

ВИБІР ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ПРЕСУВАННЯ ОЛІЙНОЇ СИРОВИНИ

В.В.Стрельцов, асистент

О.О.Катрич, інженер

Науковий керівник: О.А.Горбенко, к.т.н, доцент

Миколаївський державний аграрний університет

Представлено методику проведення психологічного експерименту щодо визначених факторів впливу на процес пресування. Виявлено фактори, які найбільшою мірою впливають на якість виконання технологічного процесу пресування олійної сировини.

Ключові слова: фактор, оптимізація, технологічний процес, пресування, олійна сировина, продуктивність.

Вступ. Масложирова галузь посідає провідне місце в АПК України, що пов'язане з різноманітністю і унікальністю складу олійної сировини, важливою роллю жирів в харчуванні людини, масштабністю використовування масложирових продуктів в харчових, кормових і технічних цілях, у тому числі і стратегічних. Тому стан масложирової галузі визначає розвиток не тільки вітчизняного агропромислового комплексу, але і цілого ряду галузей промисловості.

Для видобування олії з насіння соняшнику використовують два способи – пресування і метод прямої екстракції [1, 2]. Проте витрати на виробництво олії пресуванням, як показали дослідження, у 8-10 разів менше в порівнянні з екстракцією.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню процесу пресування матеріалів присвячено роботи академіків В.П. Горячкіна, І.І. Вольфа, А.А. Чапкевіча, Е.М. Гутьяра, М.Н. Летошнієва, М.А. Пустигіна і інших учених. В них розкривається залежність між тиском пресування і переміщенням шнека, що відображає величину і характер виникаючих деформацій. Проте основним показником, що характеризує будь-який процес ущільнення, є кінцева щільність отримуваних монолітів, яка підвищується зі збільшенням прикладеного тиску. Тому пізніші дослідники С.А. Алфьоров, І.А. Долгов,

В.І. Особов, Є.І. Храпач та інші свої зусилля зосередили на вивченні залежності між тиском пресування і щільністю отримуваних монолітів (макуха, брикети, гранули). У цьому ж напрямі працювали зарубіжні вчені Х. Скальвейт, Е. Мевес, Дж.Л. Батлер, Х.Ф. Мак-Коллі та ін. У результаті було запропоновано велику кількість емпіричних виразів, які зв'язують тиск пресування з фізико-механічними властивостями матеріалу і щільністю отримуваних монолітів.

Постановка завдання. Проведений огляд літературних джерел та патентно-інформаційних матеріалів щодо застосування способів та обладнання для олійного виробництва свідчить про те, що відомі технічні рішення для пресування олійної сировини, як правило, мають низькі ККД. Також вони не завжди технологічні при вирішенні питань підвищення виходу олії, продуктивності обладнання. Таким чином, нагальним завданням є розроблення малогабаритної, малоенергоспоживчої техніки для комплектації технологічних ліній переробки сільськогосподарської продукції в умовах господарств з невеликими обсягами виробництва.

Аналітичні вирази, одержані в результаті теоретичних досліджень, відображають ідеалізований технологічний процес. Тому метою експериментальних досліджень була перевірка правильності теоретичних висновків і розрахункових параметрів в лабораторних умовах, визначення технологічної надійності, а також якісних показників технологічного процесу за трьома критеріями оптимізації: максимального виходу олії, мінімальної енергоємності, максимальної продуктивності.

Досягнення поставленої мети здійснювалося вирішенням ряду задач, для чого:

- визначено фактори, які найбільшою мірою впливають на якість виконання технологічного процесу і піддаються регулюванню;

- дороблено експериментальну установку, в якій збільшено довжину приймально-підготовчої камери і встановлено пропарюючий пристрій.

Виклад основного матеріалу. Перед початком експериментальних досліджень необхідно по можливості вибрати всі фактори, що впливають на процес, і вказати межі їх варіювання. На початковій стадії вивчення будь-якого об'єкту з використанням теорії планування експерименту [3, 5], необхідно, окрім детального вивчення літератури, провести апріорне ранжування факторів, яке виконується методом експертної оцінки. Суть цього методу зводиться до того, що дослідникам, які належать до різних шкіл, пропонується розташувати фактори, що впливають на хід виконання процесу в послідовності зниження впливу на критерії оптимізації, тобто необхідно здійснити ранжування відповідно до визначених порядкових номерів (рангів) **1, 2, 3...k**.

Ранжування факторів або, як його ще називають, психологічний експеримент проводився для того, щоб скоротити об'єм експериментальної роботи, оскільки несуттєві фактори можна швидко виключити з подальшого розгляду. Це полегшує подальші етапи рішення експериментальної задачі.

Процес ранжування експерименту здійснювався таким чином. Кожному спеціалісту при опитуванні пропонувалося заповнити анкету, в якій вказано фактори, їх розмірність і передбачувані інтервали варіювання факторів. Спеціаліст призначав місце кожного фактору, а також доповнював анкету іншими, не включеними в розгляд факторами.

На першому етапі статистичної обробки результатів опитування обчислювався коефіцієнт конкордації **W** за формулою:

$$W = \frac{12 \cdot S}{m^2 \cdot (k^3 - k)}, \quad (1)$$

де **S** – сума квадратів відхилень; **m** – число опитуваних спеціалістів; **k** – число факторів.

Сума квадратів відхилень обчислювалась за формулою:

$$S = \sum_{i=1}^k \left(\sum_{j=1}^m a_{ij} - L \right)^2, \quad (2)$$

де a_{ij} – ранг (порядковий номер при опитуванні) i -го фактору у j -го спеціаліста; L – середнє значення сум рангів по кожному фактору.

Середнє значення сум рангів знаходили за виразом:

$$L = \frac{1}{k} \cdot \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m a_{ij}. \quad (3)$$

Значення коефіцієнта конкордації змінюється в інтервалі від **0** до **1**, і чим більше його значення, тим більше узгодженість думок у спеціалістів.

Після обчислення коефіцієнта конкордації визначалася його значущість за критерієм Пірсона (критерій χ^2 – розподілу) з числом ступенів свободи $f=k-1$. Розрахункове значення χ^2 – розподілу визначали за формулою:

$$\chi^2 = m \cdot W \cdot (k - 1). \quad (4)$$

Оскільки розрахункове значення критерію χ^2 – розподілу для рівня значущості **0,99** і при числі ступенів свободи $f=11$ в нашому випадку більше табличного, ($\chi_{розр}^2 = 65,25 > \chi_{табл}^2 = 24,725$), то коефіцієнт конкордації значущо відрізняється від нуля і можна стверджувати, що узгодженість дослідників не є випадковою. Діаграму рангів факторів наведено на рис.

При її побудові по осі абсцис нанесено фактори у порядку зменшення їх рангу, а по осі ординат – суми рангів для відповідного фактору.

За допомогою одержаної діаграми була розроблена оцінка значущості факторів. У разі нерівномірного убуння діаграми (типу експоненціального розподілу) для подальшого розгляду відбирають лише невелику частину «головних» факторів, а інші виключають. Якщо отримано діаграму з монотонним убунням (непевна відмінність між факторами), то в подальший розгляд слід включити як можна більше число перших факторів. У досліджуваному випадку оцінки факторів, що впливають на технологічний процес, діаграма має не тільки убуння,

але і стрибки. Для визначення факторів, які не впливають на технологічний процес, використовувався критерій Стюдента (t-критерій), який визначався за формулою:

$$t_{\text{розр}} = \frac{\sqrt{m} \cdot \sum_{i=1}^k (a_{i, \text{ср}} - \bar{a})}{\sqrt{S_y^2}}, \quad (5)$$

де $a_{i, \text{ср}}$ – середнє значення рангу по кожному з факторів; \bar{a} – середнє значення фактору по всій області ранжування; S_y^2 – дисперсія помилки оцінки по всій області ранжування.

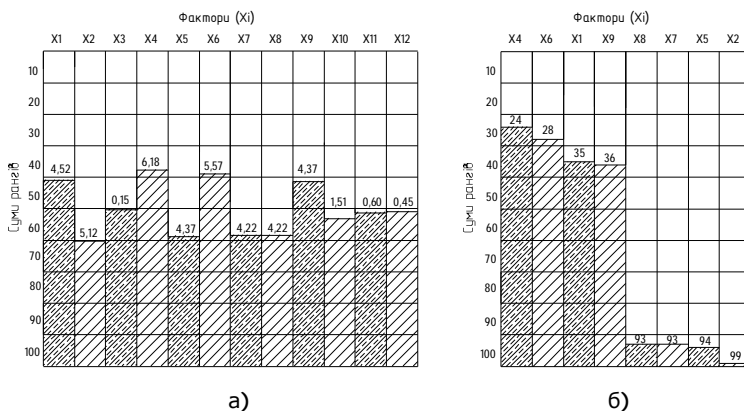


Рис. Діаграма ранжування факторів, які впливають на якість роботи: а) до статистичної оцінки значимості факторів; б) після ранжування і визначення незначимих факторів. X1 – ступінь подрібнення м'ятки, мм; X2 – довжина приймально-підготовчої камери, м; X3 – ширина зерних каналів, м; X4 – робоча площа зерної камери, м²; X5 – вологість м'ятки, %; X6 – щільність насіння сояшника, кг/м³; X7 – температура нагріву, °С; X8 – швидкість обертання шнеку, с⁻¹; X9 – лінійна швидкість руху витків шнеку, м/с; X10 – рівень надходження маси на пресування, кг/с; X11 – сумарна площа зерних каналів, м²; X12 – довжина зерного барабану, м.

Порівнюючи величину розрахункового значення критерію Стюдента з табличним значенням для рівня значущості **0,99** при числі ступенів свободи **f=11** ($t_{\text{табл}}=3,93$) [4], можна зробити висновок про відсутність впливу факторів X3; X10; X11 і X12

на якість технологічного процесу. При аналізі проведеної експертної оцінки, в тому випадку якщо, $|t_{\text{розр}}| < t_{\text{табл}}$ гіпотеза про значущість факторів не приймається, і вони виключаються з подальшого розгляду [3, 4].

Після аналізу значущості і виключення незначущих факторів було побудовано класичну діаграму рангів з убунанням їх величини за ступенем впливу того або іншого фактору на якість виконання технологічного процесу (рис. (б)). Значення рівня рангів проставлено на фоні стовпців діаграми. Аналіз результатів експертної оцінки і їх статистичної обробки дозволяє зробити висновок про найбільший вплив на хід і якість виконання технологічного процесу перших п'яти факторів. Фактори X1, X4 і X6 можна відкинути і виключити при проведенні подальших досліджень з використанням теорії планування експерименту.

Висновки. Здійснено оцінку значущості факторів. Аналіз результатів статистичної обробки дозволив визначити фактори, що мають найбільший вплив на якість процесу пресування, до яких належать: X2 – довжина приймально-підготовчої камери, X5 – вологість м'ятки, X7 – температура нагріву, X8 – швидкість обертання шнеку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Щербаков В. Г. Технология получения растительных масел / Щербаков В. Г. — [3-е изд., перераб. и доп.]. — М.: Колос, 1992.
2. Кошевой Е. П. Оборудование для производства растительных масел / Е. П. Кошевой. — М.: Агропромиздат, 1991. — 208 с.
3. Мельников С. В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / Мельников С. В., Алешкин В. Р., Роштин П. М. — Ленинград: Колос, 1980. — С. 106—130.
4. Львовский Е. Н. Статистические методы построения эмпирических формул / Львовский Е. Н. — М.: Высшая школа, 1988. — 239 с.
5. Чистяков В. П. Курс теории вероятностей / Чистяков В. П. — М.: Наука, 1982. — 256 с.