

Некрасов П.О., Данилова Л.А.

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ОЛІЄДОБУВАННЯ ІЗ М'ЯТКИ НАСІННЯ СОНЯШНИКА ФЕРМЕНТАТИВНИМ МЕТОДОМ

У традиційній технології для руйнування клітинних структур у рослинній сировині використовують механічну та вологотеплову обробку, після чого шляхом пресування виділяють сиру харчову олію. Залишкову олію добувають зі шроту екстракцією вуглеводневими розчинниками з наступним розділенням місцели. Проте вказана технологія має ряд недоліків. Харчова олія (пресова фракція) містить побічні продукти, що утворюються на стадії вологотеплової обробки, що знижує фізіологічну цінність продукту. Вилучення олії зі шроту вуглеводневими розчинниками створює пожежо- і вибухонебезпечність на виробництві; розділення місцел і очищення олії від розчинників є складними та ресурсозатратними процесами, а одержуваний продукт без рафінації придатний лише для технічних цілей [1].

Глибокі ушкоджуючі впливи на білки і ліпіди олійних насін, немінучі при традиційній технології їх переробки, викликали до життя пошуки нових технологічних процесів, які ґрунтуються на відносно низькотемпературних впливах на матеріал, що знежирюється.

Серед таких процесів найбільший інтерес представляють біокаталітичні, які застосовують ферментні препарати різної природи та мають за основну мету переведення олії в форму, що більш легко вилучається, при м'яких умовах переробки насіння. Крім того, ферментативна обробка рослинної сировини дозволяє виключити недоліки традиційних процесів і добувати олію, зберігаючи її фізіологічну та харчову цінність [2]. Необхідно зазначити, що при використанні біокаталітичної технології суттєво підвищується екологічна безпека виробництва.

Метою роботи було встановлення раціональних параметрів ферментативного процесу підготовки м'ятки насіння соняшника до вилучення олії. Критерієм оптимізації був вихід олії, який оцінювали за стандартною методикою миттєвого збовтування [3]. Незалежними факторами, що варіювались, було обрано кількість ферментного препарату, тривалість гідролізу м'ятки під дією ферментного препарату та температура процесу. В якості біокаталізатора використовувався ферментний препарат «Церемікс» (виробник – фірма «Новозаймс», Данія). Вказаний препарат є комплексом ферментів класу гідролаз: β -глюконази, α -амілази, нейтральної протеази і геміцелюлаз.

Для оптимізації процесу було обрано методологію поверхонь відклику. В дослідженні використано центральний композиційний ротатабельний план, що найбільш підходить для обраного методу оптимізації [4]. Вибір рівнів та інтервалів варіювання факторів було здійснено за результатами попередніх експериментів. Матрицю планування та отримані експериментальні значення функції відклику (середні значення 2-х паралельних досліджень) представлено в табл. 1.

Аналіз отриманих результатів було виконано за допомогою пакета Statistica (StatSoft, Inc.).

Отримане рівняння моделі має вигляд:

$$F = -83,69 + 1102,03 \cdot e - 3191,03 \cdot e^2 + 2,43 \cdot \tau - 0,01 \cdot \tau^2 + 0,67 \cdot t + 0,01 \cdot t^2 - 6,62 \cdot e \cdot \tau - 1,25 \cdot e \cdot t - 0,02 \cdot \tau \cdot t, \quad (1)$$

де F – вихід олії, %; e – вміст ферментного препарату, % мас. до м'ятки; τ – тривалість процесу гідролізу, хвилини; t – температура процесу гідролізу, °С.

Адекватність отриманої моделі перевірялась методом дисперсійного аналізу, результати якого представлено в табл. 2.

Наведені дані свідчать про те, що отримана модель адекватно описує експеримент.

На основі пошуку екстремумів математичної залежності (1) визначено раціональні параметри, що дозволяють отримати максимальний вихід олії: вміст ферментного препарату – 0,09 % мас. до м'ятки; тривалість процесу гідролізу – 70 хвилин; температура процесу гідролізу – 51 °С.

Для детального дослідження закономірностей впливу основних параметрів на перебіг процесу ферментативного гідролізу жирової сировини, спрямованого на отримання максимального виходу олії, було створено та проаналізовано поверхні відклику, які представлено на рис. 1. Побудова кожної з графічних залежностей відбувалася в режимі варіювання двох параметрів при фіксації третього в раціональному значенні.

Згідно графічних даних, представлених на рис. 1, збільшення вмісту ферментного препарату вище раціонального майже не впливає на вихід олії. Тому враховуючи відносно високу вартість препарату подальше підвищення його вмісту в реакційній системі є економічно недоцільним.

Таблиця 1 – Матриця планування

№	Вміст ферментного препарату, e		Тривалість процесу гідролізу, τ		Температура процесу гідролізу, t		Вихід олії (F), %
	Код. рівень	% мас. до м'ятки	Код. рівень	Хвилини	Код. рівень	°C	
1	-1	0,060	-1	32	-1	49	45,9
2	-1	0,060	-1	32	+1	61	54,2
3	-1	0,060	+1	68	-1	49	64,1
4	-1	0,060	+1	68	+1	61	65,7
5	+1	0,090	-1	32	-1	49	56,1
6	+1	0,090	-1	32	+1	61	64,3
7	+1	0,090	+1	68	-1	49	67,5
8	+1	0,090	+1	68	+1	61	68,3
9	-1,682	0,050	0	50	0	55	56,0
10	+1,682	0,100	0	50	0	55	67,5
11	0	0,075	-1,682	20	0	55	47,4
12	0	0,075	+1,682	80	0	55	67,2
13	0	0,075	0	50	-1,682	45	60,8
14	0	0,075	0	50	+1,682	65	67,8
15	0	0,075	0	50	0	55	63,7
16	0	0,075	0	50	0	55	63,4
17	0	0,075	0	50	0	55	63,8
18	0	0,075	0	50	0	55	63,7

Таблиця 2 – Дисперсійний аналіз моделі

Фактор	Сума квадратів, SS	Ступінь свободи, df	Середнє значення квадрата, MS	F -критерій	Рівень значущості, p
(1) Вміст ферментного препарату, % (L)	152,4997	1	152,4997	1460,597	0,0047
Вміст ферментного препарату(Q)	6,3602	1	6,3602	60,916	0,0052
(2) Тривалість процесу гідролізу, хв. (L)	449,9712	1	449,9712	4309,693	0,0011
Тривалість процесу гідролізу(Q)	66,4069	1	66,4069	636,026	0,0085
(3) Температура процесу гідролізу, °C (L)	68,9253	1	68,9253	660,147	0,0031
Температура процесу гідролізу(Q)	0,4936	1	0,4936	4,728	0,0414
1L · 2L	25,5612	1	25,5612	244,818	0,0071
1L · 3L	0,1012	1	0,1012	0,970	0,0353
2L · 3L	24,8512	1	24,8512	238,018	0,0148
Похибка	0,8353	8	0,1044		
Загальна сума квадратів	796,5911	17			
Коефіцієнт кореляції $R^2=0,9897$					

Вихід олії в значній мірі обумовлюється часом протікання процесу гідролізу сировини. Подібна закономірність спостерігається при тривалості реакції до 70 хвилин. Після вказаного часу вихід олії майже не змінюється і подовження ферментативної обробки м'ятки не є ефективним.

Підвищення температури процесу за межі раціонального значення (51 °C) не несе позитивного ефекту на функцію відклику. Це пояснюється тим, що позитивний вплив підвищення температури внаслідок білкової природи ферменту компенсується негативним ефектом теплової денатурації біокатализатора і вихід олії залишається практично незмінним, що підтверджується даними, приведеними на рис. 1.

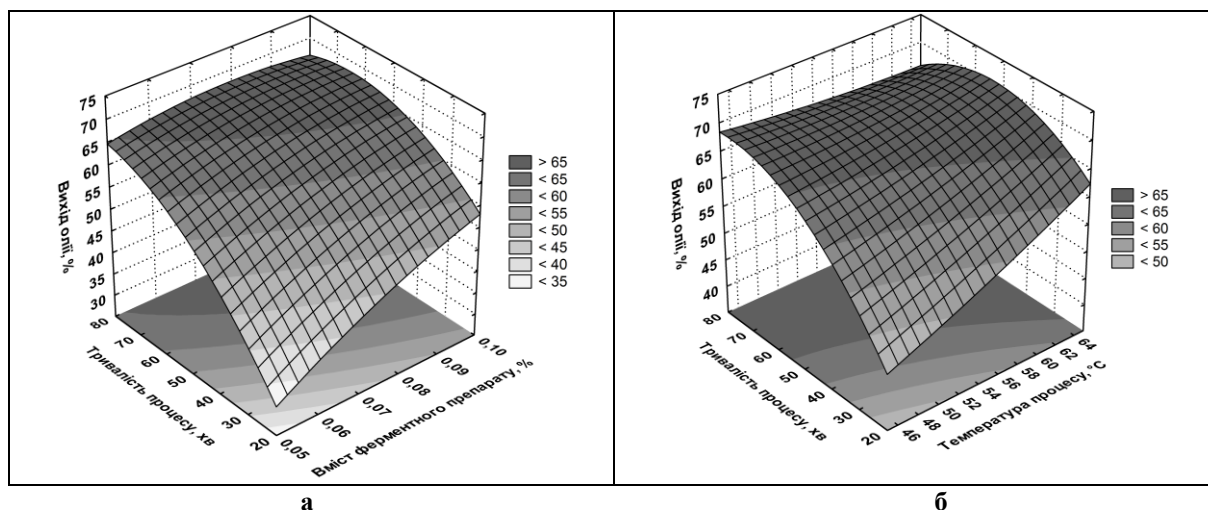


Рисунок 1 – Залежність виходу олії від параметрів процесу:
а) тривалості гідролізу та вмісту ферментного препарату; б) тривалості та температури гідролізу

Таким чином, в ході дослідження показано доцільність використання комплексу ферментів класу гідролаз у підготовці м'ятки насіння соняшника до вилучення олії з метою підвищення ефективності процесу. Методом математичного моделювання щодо ферментативного гідролізу олійної сировини встановлено раціональні параметри, які забезпечують максимальний вихід олії.

Література

1. Щербаков В.Г. Биохимия и товароведение масличного сырья / В.Г. Щербаков. – М: Агропромиздат, 1991. – 304 с.
2. Кислухина О.В. Ферменты в производстве пищи и кормов / О.В. Кислухина. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 336 с.
3. Копейковский В.М. Лабораторный практикум по технологии производства растительных масел / В.М. Копейковский, А.К. Мосян, Л.А. Мхитарьянц – М: Агропромиздат, 1990 – 191 с.
4. Montgomery D.C. Design and analysis of experiments, 7th ed. / D.C. Montgomery. – New York, John Wiley & Sons, 2008. – 656 pp.

УДК 665:664.3:577.152.3

Некрасов П.А., Данилова Л.А.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ МАСЛОДОБЫВАНИЯ ИЗ МЯТКИ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА ФЕРМЕНТАТИВНЫМ МЕТОДОМ

В статье рассмотрены вопросы, связанные с исследованием влияния таких параметров как время, температура, содержание фермента на эффективность подготовки мятки семян подсолнечника к извлечению масла. В результате экспериментов установлены рациональные условия и получена математическая модель, позволяющая прогнозировать результативность ферментативного процесса в зависимости от его основных параметров.

Nekrasov P.O., Danilova L.A.

INTENSIFICATION OF OIL EXTRACTION FROM COARSE SUNFLOWER SEEDS MEAL WITH ENZYMATIC METHOD

The article deals with issues related to the investigation of the influence of such parameters as reaction time, temperature, enzyme load on the effectiveness of preparation of coarse sunflower seeds meal for oil extraction. As the result of experiments the rational conditions were obtained and the mathematical model was developed allowing to predict the efficiency of the enzymatic process according to its main parameters.