

А.Д. Сергєєв, канд. тех. наук
 В.М. Ковбаса, д-р техн. наук
 В.А. Терлецька, О.В. Кобилінська,
 С.І. Блаженко, кандидати техн. наук

ТЕМПЕРАТУРНИЙ ВПЛИВ НА ЯКІСТЬ ЕКСТРУДАТІВ

З метою ефективного використання зернової сировини та отримання сухих сніданків з високими органолептичними та фізико-хімічними показниками виникає потреба в дослідженні впливу умов оброблення на якість екструдатів та визначенні оптимальних технологічних параметрів екструдувannya.

У процесі високотемпературної екструзії відбуваються розігрівання матеріалу, його стиснення, структурні зміни основних компонентів сировини (крохмалю та білків), що призводить до значних змін в їхній будові та властивостях.

Змінними параметрами процесу екструзії є температура і тиск екструдувannya, вологість сировини, ступінь навантаження на шнеки, їхні кількість, конструкція тощо.

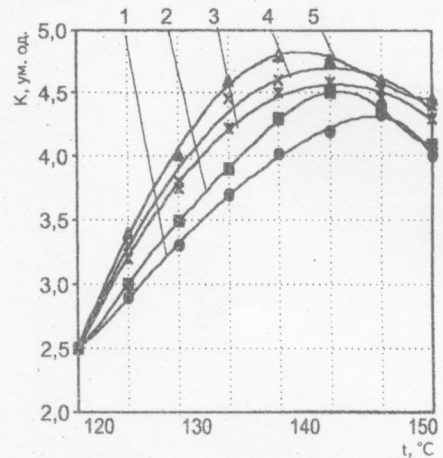
Дослідженнями, проведеними раніше, було показано, що різні зернові по-різному поведуть себе в процесі екструзії, причому якість готових виробів (екструдатів) залежить як від виду і хімічного складу зернових та бобових, так і від змінних параметрів процесу і конструкції екструдерів [1, 2].

Виходячи з вищенаведеного, ми провели дослідження впливу температури екструдувannya на коефіцієнт спучування (відношення середнього діаметра продукту до діаметра матриці). Інші змінні параметри процесу екструзії — масова частка води сировини, ступінь навантаження на шнеки, гранулометричний склад — були постійні.

Дослідження проводили на двошнековому екструдері фірми APV Baker (Великобританія) на Бориспільському заводі продтоварів.

На основі попередніх досліджень було встановлено, що для одержання продуктів екструзії задовільної якості за умов безперебійної роботи екструдера треба підтримувати температуру перед матрицею в межах 120...155 °С. Саме в цих межах і проводились дослідження.

Як видно з *рисунка*, з підвищенням температури екструдувannya від 120 °С для всіх зразків коефіцієнт спучування зростає до певних значень; з подальшим підвищенням температури цей показник знижується. Так, оптималь-



Вплив температури екструдувannya t на коефіцієнт спучування K :
 1 — горох; 2 — рис; 3 — пшениця; 4 — кукурудза; 5 — гречка

ний коефіцієнт спучування спостерігається для гречки при температурі 140 °С, для кукурудзи — 143...145, пшениці — 144...146, рису — 146...148, гороху — 150 °С. Причому коефіцієнт спучування для гречки на 10 % більший від максимального коефіцієнта спучування гороху, на 8 — рису, на 6 — пшениці та на 5 % — кукурудзи. Таку різницю в температурних режимах екструдувannya можна пояснити різним хімічним складом та будовою зернівки і бобів. Основну роль при цьому відіграють біополімери — крохмаль і білок, які зумовлюють структуру екструдатів. Так, для зерна гречки характерним є значна кількість глобулінів і водорозчинних білків і майже зовсім немає проламінової фракції білків. Ядро гречки характеризується високою крихкістю, що пояснюється як властивостями ендосперму, так і своєрідним розміщенням зародку, більша частина якого лежить всередині ядра. Крім того, гречана крупа пройшла певне гідротермічне оброблення.

На умови екструдувannya рису значно впливає утворення міцних асоціатів зерен рисового крохмалю, жорстка структура білкових речовин. Крім того, основним компонен-

том рисового білка є гліотелін (оризенін). Рисові крохмальні зерна побудовані з невеликих багатокутних зерен діаметром 4...8 мкм. Це найменші зерна з усіх видів крохмальних зерен. Білки в ендоспермі рису концентруються у спеціальних місцях. В алейроновому шарі вони локалізуються в алейронових зернях. У центральній частині ендосперму знайдено білкові тіла двох типів — цитоплазматичні та вакуолярні. Цитоплазматичні білкові тіла (ЦБТ) мають круглу форму і сховані в подвійну ліпопротеїнову мембрану. Вони побудовані характерними концентричними шарами, що утворюються чергуванням електронно-щільних та електронно-прозорих відрізків. Розміри ЦБТ — від 1 до 5 мкм. Вакуолярні білкові тіла (ВБТ) — це ультраструктури невизначеної форми, заповнені масою аморфного білка [1, 2]. Все це зумовлює певні особливості при екструзійному обробленні рису.

Висока температура екструзування гороху пояснюється будовою його сім'ядолей та значною кількістю білка, який дуже міцно прилягає до крохмальних зерен і чинить перепону останнім для хорошого вибуху.

Як установлено дослідженнями, екструзійна здатність кукурудзи залежить насамперед від її типу. Так, скловидні сорти кукурудзи, що містять більше білка, ніж борошністі, потребують вищих температур для екструзії. Це можна пояснити більшою кількістю проламінів і меншою кількістю альбумінів.

Технологічна характеристика за вибуховою здатністю зерна спеціальних сортів кукурудзи (тих що лопаються) залежить від співвідношення проміжного та прикріпленого білка, яке зумовлює міцність ендосперму. Спостерігається зв'язок між збільшенням фракції прикріпленого білка зерна кукурудзи і вибуховістю екструдату та ступенем деструкції зруйнованих зерен [3].

За допомогою методів математичної статистики виведено математичні залежності коефіцієнта спучування K від температури оброблення t .

Регресійне рівняння (в кодованому вигляді) для гречки має такий вигляд:

$$K = 4,4992 - 0,2931t + 0,3334t^2 + 0,5885t^3 - 0,2594t^4.$$

Адекватність моделі перевіряли за коефіцієнтом кореляції, який становив 0,9987, що свідчить про досить високу якість моделі та можливість її використання.

Оптимізація поліному за умов досягнення вихідною змінною (коефіцієнтом спучування K) свого максимуму дала змогу отримати оптимальні значення температур t_{opt} екструзування: для гречки $K_{\text{max}} = 4,50$ при $t = 140$ °C; для пшениці — 4,45 при 144; для кукурудзи — 4,40 при 145; для рису — 4,35 при 148; для гороху $K_{\text{max}} = 4,30$ при $t = 150$ °C.

Висновки. В результаті досліджень визначено та науково обґрунтовано оптимальні параметри екструзування гречки, кукурудзи, гороху, пшениці, рису. Встановлено, що екструзування зернових і бобових відбувається з різною інтенсивністю, що зумовлено особливостями будови нативної форми.

ЛІТЕРАТУРА

1. Жушман А.И., Коптелова Е.К., Карпов В.Г. Экструзионная обработка крахмала и крахмалсодержащего сырья. // Обзор. информ. / ЦНИИТЭИпищепром. Сер. 5. Крахмало-паточная промышленность. — 1980. — Вып. 3. — 36 с.
2. *Екструзія*, як процес оброблення харчової сировини / В.М. Ковбаса, Н.Г. Миронова, А.М. Дорохович, І.П. Бондар // Наук. пр. УДУХТ. — 1997. — С. 95–97.
3. Ковбаса В.М., Дорохович А.М., Хіврич Б.І. Застосування екструзії у виробництві нових харчових продуктів. — К.: УкрІНТЕІ, 1995. — 63 с.

Надійшла до редакції 15.05.02 р.