

УДК 636.085:636.087.7

Д.Ф. МАРЧЕНКОВ, технічний спеціаліст ТОВ «Біоконтакт»
А.В. МАКАРИНСЬКА, кандидат технічних наук, доцент, докторант
Одеська національна академія харчових технологій

Фактори зниження активності ферментів (на прикладі фітази) при виробництві комбікормів

У статті наведено результати виробничого експерименту по моніторингу температурних впливів на кормову сировину в процесі виробництва комбікорму. Представлена оригінальна методика встановлення точок максимальної температурної дії, в яких фермент частково втрачає свою активність. Розглянуті особливості використання ферментів групи фітаз на комбікормових підприємствах України. Виділені головні проблеми та запропоновані шляхи їх вирішення.

Фітаза, годівля, термостабільність ферментів, контрольні критичні температурні точки, коатована фітаза

Сучасна комбікормова промисловість вже понад 10 років активно використовує різноманітні біологічні агенти, які підвищують ефективність відгодівлі сільськогосподарських тварин та вирощування птиці. При цьому поряд з різноманітними вітамінно-мінеральними мікродобавками широко застосовуються як моноферментні, так і поліферментні препарати, що спрямовані на покращення доступності кормового потенціалу сировини. Для птахівництва одну з ключових позицій займає ферментна група фітаз, дія яких спрямована на вивільнення доступного фосфору із сполук фітинової кислоти. Близько 2/3 загального фосфору в рослинних кормах міститься у хімічно зв'язаних комплексах – фітатах, які не можуть бути засвоєними у шлунково-кишковому тракті моногастричних тварин. З кормової точки зору, фітати є одним з видів антипоживних речовин, які сформувались рослинами у ході тривалої еволюції.

Для компенсації недостачі фосфору в організмі сільськогосподарської птиці у рецептури повнораціонних комбікормів вимушено вводяться фосфоровмісні сполуки (як правило, монокальційфосфат), які в Україні не виробляються. Введення монокальційфосфату до повнораціонних комбікормів з метою їх балансування по фосфору може призвести до його передозування, що, у свою чергу, може викликати хронічні отруєння, які супроводжуються зниженням апетиту та середньодобових приростів живої маси сільськогосподарських тварин і птиці [5]. Крім того, висока гігроскопічність монокальційфосфату може бути причиною деструкції вітамінних препаратів, які входять до складу повнораціонного комбікорму [3]. За використанні фосфоровмісних препаратів у птахівництві виникає також проблема надлишкового виведення з організму птиці фосфору з каловими масами, що безпосередньо впливає на показники ГДК фосфору у ґрунтах [1]. Альтернативним варіантом є використання фітаз, що дозволяє суттєво

знижити, а в ряді випадків і повністю виключити введення фосфатних сполук [5]. Крім того, збагачення комбікормів фітазою робить доступнішим для засвоєння організмом ряд таких елементів як цинк, кобальт, мідь, а також покращує перетравлюваність комбікормів та підвищує середньодобовий приріст живої маси [2,4].

Застосування ферментів при виробництві комбікормів в Україні має ряд особливостей. Історично склалося так, що технологічне обладнання на комбікормових заводах було вироблено різними вітчизняними та іноземними фірмами, має різні технологічні характеристики і різниться за робочими технологічними режимами. Крім того, загальна технологічна схема виробництва комбікорму часто розрізняється в деталях, залежно від типу сировини, особливостей рецептур тощо. Все це певною мірою впливає на те, що відбувається з ферментними препаратами з моменту їх внесення у передсуміш комбікорму, і до отримання готового продукту – повнораціонного комбікорму.

Дія ферменту на субстрат є найбільш ефективною в тих випадках, коли досягається певний оптимум умов – значень рН та температури. Ці показники відрізняються не тільки для різних груп ферментів, але часто і в межах певної групи, і на практиці залежать як від типу біологічного продуцента ферменту (бактеріального, грибового генезису), так і від особливостей штамів певного виду. Головне завдання виробників ферментних препаратів на сьогоднішній день – представити такий продукт, оптимум дії якого дозволяв би йому ефективно розщеплювати субстрат в умовах шлунково-кишкового тракту, і який би був при цьому достатньо стійким для збереження базової активності після процесу виробництва комбікорму.

Втрати активності ферментів тією чи іншою мірою присутні на будь-якому комбікормовому виробництві, проте системне вивчення причин такого явища на підприємствах України не проводилось.

Дане дослідження покликане, у першу чергу, визначити вплив яких факторів на збереження активності фітази у готовому продукті буде критичним, а якими факторами до певної міри можна знехтувати.

Метою роботи було дослідити вплив фізико-хімічних факторів на збереження активності ферментів (на прикладі фітази), що були введені у кормову суміш на стадії змішування, і які пройшли головні етапи, характерні для процесу виробництва комбікорму.

Враховуючи те, що вплив значення рН при виробництві сухих комбікормів є мінімальним, а проявляється безпосередньо у шлунково-кишковому тракті тварини, головним завданням серії виробничих експериментів був моніторинг температурних режимів отримання кормових передсумішей під час проходження етапів технологічного циклу виробництва комбікорму та паралельне вимірювання активностей ферментів порівняно з вихідними значеннями.

Матеріал і методи досліджень. Дослідження проводили у промислових умовах на комбікормовому заводі ДП «Новопокровський комбінат хлібопродуктів» (Україна, Харківська область, Чугуївський район, смт. Новопокровка) з метою дослідження активностей фітази на різних технологічних стадіях виробництва комбікорму. Для порівняння були використані концентрати двох моноферментних фітазних препаратів (звичайна фітаза та фітаза термостабільна, що вкрита захисною оболонкою) бактеріального походження в сухій формі, які були надані заводом ПП «Кронос Агро» (Україна, Київська область, Бородянський р-н, с. Озера).

Базовий цикл виробництва повнораціонного комбікорму складався з наступних технологічних стадій:

- 1) дозування дослідної партії сировини та передсумішей з мікродобавками у змішувач;
- 2) гомогенізація сировини у змішувачі (утворення комбікорму);
- 3) обробка комбікорму парю (кондиціонування);
- 4) грануляція комбікорму на прес-грануляторі;
- 5) охолодження комбікорму;
- 6) фасування готового продукту.

Дані стадії фактично присутні на будь-якому підприємстві України, яке виробляє комбікорм, і можуть незначною мірою відрізнятися в залежності від типу вводу мікрокомпонентів, можливості введення рідких препаратів, кількості форсунок, а також інших факторів.

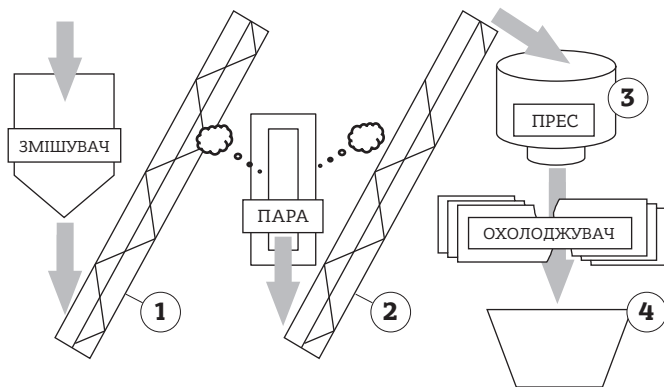


Рис. 1. Схема маршруту сировини при виробництві комбікорму



Зернова група у дослідних партіях була представлена зерном ячменя, пшениці, кукурудзи в рівних пропорціях. Введення фітази відбувалося у кількостях, достатніх для визначення її активності в готовому продукті у лабораторних умовах. Обсяг кожної дослідної партії складав 2 т. Грануляція відбувалась на прес-грануляторах марки ББ-ДГВ з можливістю регулювання режимів подачі пари. Робочий тиск пари становив 4,7 кг/см². Діаметр філь'єр у матриці гранулятора складав 4,7 мм. Технічні параметри для кожної дослідної партії були ідентичними.

Для визначення температури кормосуміші на різних етапах виробництва комбікорму у вибраних точках (рис. 1) через регулярні інтервали часу відбирались проміжні проби (ПП) однакової маси.

Відбір ПП через регулярні проміжки часу дозволив нівелювати можливі флуктуації у роботі змішувача. Кількість ПП для кожної точки відбору складала не менше 10. Після відбору ПП за допомогою лабораторного контактного та дистанційного термометру одразу визначалась температура її матеріалу із внесенням даних до журналу визначень. По закінченню процесу відбору з ПП для кожної точки відбору складалась комплексна проба, яка є гомогенізатом ПП, і яка була скорочена методом квартування до кількості, достатньої для визначення ферментних активностей. Дублікат кожної опорної проби був направлений на склад зберігання проб готової продукції виробника; визначення ферментних активностей у зразках відбувалося у виробничій лабораторії заводу ПП «Кронос Агро».

На основі масиву температурних даних та активностей фітази у комплексних пробах були виділені точки максимального температурного впливу на комбікорм для умов

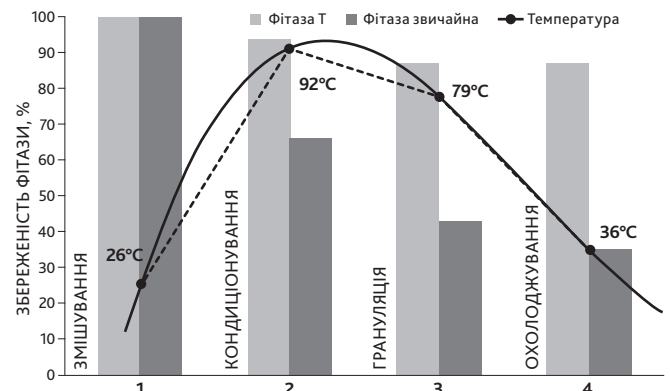


Рис. 2. Збереженість фітази на різних етапах виробництва комбікорму

виробничого експерименту. Результати зіставлення температурних даних та активностей фітази у комбікормі наведені на рисунку 2.

Результати досліджень. Як свідчать результати досліджень (рис. 2), втрати активності фітази відбуваються на етапах кондиціонування та грануляції комбікорму. Ці ж етапи характеризуються підвищеними значеннями температури комбікорму, що призводить до часткової інактивації ферменту. Зниження активності термолабільної фітази у пробах, які відібрані після охолодження, може свідчити про необхідність збільшення часу перебування комбікорму в охолоджувачі. Даний параметр може бути збільшеним за рахунок пониження швидкості наповнювання охолоджувальної колони або ж інтенсивністю охолодження комбікорму у колоні за можливості регулювання її технологічних характеристик. Також зниження активності фітази на доволі «м'якій» (у температурному відношенні) стадії може свідчити про перегрівання ферменту на етапі кондиціонування або при грануляції, та про подальше погіршення температурного оптимуму відносно базових характеристик ферменту. Все це призводить до того, що фермент стає значною мірою інактивованим: це утруднює прогнозування його дії у шлунково-кишковому тракті моногастричних тварин.

Для вирішення даної проблеми можна рекомендувати декілька способів, які дозволяють зберегти вихідну активність введеного ферменту у комбікорм:

- 1) у випадку з незначною втратою активності ферменту доцільним є введення деякої надлишкової активності фітази у комбікорм для нівелювання втрат ферментної активності;
- 2) при суттєвій втраті активності ферменту (більше 50%) має сенс використовувати термостабільні модифікації (пов'язані з термозахисною оболонкою – вкриті (т.з. «коатовані») ферменти або ж ферменти того ж класу, температура інактивації яких витримує жорсткі температурні режими обробки). На даний момент співвідношення в ціні звичайного та термостабільного ферменту складає 1:2, тому використання у даній ситуації надлишкової кількості нетермостійкого ферменту не є доцільним;
- 3) модернізація наявного обладнання з метою зниження впливу температурних факторів на комбікорм за можливості безпосереднього встановлення параметрів роботи у гнучких діапазонах. Дане рішення є найбільш затратним з матеріальної точки зору, але при цьому, крім ферментів, дозволить вводити нетермостабільні кормові добавки у комбікорм (наприклад, пробіотики).

ВИСНОВКИ

Втрата активностей ферментів, зокрема, і фітаз, пов'язана в основному з температурними режимами обробки безпосередньо під час виробництва комбікорму. Для базового циклу виробництва комбікорму виділено три критичних температурних ділянки – обробка парою, прес-грануляція та охолодження. Порушення коректної роботи обладнання на будь-якій з цих ділянок призводить до втрат активностей ферментних препаратів. Більш того, при надмірній температурній дії на етапі кондиціонування

чи на при грануляції, фермент стає більш вразливим для подальшого температурного впливу. Проведення оцінки втрат активностей ферментів у ряді випадків дозволить провести оцінку ефективності їх використання при виробництві комбікормів, а також виявити доступні для підприємства варіанти вирішення проблеми.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні впливу активаторів та інгібіторів ферментної дії на динаміку втрати активності ферментами за зміни фізико-хімічних параметрів кормосуміші у процесі виробництва комбікорму. ■

В статті приведено результати виробничого експерименту по моніторингу температурних впливів на кормову сировину в процесі виробництва комбікорма. Представлено оригінальну методика встановлення точок максимального температурного впливу, в яких фермент частково втрачає свою активність. Розглянуті особливості використання ферментів групи фітаз на комбікормових підприємствах України. Виділено основні проблеми і пропонуються шляхи їх вирішення.

Фитаза, кормление, термостабильность ферментов, контрольные критические температурные точки, коатированная фитаза

The results of the production experiment of temperature effects monitoring for feed raw material in production of animal feed are shown. An original method allows establishing points of maximum thermal exposure, where enzyme is partially loses its activity. The features of phytase enzyme group usage in Ukrainian feed factories are shown. The main problems are obtained, and different ways to solve them are offered.

Phytase, nutrition, enzymes thermostability, critical temperature control points, coated phytase

Література

1. Мэгуайр Р.О. Фосфор и фитаза в рационах птицы: экологические аспекты // Р.О. Мэгуайр, Дж.Т. Симе, В.В. Сэйлор и др. // Zoot. Intern. 2006. – №5. – Р.30-34.
2. Пономаренко Ю.А. Питательные и антипитательные вещества в кормах: монография / Ю.А. Пономаренко. – Минск: Экоперспектива, 2007. – 960 с.
3. Технологія виробництва преміксів: [підручник] / Б.В. Єгоров, О.І. Шаповаленко, А.В. Макарянська. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 288 с.
4. Труфанов О. Фитаза в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы / О. Труфанов. – Киев: Полиграф Инко, 2011 – 112 с.
5. Чернышов Н.И. Антипитательные факторы кормов: справочная книга / Н.И. Чернышов, И.Г. Панин, Н.И. Шумский, В.В. Гречишников. – Воронеж, 2013. – 186 с.