

Автор: Артур Ілляшенко, к.б.н., технічний консультант компанії BIOPROTON

## Бактерії та гриби «нагодують» тварин

Наразі щороку людство з'їдає мільярд тонн зерна. Ще мільярд тонн служить кормом сільськогосподарським тваринам та птиці. Виникає справедливе запитання: «Як наростити виробництво продукції тваринництва без шкоди для інших галузей харчової промисловості?».



**Б**актерії та гриби давно використовуються людиною для отримання продуктів харчування та створення ліків. Дріжджі – гриби, за допомогою яких випікається хліб, молочно- та маслянокислі бактерії та молочнокислі гриби допомагають людині отримувати з молока йогурт, масло та сметану, благородні цвілі надають кольоровим сирам їх незвичайний смак. Відомо близько 30 видів бактерій, які є продуцентами антибіотиків, білка та вітамінів для різноманітної біотехнологічної продукції, у тому числі й лікарських речовин. З початку минулого століття вчені почали вивчати можливість використання мікроорганізмів у індустрії годівлі сільськогосподарських тварин (Rosen G.D., 2002).

У 1984 році у Фінляндії було засновано біотехнологічну компанію BIOPROTON. Основною місією компанії є створення безпечних та ефективних кормових добавок високої якості. Голова компанії – Хенрік вон Хелленс розробив авторські штами бактерій та грибів, на основі яких були створені мультиферментні добавки під маркою «Натузім» («Натузім», «Натузім 50» і «Натузім W50») та комплексний пробіотик «НатуПро». У першому продукті бактерії та гриби виступають як продуценти ферментів, які сприяють інтенсивності травного процесу в організмі тварин, у другому – як фа-

культативна мікрофлора, що сприяє нормалізації мікробіому кишечника у боротьбі з патогенними бактеріями.

### Гриби та бактерії, як джерела екзогенних ферментів у кормах

У процесі своєї життєдіяльності бактерії та гриби виробляють безліч різних речовин, але методи селекції та генетики, а також умови, в яких культивують штами-продуценти, дозволяють досягти збільшення вироблення певних, необхідних для виробництва кормових добавок сполук – ферментів.

Ферменти притаманні всім живим істотам, проте для їх виділення використовують субстрати, у яких вміст ензиму становить щонайменше 1%. Тому мікроорганізми (бактерії, гриби, дріжджі) є ідеальним, необмеженим джерелом ферментів (Кузнєцова Є.А. та Черепніна Л.В., 2013).

Цікаво, що більшість комерційних класів ферментів, що використовуються у харчових продуктах, виробляються з використанням грибів (31 із 38 або 82%). **Справа в тому, що грибіні штами краще підходять з низки причин:**

- ферментні системи грибів завжди багатші, містять цілий комплекс ензимів, необхідних для гідролізу нативних субстратів;

- на відміну від бактеріальних, грибіні ферменти практично не мають неприємного запаху;
- культивування грибів відбувається у кислому середовищі, що перешкоджає розвитку сторонніх патогенних бактерій (Єгоров І., 2009).

#### Промислові штами повинні задовольняти такі вимоги:

- 1** Нешкідливість для споживача та обслуговуючого персоналу.
- 2** Висока швидкість зростання біомаси та цільового продукту (БАР) при економічному споживанні живильного середовища.
- 3** Спрямована біосинтетична активність при мінімальному утворенні побічних продуктів.
- 4** Генетична однорідність та стабільність щодо субстратів та умов культивування.
- 5** Відсутність токсичних речовин у цільовому продукті та промислових стоках.
- 6** Стійкість до фагів та іншої сторонньої мікрофлори.
- 7** Здатність зростати на дешевих та доступних субстратах, відходах харчової та хімічної промисловості за високої щільності клітин.

Тільки за сукупністю цих та інших властивостей можна оцінити користь та рентабельність продуцента (Ковальова Т.А. та співавт., 2011).

В даний час налагоджено промислове виробництво мікроорганізмів-продуцентів рекомбінантних ферментів. Наприклад, ген, відповідальний за вироблення ферменту, виділений із клітини гриба, впроваджують у геном бактерії, яка стає його продуцентом, і навпаки (Шлейкін А.Г. та співавт., 2019). Це практично повністю дозволило вирішити проблему продуктивності виробничих штамів (табл. 1).

У кормовій добавці «Натузім» 13 різних ферментів від двох видів грибів та одного бактеріального штаму: целюлаза, геміцелюлаза, амілоглікозидаза, пентозаназа, ксиланаза, β-глюканаза, α-амілаза, протеаза, пектиназа, фітаза, фітаза (Sharifi SD та співавт., 2013; Zamini AA та співавт., 2014, Seifi S., 2013; Тлецерук І.Р., 2013). При цьому, виробничо-значущими та регламентованими контролем якості є лише 6 з них (табл. 1)

На сьогоднішній день, з представлених на ринку України компаній, тільки дві, крім BIOPROTON, виробляють мультиензимні комплекси, що поєднують ферменти від мікроорганізмів різних царств. Причиною є складність підбору стійкої до впливу грибних ферментів (зокрема протеази) бактеріальної α-амілази (Ільшешенко О.М., 2021).

Інша важлива особливість кормової добавки «Натузім» – наявність одночасно фітази та одразу двох протеаз від *Aspergillus Niger* та *Trichoderma reesei* – кислотної та нейтральної. Кислотність хімусу змінюється в залежності від його проходження через відділи тонкого кишечника і цей фактор впливає на ефективність роботи протеази (Тахері Н.Р. та Ширзадеган К., 2017).

Досліди на птиці і свинях показали, що включення кормових добавок «Натузім» та «Натузім 50» дозволяє «знижити конкуренцію тварин і людини за зернові та бобові культури» та збільшити рівень введення дешевих важкоперетравних джерел поживних речовин у раціони, що заощаджує витрати на вирощування, без втрати чи зі збільшенням показників продуктивності (табл. 3). Можливість застосування дешевої сировини зумовлена тим, що «Натузім» є мультиензимним ферментним комплексом, що поєднує в собі ферменти різноспрямованої дії – одночасно містить карбогідралази, фітазу та протеазу.

**Табл. 1. Ферментна продуктивність грибів та бактерій, які використовують в технології отримання ферментів**

Фермент	Штами-продуценти (зверху-гриби, знизу-бактерії)	Ферментна активність (max), од/г	Джерело
α-амілаза	<i>Aspergillus flavus</i> , <i>A. oryzae</i>	6 583	Sivaramakrishnan S. и соавт., 2006
	<i>Bacillus coagulans</i> , <i>B. subtilis</i>	464 000	
β-глюканаза	<i>Trichoderma atroviridae</i> , <i>Aspergillus awamori</i>	105*	Srivastava N. и соавт., 2019
	<i>Bacillus subtilis</i> , <i>B. licheniformis</i> , <i>B. halodurans</i>	95*	
протеаза	<i>Aspergillus oryzae</i>	1 500	Devarapalli K. и соавт., 2011
	<i>Bacillus sp.</i>	429	
фітаза	<i>Aspergillus ficcum</i> , <i>A. niger</i>	26	Neira-Vielma A.A. и соавт., 2018
	<i>Bacillus spp.</i>	1*	Sasirekha B. и соавт., 2012
ксиланаза	<i>Aspergillus niger</i> , <i>A. heteromorphus</i> , <i>Trichoderma reesei</i>	57	Yardimci G.O., Cekmecelioglu D., 2018
	<i>Bacillus subtilis</i>	50*	
целюлаза	<i>Aspergillus niger</i> , <i>Trichoderma viride</i>	331	Srivastava N. и соавт., 2018
	<i>Bacillus licheniformis</i>	1*	Kazeem M.O. и соавт., 2017

\* активність вказана в од./мл

**Табл. 2. Походження ферментів у складі «Натузім»**

Продуценти		Основні продуковані ферменти
Царство	Вид	
Гриби	<i>Aspergillus Niger</i>	Ксиланаза, фітаза, протеаза
	<i>Trichoderma reesei</i>	Целюлаза, ксиланаза, β-глюканаза, протеаза, пектиназа
Бактерії	<i>Bacillus subtilis</i>	α-амілаза

### Гриби та бактерії як симбіонти у складі мікробіома кишечника

Одним із напрямків біотехнології годівлі є розробка та створення пробіотиків – «живих» добавок, що позитивно впливають на організм господаря шляхом поліпшення його кишкового мікробного балансу.

В даний час, до мікроорганізмів, які використовують для створення пробіотиків, відносяться:

1. бактерії, що продукують молочну та пропіонову кислоти (*Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Propionibacterium*, *Enterococcus*);

- непатогенні бактерії роду *Escherichia* (наприклад, *E. coli* M-17);
- спороутворюючі бактерії (*Bacillus*, *Clostridium*);
- дріжджі (*Saccharomyces*, *Candida*);
- термофільні стрептококи (*Streptococcus*) (Топурія Л.Ю. та співавт., 2012; Patel R. та DuPont H.L., 2015).

Різні види і штамів мікроорганізмів мають різний набір біологічних особливостей. Найбільший інтерес для використання в годівлі тварин становлять бактерії, оскільки багато їх видів входять до складу мікробіома кишечника. Проте, за кількістю можливих біохімічних шляхів і, відповідно, за рівнем залежності від надходження органічних речовин ззовні, бактерії різняться. За способом харчування

вони бувають автотрофними та гетеротрофними, останні, у свою чергу, поділяються на сапротрофи (сапрофіти) та симбіонти. До останніх відносяться бактерії роду *Clostridium* та *Bacillus* (Загосіна Н.В., 2009).

Бактерії роду *Bacillus* становлять особливий інтерес для використання в годівлі продуктивних тварин, оскільки сприяють кращому перетравленню поживних речовин та контролю росту ентеропатогенів, таких як *Clostridium perfringens* (Blanch, A. та Rouault, M., 2016). Водночас, рід *Bacillus* має виняткову здатність утворювати спори, які можуть витримувати високі температури, що використовуються при виробництві кормів (гранулюванні), високої кислотності внутрішнього середовища шлунка (Menconi A. та співавт., 2013). Це дозволяє використати *Bacillus spp.* у годівлі та додавати у гранульовані корми без втрати життєздатних клітин.

Потрапивши зі шлунку до кишечника, спори *Bacillus spp.* переходять у метаболічно активний стан – у вегетативну форму. Більш того, надалі вони можуть пройти повний життєвий цикл, включаючи розмноження та повторне спорування (Latorre J., 2016),

Крім того, деякі види *Bacillus spp.* мають високу здатність продукувати ферменти і, тим самим, підвищують засвоюваність білка, знижуючи його надходження в товсту кишку, потенціал для білкової ферментації та проліферації патогенних протеолітичних бактерій (Бланк А. і співавт., 2018). Пробиотик «НатуПро» поєднує у своєму складі чотири штами від трьох різних видів *Bacillus spp.*, кожен з яких має свої корисні властивості, а разом вони посилюють дію один одного (табл. 4).

З табл. 4 видно, добавка «НатуПро», з одного боку, пригнічує зростання кількості патогенних бактерій ( $G^+$  і  $G^-$ ), а з іншого – служить джерелом додаткових ферментів та амінокислот, що посилюють травні процеси та забезпечують зростання корисної мікрофлори кишечника (Ілляшенко А.Н., 2021).


Для досягнення потенціалу продуктивності сучасних порід та кросів сільськогосподарських тварин та птиці необхідно використовувати якісну кормову базу, що тягне за собою підвищення витрат на вирощування та викликає дефіцит інгредієнтів на ринку кормів. Завдяки науковим досягненням та

**Табл. 3. Збільшення частки складних компонентів в раціонах свиней і птахів при включенні кормової добавки «Натузім»**

Вид та вік тварини, дн.	Компонент корму	Рівень введення (заміни), %	Дозування «Натузім», г/т	Джерело
Курчата-бройлери, старт та фініш	Рисове лушпиння	15,0	250	Egbunu P.B., и соавт., 2020
Курчата-бройлери, 1-21	Ріпаковий шрот	6,0	350	Oliaei A.H. и соавт., 2016
Курчата-бройлери, 0-42		10,0		Sharifi S.D. и соавт., 2013
Курчата-бройлери, 11-42	Соевий шрот	3,5	500	Taheri H.R. и Shirzadegan K., 2017
Курчата-бройлери, 0-42	Гуарове борошно	4,0		Larhang R.A. & Torki M., 2011
Курчата-бройлери, старт	Рисові висівки	5,0	1 000	Edache, J.A. и соавт., 2018
	Арахісовий шрот	1,4		
Гусенята, 42-60	Дерьт тритикале	71,3	1 000	Тлецерук И.Р. и соавт., 2013
Поросята, дорощування-відгодівля	Борошно з кірки маніоки	50,0	350	Torhemen L.N. и соавт., 2018
Поросята, дорощування	Борошно зі стручкової квасолі	30,0		Marii D. и соавт., 2021

**Табл. 4. Функціональні особливості компонентів «НатуПро»**

Бактерія	Функція
<i>B. subtilis</i>	Пригнічує зростання грамнегативних патогенних бактерій. Підвищує перетравність сирого протеїну, крохмалю та глікогену корму, продукує амінокислоти.
<i>B. licheniformis</i>	Пригнічує зростання грампозитивних патогенних бактерій. Сприяє розвитку корисної мікрофлори кишківника. Підвищує перетравність сирого протеїну корму, продукує амінокислоти. Покращує бар'єрну функцію кишечника та системний імунітет.
<i>B. amyloliquefaciens</i> штам ВР-0-11-1	Пригнічує розвиток грибкових та бактеріальних патогенів. Продукують позаклітинні ферменти, включаючи $\alpha$ -амілазу, целюлазу, протеази та металопротеази, які можуть посилювати перетравлення поживних речовин (Gangadharan D. et al., 2008; Lee Y.J. et al., 2008).
<i>B. amyloliquefaciens</i> штам ВР-0-14-1	

розробкам біотехнологічних компаній, однією з яких є BIOPROTON, галузь отримала можливість використовувати бактерії та гриби як компоненти та джерела для отримання сировини для біологічно активних кормових добавок. Застосування пробіотиків та ферментів розширює можливості використання доступної сировини з низькою поживністю у годівлі та дозволяє оптимізувати виробництво. 

Список літератури складає 35 найменувань та може бути наданий за потреби.

**Контакти:**

Дєєва Лілія, директор представництва BIOPROTON-UKRAINE +380980782119



Офіційний дистриб'ютор:

ТОВ «АЛЬФА-ВЕТ» [www.alfa-vet.com](http://www.alfa-vet.com)

Щомісячний журнал про корми і годівлю

Видається з 2010 року

2 (138) за 2022 рік

# Корми *i* факти

<http://agro.press>

## Бактерії та гриби «нагодують» тварин

Стаття на стор. 14



Представництво BIOPROTON в Україні:  
+38 (098) 078-21-19  
[www.nat-ukraine.com](http://www.nat-ukraine.com)

Офіційний дистриб'ютор  
ALFA  VET  
[www.alfa-vet.com](http://www.alfa-vet.com)