптимумів дії; збільшення рН- і термостабільності; захисна дія матриці при функціонуванні в реальних умовах травлення при кислому середовищі шлунку, жовчних кислот, інактивувальної дії протеолітичних ферментів; зниження алергійного потенціалу; зменшення дози введення БАР; пролонгація дії тощо.

Експериментальні дані, отримані авторами [1; 2; 3], свідчать про низьку стабільність нативних інгібіторів фосфоліпідної природи з насіння рапсу, що підтверджує необхідність їхньої стабілізації. За результатами експериментального підбору біополімерного носія для

© Ааеєі à ÊđŃ²đ, Âăđî í³еà Вøê²í à, Ëрăì еèà Ëî áî öüêà, 2009

фосфоліпідів визначено, що антиліполітична активність (АЛА) максимальна при іммобілізації на рисовому лушпинні (РЛ) при співвідношенні за масою інгібітор – носій 1 : 2 і становить 29 ІО/г препарату.

Досліджено вплив хімічного складу рисового лушпиння на АЛА іммобілізованого на ньому інгібітора фосфоліпідної природи методом кореляційно-регресійного аналізу. Як чинники впливу розглянуто такі складові: оксид кремнію (IV), геміцелюлози (ГМЦ), пектин, целюлоза, лігнін, білок.

Для оцінки взаємозв'язку значень інгібіторної активності іммобілізованих на рисовому лушпинні інгібіторів ліпази фосфоліпідної природи з біополімерним складом і структурними характеристиками РЛ проведено обробку останнього. Зразки, різні за біополімерним складом, розміром і кількістю пор, отримано обробкою попередньо знежиреного РЛ 1 %-ним розчином NaOH за кімнатної температури, варіюючи тривалість обробки в інтервалі 10–140 хв. Вміст ГМЦ в препаратах РЛ визначено, обробляючи останні 2 %-ною хлороводневою кислотою за методикою гідролізу легкогідролізуємих полісахаридів. Вміст ГМЦ визначено за редуруючою здатністю гідролізатів (мікрометод Хагедорна-Ієнсена) з подальшим множенням на коефіцієнт 0.88. Вміст целюлози визначено, гідролізуючи залишок після розкладу ГМЦ сульфатною кислотою за методикою гідролізу важкогідролізуємих полісахаридів. У гідролізатах визначено редууючі цукри (мікрометод Хагедорна-Ієнсена) з множенням на коефіцієнт 0.9 [4; 5]. Лігнін визначено як залишок після гідролізу целюлози, білок – за методом Кьельдаля, пектин – карбазольним методом [6]. Результати експериментальних даних наведено в *табл. 1*.

Таблиця 1

**Чинники впливу на антиліполітичну активність
іммобілізованих препаратів**

Час обробки РЛ, хв	Оксид кремнію (IV), %	АЛА*	АЛАр**	U***	ГМЦ	Пектин	Целюлоза	Лігнін	Білок
		ІО/г							
0	18	29.0	29.006	-0.006	15.0	2.1	29.8	31.8	2.6
10	18	29.1	29.006	0.094	15.1	2.1	29.9	31.7	2.6
20	18.1	29.0	29.063	-0.063	15.0	2.2	29.8	31.8	2.6
30	10.6	25.1	24.789	0.311	16.4	2.4	32.2	34.4	2.8
40	10.7	25.0	24.846	0.154	16.5	2.4	32.2	34.4	2.8
50	10.6	25.1	24.789	0.311	16.4	2.4	32.1	34.5	2.7
60	5.5	21.6	21.882	-0.282	17.2	2.5	35.3	36.2	3.0
70	5.5	21.6	21.882	-0.282	17.2	2.6	35.4	36.2	3.0
80	5.4	21.7	21.825	-0.125	17.3	2.5	35.4	36.1	3.0
90	3.3	20.2	20.628	-0.428	17.6	2.6	36.1	37.0	3.1
100	3.4	20.2	20.685	-0.485	17.5	2.7	36.2	37.1	3.1
110	3.4	20.1	20.685	-0.585	17.6	2.6	36.1	37.0	3.1
120	0.1	19.3	18.805	0.495	18.2	2.7	37.3	38.2	3.2
130	0.1	19.2	18.805	0.395	18.2	2.7	37.4	38.3	3.2
140	0.1	19.3	18.805	0.495	18.1	2.7	37.3	38.3	3.2

Примітки: * АЛА – експериментальне значення антиліполітичної активності зразка;

** АЛАр – розрахункове значення антиліполітичної активності зразка;

*** U – різниця між АЛАр і АЛА.

Статистичну обробку експериментальних даних проведено на ПК із використанням програми *EXCEL* із метою встановлення статистичного взаємозв'язку між показниками та побудови моделі у вигляді рівняння регресії.

У *табл. 2* наведено кореляційну матрицю, яка характеризує статистичну залежність показників. Дані таблиці свідчать, що між більшістю показників спостерігається тісна кореляційна залежність – коефіцієнти парної кореляції близькі до 1. Зокрема, показник "оксид кремнію" корелює з рештою всіх показників. Найвищим є коефіцієнт парної кореляції між оксидом кремнію і АЛА – 0.7835, найменший – 0.1619 між АЛА і ГМЦ. Зв'язок АЛА з рештою показників можна визначити як помірний, оскільки коефіцієнти містяться на рівні 0.50–0.60. В умовах високої кореляційної залежності низки факторів будувати багатофакторні моделі некоректно. Саме тому модель регресії побудовано у вигляді однофакторних моделей – лінійної й нелінійних відповідно до методології, описаної в літературних джерелах [7; 8; 9; 10].

Таблиця 2

**Статистична залежність показників АЛА
від хімічного складу РЛ**

	АЛА	Кремній	ГМЦ	Пектин	Целюлоза	Лігнін	Білок
АЛА	1						
Оксид кремнію	0.7834946	1					
ГМЦ	0.1619039	-0.9982458	1				
Пектин	-0.5641761	-0.9797941	-0.8387360	1			
Целюлоза	-0.6274482	-0.9921789	-0.7988554	0.9910073	1		
Лігнін	-0.5809772	-0.9994682	-0.8385069	0.9955108	0.9957609	1	
Білок	-0.5957323	-0.9848455	-0.8338080	0.9891489	0.9940045	0.9945907	1

Функцією є показник АЛА, аргументом – масова частка оксиду кремнію, оскільки він має найбільший вплив на АЛА.

Результати математично-статистичної обробки наведено в *табл. 3*. Якість моделей оцінено за показниками:

де $S_{ост}^2$ – дисперсія низки відхилень;

r^2 – коефіцієнт детермінації;

E , % – середня відносна помилка низки відхилень.

Визначення оптимальної моделі за математично-статистичною обробкою даних

Рівняння регресії	$S_{ост}^2$	r	$r^2, \%$	$E, \%$	$F_{рівн}^*$	t_r^{**}	t_a^{**}	t_b^{**}	t_c^{**}
$y = 18.75 + 0.57x$	0.139	0.995	99.06	1.143	99.06	37.0	124.5	37.1	
$y = 18.75 + e^{0.024x}$	0.141	0.995	98.97	1.32	97.59	35.4	125.4	1.54	
$y = 18.60 + 0.63x - 0.24 \ln x$	0.064	0.9977	99.54	0.78	216.4	52.9	172.1	35.6	4.0
$y = 18.29 + 0.60x + \frac{0.091}{x}$	0.0499	0.998	99.64	0.68	277.1	59.9	142.2	52.3	4.9
$y = 18.29 + 0.50x + 0.0035x^2$	0.134	0.995	99.03	1.31	103.13	36.4	36.4	97.2	9.1

Примітки: * $F_{рівн}$ – критерій Фішера для кожного рівняння;
 ** t_r, t_a, t_b, t_c – критерії, які дають змогу оцінити значимість коефіцієнтів регресії.

$F_{табл}$ при $\nu_1 = T-1$; $\nu_2 = T-K$; при $\alpha = 0.05$; $T = 15$ становить 2.55 для $K = 2$ і 2.64 для $K = 3$. Табличне значення критерію Стьюдента визначене для $\nu = T-K$; $t_{табл} = 2.16$ для $K = 2$ і $t_{табл} = 2.18$ для $K = 2.64$. Усі показники моделей надійні, тому що розрахункові значення критеріїв перевищують табличні.

Як видно з табл. 3, всі отримані моделі статистично надійні. Найбільш точною є модель виду $y = 18.29 + 0.60x + \frac{0.091}{x}$. Практично той же рівень точності має модель $y = 18.60 + 0.63x - 0.24 \ln x$.

Проте краще використовувати лінійну модель, оскільки на її основі можна вказати, як змінюється значення функції при зміні аргументу. Згідно з рівнянням, із збільшенням вмісту оксиду кремнію на 1 % слід чекати приросту АЛА на 0.57. Лінійна модель також характеризується високою точністю: коефіцієнт детермінації становить 99.06 %, тобто вплив не врахованих в моделі чинників – лише 0.94 %. Можна стверджувати, що залежність АЛА від вмісту кремнію практично близька до функціональної.

Таким чином, АЛА іммобілізованого на рисовому лушпинні фосфоліпідного комплексу залежить від вмісту в ньому оксиду кремнію, із зростанням якого антиліполітична активність іммобілізованого препарату збільшується. Рисове лушпиння є оптимальним носієм для фосфоліпідного комплексу насіння рапсу, що забезпечує максимальну активність іммобілізованого препарату при створенні БАД з антиліполітичною дією.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Черно Н. К. Характеристика ингибиторов липаз из семян рапса, арахиса, горчицы / Н. К. Черно, Г. В. Крусир, В. В. Яшкина : тез. докл. IV междунар. науч.-практ. конф. ["Пища. Экология. Качество"] / РАСХН, Сибирское отд-е, ГНУ СибНИПТИП. — Новосибирск, 2004. — С. 206—209.
2. Фосфолипиды рапса — ингибиторы липаз / Н. К. Черно, Г. В. Крусир, Е. В. Севастьянова, В. В. Яшкина // Сб. науч. тр. МПА, вып. III. — М. : ГИОРД, 2005. — С. 327—332.
3. Chernov N. Lipids from rapeseed: composition and antilipolytic activity / N. Chernov, G. Krusir, V. Yashkina // Int. Sci. Conf. ["Food Science, Engineering and Technologies — 2008"]. — Plovdiv: University of Food Technologies, 2008. — P. 436—438.
4. Арасимович В. В. Методы анализа пектиновых веществ, гемицеллюлоз, пектолитических ферментов в плодах / В. В. Арасимович, Е. В. Балтага, Н. П. Пономарева. — Кишинев : АН МССР, 1970. — 105 с.
5. Петров К. П. Методы биохимии растительных продуктов / К. П. Петров. — К. : Вища шк., 1978. — 222 с.
6. Методы биохимического исследования растений / А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, Н. П. Ярош и др. ; под ред. А. И. Ермакова. — Л. : Агропромиздат, 1987. — 430 с.
7. Черно Н. К. Вивчення впливу біохімічного складу і структурних характеристик зразків насіння рапсу на їх антиліполітичну активність з допомогою методів математичного моделювання / Н. К. Черно, Г. В. Крусир, В. В. Яшкина, Л. Л. Лобоцька // Обладнання та технології харчових виробництв : зб. наук. пр. ДонДУЕТ. — Вип. 13, Т. 2. — Донецьк : ДонДУЕТ, 2005. — С. 321—331.
8. Львовский Е. Н. Статистические методы построения эмпирических формул / Е. Н. Львовский. — М. : Высш. школа, 1982. — 224 с.
9. Езекиел М. Методы анализа корреляций и регрессий / М. Езекиел, К. Фокс. — М. : Статистика, 1975. — 164 с.
10. Большов Л. Н. Таблицы математической статистики / Л. Н. Большов, Н. В. Смирнов. — М. : Наука, 1965. — 464 с.