



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **128721** (13) **C2**
(51) МПК
A23J 1/14 (2006.01)
A23L 11/30 (2016.01)
A23K 10/30 (2016.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

<p>(21) Номер заявки: а 2020 03684</p> <p>(22) Дата подання заявки: 20.11.2018</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 10.10.2024</p> <p>(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 1760978</p> <p>(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 21.11.2017</p> <p>(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку: FR</p> <p>(41) Публікація відомостей про заявку: 12.10.2020, Бюл.№ 19</p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 09.10.2024, Бюл.№ 41</p> <p>(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ: РСТ/EP2018/081972, 20.11.2018</p>	<p>(72) Винахідник(и): Шесно Гійом (FR), Гійевік Матьйо (FR), Жермен Антуан (FR), Жюен Ерве (FR), Лессір Мішель (FR), Шапуто Патрік (FR), Нозьєр Пьєр (FR), Бюрель Крістін (FR), Лабусьєр Етьєнн (FR)</p> <p>(73) Володілець (володільці): ВАЛОРЕКС, La Messayais, 35210 Combourtille, France (FR)</p> <p>(74) Представник: Каплуненко Дар'я Олександрівна, реєстр. №435</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: JEZIERNY D., MOSENTHIN R., BAUER E. The use of grain legumes as a protein source in pig nutrition: A review // ANIMAL FEED SCIENCE AND TECHNOLOGY. Elsevier, Amsterdam, NL, 11.05.2010. Vol. 157, No. 3-4. P. 111-128 DOI: https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.03.001 SAEZ P., BORQUEZ A., DANTAGNAN P., HERNÁNDEZ A. Effects of dehulling, steam-cooking and microwave-irradiation on digestive value of white lupin (Lupinus albus) seed meal for rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) and Atlantic salmon (Salmo salar) // ARCHIVES OF ANIMAL NUTRITION. US, 04.03.2015. Vol. 69, No. 2. P. 143-157 DOI: http://dx.doi.org/10.1080/1745039X.2015.1009613 FR 3040588 A1, 10.03.2017 MASOERO F., PULIMENO A. M., ROSSI F. Effect of extrusion, expansion and toasting on the nutritional value of peas, faba beans and lupins // ITALIAN JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE. 2005. Vol. 4. No. 2. P. 177-189 DOI: http://dx.doi.org/10.4081/ijas.2005.177 OLKOWSKI B. Lupin as primary protein source in young broiler chicken diets: Effect of enzymes preparations catalyzing degradation of non-starch polysaccharides or phytates // WORLD JOURNAL OF MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY. February 2011. Vol. 27, No. 2. P. 341-347 DOI: http://dx.doi.org/10.1007/s11274-010-0464-x WO 2015/158959 A1, 22.10.2015 Replacement of soya bean meal with peas and faba beans in growing/finishing pig diets: Effect on performance, carcass composition and nutrient excretion / WHITE G. A. ET AL. // ANIMAL FEED SCIENCE AND TECHNOLOGY. Elsevier, Amsterdam, NL, November 2015. Vol. 209. P. 202-210 DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.08.005</p>
---	--

UA 128721 C2

(54) СПОСІБ ОБРОБКИ БАГАТОГО НА БІЛОК НАСІННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЙОГО ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ

(57) Реферат:

Даний винахід належить до способу обробки насіння з високим вмістом білка, причому це насіння вибрано з одного з наступних: насіння бобів звичайних, гороху, люпину білого, люпину синього, люпину жовтого, який включає, зокрема, наведені нижче послідовні стадії: а) використання насіння щонайменше одного з вищезазначених видів рослин за умови, що це насіння має значення вмісту білка і/або крохмалю, і/або жиру не нижче попередньо визначеного значення, і щонайменше одну зі сполук, вибраних з наступної групи: антиживильний фактор (ANF), неочищена целюлоза, нейтрально-детергентна клітковина (NDF), вміст яких нижчий за попередньо визначений вміст; б) поміщення насіння зі стадії а) в умови з мінімальним тиском 10 бар (1000 кПа) на проміжок часу, більший ніж 10 секунд доти, доки не буде досягнута температура вище 80 °С.

ГАЛУЗЬ ВИНАХОДУ

Винахід стосується способу обробки багатого на білок насіння для підвищення його харчової цінності, зокрема, для тварин.

Рівень техніки

5 Вигодовування моногастричних сільськогосподарських тварин, таких як бройлерна і несуча яйця свійська птиця, свині і жуйні тварини, сильно залежить від введення в раціони соєвого борошна. Ця сировина надходить головним чином з Південної Америки, що не обходиться без складнощів з точки зору автономії виробництва кормових білків і стабільності їх поставок, зокрема, через проблеми росту конкурентоспроможності в зв'язку з суттєвими громадськими та екологічними побажаннями.

10 Завдяки високому вмісту в ньому білку соєве борошно широко зарекомендувало себе як джерело білку в складі корму для тварин. На сьогоднішній момент, використовуване у Франції соєве борошно, в основному імпортується і містить генно-модифіковані організми (ГМО), і можливість його оперативного контролю ставиться під сумнів (Gourdouvelis et al., 2012).

15 У той же час у Франції намічаються нові громадські побажання (з акцентом на різноманітність продуктів харчування, походження продуктів, вплив на навколишнє середовище, якість продуктів) і сьогодні використання сої у тваринництві знаходиться під загрозою ризику нової соціальної кризи (Delanoue et al., 2015).

20 У тваринництві задоволення потреб у білку має важливе значення для досягнення завдань поліпшення зоотехнічних показників. Однак, для годування тварин Франція імпортує майже половину багатих на білок видів сировини, велика частина з яких відповідає більш ніж 3 мільйонам тонн соєвої муки в рік (Bouvarrel et al., 2014 p.).

25 Внаслідок збільшення поставок продукції, імпортованої з Азії, на доходи фермерів впливають відносний дефіцит і волатильність цін на сою. У зв'язку з цим, одна з основних задач для тваринництва полягає в досягненні меншої залежності від поставок соєвого борошна і у виявленні альтернативних варіантів для зменшення потреби в його імпорті (Bourin and Bouvarrel, 2015), забезпечуючи при цьому економічну рентабельність ферм, особливо шляхом прагнення оптимізувати характеристики своїх засобів виробництва, а також більшою мірою використовувати свою продукцію.

30 Крім того, що стосується домашніх вихованців, таких як собаки і кішки, то їх власники стурбовані якістю їжі, яку вони купують для них, зокрема, в сенсі надання їм енергійності і для захисту їх від деяких захворювань обміну речовин і травлення або алергічних реакцій.

35 У західних країнах дві третини потреб людини в білках покриваються білками тваринного походження. Однак з появою попиту на нові вегетаріанські продукти введення багатого на білок насіння безпосередньо в раціон людини стає все більш важливим критерієм. Соєві боби складають основну частину цієї продукції, але через ті ж самі фізіологічні причини, що і у тварин, люди повинні мати можливість доступу до джерел рослинних білків у формі насіння з поліпшеною харчовою цінністю. Зважаючи на це, описане нижче для тварин також справедливо і для людей.

40 У Франції відсутня різноманітність культур, які в основному представляють собою зернові культури, і виходи по білку при вирощуванні яких гарантовано досягаються за допомогою використання азотних добрив і пестицидів (Messéan et al., 2014 p.). Тому фермери підшукують високопродуктивні, екологічно безпечні і доцільні системи землеробства за допомогою використання нових вихідних матеріалів для сівозміни, які споживають меншу кількість ресурсів (азотних добрив, пестицидів) і, серед іншого, забезпечують прибуток.

45 На порядку денному стоїть багато завдань для задоволення численних побажань споживачів і населення, а саме:

50 - це повинна бути екологічно безпечна їжа, що характеризується перевагами в плані харчування, більш істотним наближенням до натуральної їжі, біологічною різноманітністю і повноцінною засвоюваністю;

- це повинна бути сільськогосподарська та харчова продукція місцевого виробництва;

- в способах виробництва не повинні використовуватися ГМО;

- необхідно зосередити увагу на збереженні навколишнього середовища з меншими викидами парникових газів, проведенні фітосанітарного контролю продуктів і так далі.

55 Нарешті, кожна ланка у харчовому ланцюгу відображає побажання, які можна узагальнити так, як наведено нижче:

фермерів: розширити сівозміни, диверсифікувати сівозміну, зробити свою систему виробництва більш налагодженою;

тваринників: має бути місцеве виробництво і використання білку в раціонах тварин;

60 власників домашніх тварин: мати збалансований і здоровий корм;

споживачів: споживати продукцію "місцевого виробництва", без ГМО, з більш високою поживною щільністю.

Але є й інші побажання, які мають великий вплив і виражаються:

5 установами: обмежити імпорт сої, азотних добрив і пестицидів і збільшити у Франції і Європі виробництво рослинних білків;

компаніями по всьому харчовому ланцюгу: орієнтуватися на диференціацію та отримання додаткової цінності в напруженій економічній ситуації;

компаніями, що працюють з агропромисловим комплексом: надати широку мережу послуг і продуктів.

10 Існує багато шляхів можливого надання часткових рішень для задоволення цих численних побажань, в тому числі:

- для споживача, наприклад:

15 * Організація виробництва екологічно чистих продуктів і т.д., але це недостатньо прийнятно за ціною, щоб задовольнити дуже велику кількість споживачів;

- для тваринників, наприклад:

* Використання трав'яних або бобових кормів як заміни кукурудзяному силосу, але на багатьох молочних фермах це буде лише частковою заміною;

* Використання таких продуктів, як зерно або макуха, що також забезпечує додатковий білок, але для збереження ефективності їх кількість повинна бути лімітованою;

20 * Використання синтетичних амінокислот, що представляє собою іншу форму сприяння і стратегії, але при цьому враховуються першочергові завдання тільки фермерів, а не завдання рослинництва, тваринників і споживачів;

- для фермерів, наприклад:

25 * В деяких регіонах для сівозміни використовують не зернові культури і олійні культури, а інші вихідні матеріали, такі як буряк, картопля, льон звичайний і т.д., але їх використання виявляється дуже неефективним, щоб виконати побажання окремих французьких фермерів.

Ці приклади показують, що кожна ланка у харчовому ланцюгу окремо може запропонувати деякі рішення, але вони залишаються частковими відносно багатьох згаданих вище побажань і, перш за все, не інтегрованими вгору і вниз по ланцюгу, що не дозволяє надати додаткової цінності продуктів французьких фермерів і тваринників, особливо з точки зору визнання отримання вигод для споживачів і населення.

Проте, пропоноване рішення, очевидно, має величезний потенціал для "задоволення" своїх полів, годівниць і тарілок.

35 Дійсно, використання культур або бобових рослин з високим вмістом білку може являти собою цікаву стратегію для диверсифікації сільськогосподарських культур (вирощуваних окремо або разом з однорічними зерновими культурами) з одночасним задоволенням вимоги ферм і територій для розведення сільськогосподарських тварин щодо автономії виробництва кормових білків.

40 Введення бобових культур в сівозміни викликає інтерес з агротехнічної точки зору як в традиційних, так і в біологічних системах землеробства, і сприяє ослабленню проблеми глобального потепління (Magrini et al., 2016; Schneider et al. 2017).

Дійсно, вони мають здатність фіксувати атмосферний азот в ґрунті завдяки бактеріям, які містяться в бульбах їх кореневої системи, що зменшує використання азотних добрив, які відповідальні за половину викидів парникових газів в результаті сільськогосподарської діяльності.

50 З іншого боку, бобові культури також становлять інтерес з точки зору агротехніки і економіки завдяки поліпшенню продуктивності рослин і зниженню виробничих витрат (Magrini et al., 2016; Schneider et al. 2017). Введення бобових культур сприяє врожайності зернових культур культур, що висіваються слідом. Таким чином, обмежуючись лише ефектами "врожайності" і "зменшення кількості внесених азотних добрив", приріст валового прибутку від реалізації врожаю пшениці після вирощування культури з високим вмістом білку (що відомо як "пшениця після білка") становить приблизно +160 євро/га у порівнянні з вирощуванням "пшениці після пшениці" (тобто випадком посіву пшениці після попереднього посіву пшениці) (Terres Univia, 2016; Magrini et al., 2016).

55 Багате на білок насіння є важливим джерелом білку і енергії, у формі крохмалю в разі гороху і бобів звичайних. Крім усього іншого, ці білки багаті такими амінокислотами, як лізин, в порівнянні з білками зернових культур, що підсилює їх цінність в збалансованих раціонах тварин.

60 Показники харчової цінності багатого на білок насіння гороху, бобів звичайних і люпину представлені в наведеній нижче таблиці.

	ГОРОХ	Стиглий біб звичайний	ЛЮПИН білий	ЛЮПИН жовтий	ЛЮПИН синій
Суша речовина (%)	86,4	86,5	88,1	88,8	90,3
Неочищений білок (%)	20,7	25,4	33,4	37,5	30,3
Жирова сировина (%)	1,0	1,3	8,4	4,8	5,4
Неочищена целюлоза (%)	5,2	7,9	12,0	14,7	14,2
Сира зола (%)	3,0	3,3	3,5	4,1	3,2
Крохмаль (%)	44,6	38,3	7,1	5,4	4,3
Лізин (% TN)	7,3	6,5	4,9	4,8	5,0
Метіонін (% TN)	1,0	0,7	0,8	0,7	0,9
Кальцій (г/кг)	1,1	1,4	2,7	3,0	2,6
Фосфор (г/кг)	4,0	4,6	3,8	4,6	3,4
Валова енергія (ккал/кг)	3770	3870	4460	4245	4380

TN означає загальний азот.

5 (Джерело: Table de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage, INRA, 2002; Heuzé V., Thiollet H., Tran G., Lessire M., Lebas F., 2018. Yellow lupin (*Lupinus luteus*) seeds. Feedipedia, a program by INRA, CIRAD, AFZ and FAO. <https://www.feedipedia.org/node/23097>. Останнє оновлення 17 травня 2018 р., 10:41))

10 Однак, не дивлячись на те, що вони мають перспективу щодо харчового потенціалу, ступінь використання багатого на білок насіння залишається недостатнім для різних видів внаслідок низької засвоюваності і наявності численних антиживильних факторів.

Відстежуючи споживання енергії з білку різного насіння моногастричними тваринами і жуйними тваринами, можна легко побачити, що існує важливий невикористаний потенціал щодо харчування, приблизно 40-50 % енергії і 20 % білку (відповідно до INRA (франц. L'Institut national de la recherche agronomique; Національний інститут сільськогосподарських досліджень), 2002).

15 Це багате на білок насіння містить багато антпоживних факторів, які можуть обмежувати його застосування. Присутність таких факторів призводить до обмежень для включення насіння в харчові продукти і до незадовільних технічних показників, що можна резюмувати як реальну перешкоду в плані конкурентоспроможності багатого на білок насіння в порівнянні з іншими джерелами білка, особливо для моногастричних видів тварин.

20 Основними описаними антиживильними факторами є наведені нижче.

Таніни

Таніни є термолабільними фенольними сполуками, локалізованими в насіннєвій шкірці, і відомо, що вони знижують засвоюваність білків моногастричними тваринами, оскільки зв'язуються з білками до його розщеплення, утворюючи нерозчинні комплекси.

25 Вміст танінів співвідноситься з забарвленням насіння або навіть плодів (Myer et al., 2001). Включення багатих на таніни бобів призводить до більш низького ступеня розщеплення *in vitro* (Bond, 1976) і більш низької засвоюваності *in vivo* у домашньої птиці, в той час як сорти, що не містять танінів, характеризуються більшою засвоюваністю білку і амінокислот (Gatel, 1994; Crépon et al., 2010). У птахів, які мають однокамерний шлунок, таніни погіршують засвоєння азотвмісних фракцій з раціону, що призводить до зниження швидкості росту і ефективності використання корму (Carré and Brillouet 1986; Garrido et al., 1988), а також до зменшення маси яйця (Martin-Tanguy et al., 1977).

Існують сорти бобів звичайних, які не містять таніни. Проте, їх агротехнічні показники незадовільні, на сьогоднішній момент це робить їх введення в продукцію неактуальним.

35 Вміст танінів в насінні бобів звичайних сильно різниться, при цьому середня величина дорівнює 0,49 г/100 г сухої речовини, максимально до 1,70.

У разі насіння гороху таніни або відсутні, або присутні із середнім рівнем 3,9 г/100 г сухої речовини.

Віцин і конвіцин

40 Сім'ядолі або ядра насіння бобів звичайних містять віцин і конвіцин. Вони являють собою термостабільні глікозиди (Muduuli et al., 1982), відповідальні за фавізм у груп населення, які страждають дефіцитом глюкозо-6-фосфатдегідрогенази.

45 Показано, що віцин і конвіцин впливають на засвоюваність бобів у свиней, проте були повідомлення, що вони відповідальні за зниження маси яйця у курей-несучок (Lesser et al., 2005; Gatta et al., 2013) і ступінь несучості (Muduuli et al., 1981). З самого початку завдяки дослідженням було встановлено, що присутність віцину і конвіцину знижувала продуктивність

курей-несучок за кількістю та якістю яєць (Guillaume et al., 1977; Fru-Nji et al., 2007; Olaboro et al., 1981).

Існують сорти, які не містять віцину і конвіцину. Вони, на противагу тим, що не містять танінів, мають переваги в досягненні показників, які цілком відповідають агротехнічним вимогам (Duc et al., 1999).

Їх рівні, виявлені в насінні бобів звичайних, варіюють від 0,02 до 1,49 г/100 г (Khamassi et al., 2013).

Антитриптичні фактори

Інгібітори трипсину і хімотрипсину є інгібіторами протеаз (і амілаз), які зв'язуються з трипсином в тонкому кишечнику, запобігаючи розщепленню білка. Прийом їх всередину супроводжується у щурів, свиней і, в меншій мірі, у курчат підвищеною втратою ендogenous білку в формі комплексу інгібітор-фермент, багатого на сірковмісні амінокислоти, який виводиться з організму (Liener, 1979). Це явище погіршує недолік таких амінокислот в насінні бобових, і тоді ріст тварин сповільнюється. Більш низька концентрація ферменту в тонкому кишечнику призводить як до гіперактивності, так і до гіпертрофії підшлункової залози. Ці білкові за природою молекули є відносно термолабільними.

У разі гороху інгібітори трипсину є основним антиживильним фактором, складаючи трохи менше 2 % від вмісту білку (необроблені соєві боби містять його в кількості, що перевищує зазначене у 8 разів). Існують значні сортові відмінності стосовно антитриптичних факторів. Інгібуюча трипсин активність 33 європейських весняних сортів гороху змінювалася в діапазоні від 1,69 до 7,56 трипсин-інгібуючих одиниць (TIU), в той час як для сортів зимуючого гороху становила 7,34-11,24 TIU (Leterme et al., 1998). У разі бобів звичайних вміст інгібіторів трипсину є нижчим за середнє значення 2,9 TIU (0,88-6,25).

Лектини

Ця група сполук широко поширена в царстві рослин і дуже різноманітна. Ці сполуки являють собою термочутливі глікопротеїни, загальною ознакою яких є їх спорідненість до цукру, що пояснює наявність у них властивість викликати аглютинацію еритроцитів крові *in vitro* (лектини з'єднуються з глікозильними залишками, присутніми на стінках еритроцитів) в різній мірі залежно від розглянутих типів лектинів і видів тварин (Liener, 1986). Вони діють в тонкому кишечнику, перешкоджають всмоктуванню кінцевих продуктів розщеплення шляхом зв'язування і порушення функції епітеліальних клітин (Dixon et al., 1992). Їх вживання призводить до уповільнення росту, малопояснюване на сьогоднішній день.

Вони представлені приблизно 2,5 % в складі білку гороху (Perrot, 1995) і від 2,0 до 13,0 % в складі білку бобу звичайного.

Алкалоїди

Раніше було визнано, що сорти люпину є гіркими. Вони містили токсичний алкалоїд (лупанін) і не були рекомендовані для використання в кормі для тварин без попередньої обробки. Так, відомо, що високі рівні деяких сортів люпину, що містять ці алкалоїди, можуть викликати несприятливі ефекти, які проявляються в зниженні показників росту і споживання корму.

Проте, завдяки досягненням в галузі генетики були отримані солодкі сорти (з низьким вмістом алкалоїдів) і більше не існує проблем зі смаковими якостями.

Олігосахариди

Ці невеликі полімери мають вуглеводневу природу і є термостабільними. Сільськогосподарські тварини і домашні тварини не мають альфа-галактозидази, ферменту, необхідного для гідролізу зв'язку між галактозою і глюкозою, а також між двома молекулами галактози. Ці молекули не проходять через стінку кишечника і тому надходять інтактними в товсту кишку, де вони піддаються метаболізму під дією присутніх мікроорганізмів, що призводить до погіршення показників росту внаслідок зниження прийому їжі всередину. В результаті ферментації виникає дискомфорт в шлунково-кишковому тракті (метеоризм, діарея), що може уповільнити споживання їжі (Diaz et al., 2006, Kaysi and Melcion, 1992). Таке погіршення росту посилюється при збільшенні введення люпину. Результати експериментів на свинях показали, що олігосахариди негативно впливають на дійсне розщеплення білків, жирів і деяких мінеральних речовин. Крім цього, велика кількість олігосахаридів збільшувала власну вагу тонкого кишечника. Оскільки тканини таких органів, як кишечник, є метаболічно дуже активними, то для підтримки власного метаболізму тваринам необхідно більше енергії, при цьому для росту залишається менше енергії.

Насіння люпину білого містить 7-14 % α -галактозидів, самим переважаючим компонентом серед яких є стахіоза (2,8 %), потім йдуть сахароза (1,8 %), рафіноза (0,4 %) і вербаскоза (0,3 %) (Zdunczyk et al., 1996; Saini, 1989). Рівень олігосахариду може залежати від сорту, а

також від умов вирощування і збору врожаю (Pisarikova et al., 2009). Існує взаємозв'язок між вмістом стахіози та вербаскози і явищем метеоризму, при цьому рафіноза, мабуть, надає менший ефект. Вони також присутні в насінні бобу звичайного і гороху, хоча і в меншій мірі, як показано в таблиці нижче.

5

г/100 г сухої речовини (DM)	Стахіоза	Рафіноза	Вербаскоза
Люпин	2,8-5,3	0,4-1,1	1,4-2,0
Горох	2,3-2,6	0,5-0,6	2,2-3,4
Біб звичайний	0,8-1,6	0,1-0,4	2,5-3,4

Opazo et al., 2012; Ezierny et al., 2010.

Фітинова кислота

10 Фітинова кислота являє собою основну форму зберігання фосфору в тканинах багатьох рослин. Фосфор в цій формі не засвоюється нежуйними тваринами внаслідок відсутності ферменту фітазою, який каталізує відділення фосфору від молекул фітинової кислоти.

Фітинова кислота є важливим хелатуючим агентом для мінеральних речовин, таких як кальцій, магній, залізо і цинк, і тому може робити внесок в створення недостатності мінеральних елементів. У меншій мірі вона також зв'язується з білком і крохмалем, результатом чого є
15 зниження доступності цих поживних речовин в травному тракті.

Кількість фітинової кислоти в бобах звичайних складає приблизно 0,2-0,7 % за сухою вагою.

В даний час широкого поширення набуває використання фітаз шляхом включення в корм для моногастричних тварин, і це є основним шляхом регулювання цього антиживильного фактора.

20 Клітковина

Зазвичай моногастричні тварини мають обмежену здатність перетравлювати клітковину. Вміст неочищеної клітковини в багатому на білок насінні є відносно високим і становить 5,2 %, 7,9 % і 11,4 % в насінні гороху, бобів звичайних і люпину білого, відповідно. Таким чином, ця клітковина також належить до категорії антиживильних факторів, на які важливо звернути увагу,
25 зокрема, в разі молодих моногастричних сільськогосподарських тварин, таких як курчата, поросята і риба, а також в разі молодих домашніх вихованців, таких як собаки і кішки.

Мало того, що ця клітковина характеризується низькою засвоюваністю, але вона також сприяє меншій засвоюваності білку і інших поживних речовин, так як діє як "укриття" для травних ферментів тварин, обмежуючи їх доступність, і як клубок у кишечнику, обмежуючи
30 споживання поживних речовин.

У підсумку, на підставі зазначеного вище слід брати до уваги сукупність антиживильних факторів, присутніх в багатому на білок насінні, для того, щоб перейти до більш обмеженого використання цього насіння в раціонах моногастричних тварин і в бік поліпшення його харчової та метаболічної цінності.

35 ТЕХНІЧНА ПРОБЛЕМА, ЩО ПОТРЕБУЄ ВИРІШЕННЯ

Обмеження для використання багатого на білок насіння для годування тварин відрізняються різноманітністю і пов'язані з технічними та економічними бар'єрами.

З технічної точки зору завдання полягає в зниженні впливу антиживильних факторів і в поліпшенні показників засвоюваності енергії і білку з цього насіння.

40 І з економічної точки зору, на сьогоднішній день жодне технічне здійснення не досягло успіху у вирішенні завдання забезпечення економічної доцільності, з огляду на існування прикладів лише вкрай недостатньо розробленого використання багатого на білок насіння для моногастричних тварин, як в традиційних, так і в біологічних системах землеробства.

Існують два основні підходи до поліпшення харчової цінності багатого на білок насіння:
45 селекція рослин і технології обробки насіння.

Наприклад, з точки зору селекції сортів, за деякими антиживильними факторами вже був застосований цей підхід, для деяких сортів успішно, тобто з застосуванням цих сортів фермерами: це відноситься, зокрема, до танінів в горосі, віцінів і конвіцінів в бобах звичайних і алкалоїдів в люпинах.

50 Однак, в разі багатьох антиживильних чинників, присутніх в цих видах рослин, важливість генетичного підходу для даної області ще не доведена. Крім того, сорти, "збіднені" за деякими антиживильними факторами, являють собою малопродуктивні сорти.

Паралельно з роботою по селекції сортів щодо антиживильних чинників були випробувані багато технологічних способи, спрямовані на зменшення вмісту або усунення антиживильних факторів і/або поліпшення показників харчової цінності і засвоюваності насіння.
55

Різні способи, випробувані до теперішнього часу, відносяться до механічних, або термічних, або термомеханічних, або ферментативних підходів.

Слід зазначити, що представлені в літературних джерелах дані, що стосуються технологічних способів обробки багатого на білок насіння, є дуже різнорідними, неповними, що не дуже інформативними і найчастіше застарілими.

У багатьох опублікованих роботах намагалися порівнювати одну технологію, в якій застосовували необроблений контроль, або інші технології один з одним методом парного порівняння або з використанням часто різних методів оцінки *in vitro* і/або досліджень *in vivo* в різних умовах.

Більш того, окремі результати, описані в літературі, застарівають і не встигають за змінами в технології, що відбулися за останні 30 років: і в них представлені тільки порівняння технологій без реального обліку оптимізації цих технологій або, більш того, комбінувань технологій.

З цієї причини поточна література не дозволяє ніяким чином зробити чіткі висновки щодо технологій і відповідних параметрів, які необхідно використовувати, зокрема, для промислового застосування.

З іншого боку, дослідження *in vivo*, які, як правило, досить старі, в основному проведені на тваринах, що характеризуються менш продуктивною генетикою, і з використанням продуктів харчування, менш адаптованих до сучасних систем харчування.

Фактично, генетичний метод селекції тварин, для яких показник споживання кормів збільшується в середньому на 2,5 % на рік, проводиться для світового виробництва з використанням кормів на основі маїсу і сої, які застосовуються традиційно (Schmidt et al., 2009 року; Zuidhof і ін., 2014 року).

Це не дозволяє отримати оптимальну додаткову цінність в разі більш різноманітних видів сировини як джерела енергії і білка, таких як багате на білок насіння.

Отже, вплив антиживильних факторів (ANF), сортів рослин та технологій ймовірно може зростати завдяки існуючим в даний час тваринам моделям оцінки *in vivo*. Тому в такій ситуації зараз стає все важче демонструвати хороші результати при використанні багатого на білок насіння.

Саме в цьому сенсі, не дивлячись на те що багато методів технологічної обробки були випробувані в минулому, деякі з них заслуговують перегляду в нинішніх технічних і економічних умовах.

Головними методами обробки, протестованими до теперішнього часу на зазначеному багатому на білок насінні, є наведені далі.

Методи механічної обробки

Застосування "класичних" методів механічної обробки (подрібнення, мікронізації) викликає руйнування початкової структури насіння в результаті руйнування клітинних стінок та крохмальних гранул. Застосування цих методів дозволяє здійснити поділ на більш дрібні частинки за допомогою грубого подрібнення (до часток розміром 5 мм) або тонкого подрібнення (розмір осередків 2-3 мм), тобто за допомогою дроблення, розриву (з використанням молоткового млину) або застосування зусилля зсуву (з використанням ножового млину або вальцювого млину).

Розмір одержуваних часток і ступінь їх руйнування визначають ступінь впливу травних агентів (мікроорганізмів рубця або ферментів кишечника) на біохімічні компоненти і, отже, на швидкість їх розщеплення. Структура тканини в значній мірі зберігається. Однак, подрібнення з використанням розміру осередку 3 мм або навіть 1 мм з подальшою агломерацією руйнує структуру тканини.

Незважаючи на те, що засвоюваність, особливо в разі мікронізації, може бути поліпшена шляхом підвищення засвоюваності крохмалю (у свиней і домашньої птиці) і білку (тільки у свиней, у домашньої птиці змін не виявлено), ніякого впливу на антиживильні чинники не виявлено.

В результаті лущення/видалення шкірки, насіння відділяється лущиння або шкірка, яка містить виключно целюлозу, клітковину, деякі антиживильні фактори і домішки.

Лущення являє собою метод механічного відділення зерна від шкірки, найбільш часто використовуваний для насіння гороху, бобів звичайних і соєвих бобів. Завдання полягає в зниженні вмісту целюлози з метою збагачення сировини і поліпшення вилучення насіння шляхом усунення деяких ANF, присутніх в оболонці, таких як таніни.

Лущення полягає у видаленні плівки (тонкої оболонки), що знаходиться навколо зерна, і має ті ж переваги, що й видалення шкірки.

В результаті виконання цих двох способів підвищується концентрація деяких поживних речовин, таких як білок і жир, і відділяється тільки частина ANF, що міститься в цих плівках.

Методи термічної обробки

Методи термічної обробки включають гранулювання, обсмажування, розшарування і автоклавування: вплив тепла поєднується з впливом зовнішнього зволоження, використаного в формі води або пари, при зниженому тиску (тривале вологе варіння при помірній температурі). Ефект обсмажування і автоклавування може перевершувати ефект від розшарування і гранулювання.

Такі процеси можуть надавати більш-менш важливий позитивний вплив, зокрема, на енергетичну цінність, але не набули широкого поширення у виготовленні кормів для тварин через відсутність рентабельності.

Що стосується запікання і "струминного очищення", сухого і нетривалого варіння при дуже високих температурах з використанням тепла, переданого за допомогою теплопровідності, конвекції і випромінювання, то ніяких доказів ефективності до цих пір не продемонстровано. Дійсно, застосування цього способу практично не змінює гранулометричний склад і, таким чином, цілісність тканин насіння.

Методи термомеханічної обробки

Екструзія з пропарюванням являє собою складну процедуру, яка еквівалентна кільком типовим процесам: перемішуванню, пропарюванню і доданню форми. Кожна з цих процедур може бути оптимізована в залежності від речовини, що підлягає обробці, і одержуваного продукту за допомогою відповідного вибору параметрів управління установкою.

Дана речовина, що приводиться в рух шнеками, піддається протягом дуже короткого проміжку часу (20-60 с) дії високих температур (100-200 °C), високого тиску (50-150 бар (5-15 МПа)) і більш-менш інтенсивному зусиллю зсуву. Під дією цих фізичних параметрів речовина зазнає фізико-хімічні зміни і гомогенізацію. В результаті виходу через головку йому надається остаточна форма. Різде падіння тиску під час екструзії викликає негайне випарювання присутньої води, що може призвести до характерного розширення продукту.

Перші варильні екструдери були одношнековими. Обладнанням другого покоління є двухшнекові пристрої (з двома розташованими паралельно, тангенціально або працюючими назустріч один одному шнеками, що обертаються в одному і тому ж напрямку або в протилежних напрямках); вони є більш гнучкими в застосуванні і дозволяють, зокрема, працювати з більшою рівномірністю.

Цей спосіб екструзії з пропарюванням дозволяє здійснити руйнування частини ANF і покращує засвоюваність насіння, але результати залишаються варіабельними і не завжди відтворюваними, якщо не контролювати багато використовуваних параметри (тип пристрою (одношнекові/двошнекові), механічні обмеження (тип шнека, замок, швидкість, головка і т.д.), пов'язані з нагріванням обмеження (вода, пар, тривалість і т.д.), пов'язані з виходом продукту обмеження (головка для тонких порошків, крокетів і т.д.).

Однак, для більшості культур з високим вмістом білку застосування термомеханічних способів не дуже відомо, та їх ще належить розробити.

Методи обробки ферментами

Всі тварини секретують ферменти з метою перетравлення їжі. Однак, травний процес у тварин ефективний не на 100 %. Наприклад, свині і домашня птиця не переварюють від 15 до 25 % споживаної ними їжі. Введення екзогенних ферментів до складу корму для тварин, особливо ферментів моногастричних тварин, покращує засвоюваність крохмалю, білків, клітковини і мінеральних речовин. Участь таких ферментів дозволяє поліпшити показники росту і зменшити кількість виділених в навколишнє середовище відходів.

Додавання ферментів виконують, використовуючи виділений наявний у продажу фермент, відібраний з кількох видів ферментативної активності. У дослідженнях показана зацікавленість в цьому методі як шляху поліпшення харчової цінності культур з високим вмістом білка, проте цей метод виявився економічно недоцільним.

Методи технологічної обробки і желатинізація крохмалю, денатурація білку і доступність жиру для засвоєння

Температура, тиск і вологість впливають на компоненти їжі. Для багатьох процесів температура є одним з факторів, який сприяє подальшому руйнуванню структури крохмалю (Pan et al. 2017; Wang et al., 2016a; Zhang et al., 2014 року). Проте, якщо температура нагрівання залишається незмінною, то в рівній мірі важливу роль в руйнуванні структур і підвищенні засвоюваності крохмалю відіграють вміст води або тиск (Wang et al., 2017b). Однак, важливо враховувати всі ці параметри, оскільки одні й ті ж ефекти, такі як денатурація білка, желатинізація крохмалю і реакції взаємодії з участю крохмалю, можуть бути отримані при різних поєднаннях цих параметрів. Наприклад, в крайньому випадку желатинізація може бути проведена при кімнатній температурі шляхом обробки під гідростатичним тиском. При постійних

значеннях температури і тривалості обробки ступінь желатинізації зростає при підвищенні тиску. Чим вище температура, тим нижче має бути тиск для повного завершення желатинізації. При постійних значеннях температури і тиску ступінь желатинізації зростає при збільшенні тривалості обробки.

5 Хорошим прикладом є процес желатинізації крохмалю, який відповідає переходу матриксу з твердого або гранулообразного стану в склоподібний стан, а потім в рідкий стан (Cui et al., 2003). Такий перехід в різні стани залежить від технологічних параметрів, таких як тиск, температура, час і вміст води. Температура склування може бути різною в залежності від умов вологості і тиску. На цьому рівні матрикс зазнає зміни від твердого стану до рухомого каучукоподібного стану (Keetels, 1995; Behnke, 2001). Аналогічним чином, температура плавлення при переході від склоподібного до рідкого стану також залежить від умов вологості і тиску. При цій температурі матрикс стає рідким (Keetels, 1995). Ступінь перетворення залежить головним чином від тривалості та швидкості нагрівання (Mariotti et al., 2005; Wang & Copeland, 2013). Проміжок часу, протягом якого підтримуються ці технологічні параметри, призводить до повного перетворення матриксу. Слід зазначити, що желатинізація відбувається в тих частинах даного матриксу, де вміст води виявляється досить високим (Hoseney, 1994).

Технологічні параметри, що застосовуються в процесі обробки, будуть індукувати фізико-хімічні зміни, такі як желатинізація крохмалю або денатурація білка. І нарешті, поживні речовини можуть взаємодіяти один з одним, включаючи такі складні модифікації, як реакції Майяра (Svihus, 2006), або полімеризуватися один з одним з утворенням нової структури (Svihus et al., 2005).

Желатинізація крохмалю і денатурація білку модифікують структури і, таким чином, властивості матриксів. Тому значення в'язкості нативного матриксу і обробленого матриксу відрізняються. Ці модифікації позитивно впливають на засвоюваність поживних речовин твариною (Champ і Colonna, 1993). При вивченні желатинізації крохмалю під тиском було продемонстровано поліпшення розщеплюваності обробленого крохмалю під дією ферментів (Hayashi і Hayashida, 1989).

Доступність жиру для засвоєння (FA) при використанні ліпід-вмісного насіння являє собою параметр, який необхідно регулювати, щоб підвищити його значення для тварини, і тим більше, що воно (насіння) є збагаченим по ньому. Технологічні способи обробки насіння з використанням механічних і температурних впливів сприяють розриву клітинних стінок і плазматичних мембран, що призводить до більшого рівня вивільнення жиру, що міститься в ліпідних вакуолях. Таким чином, застосування адаптованих методів технологічної обробки дозволяє максимально посилити таке вивільнення жиру. Інтерес в останньому для тварини пов'язаний з поліпшенням засвоюваності ліпідів (Noblet et al., 2008) і з ефективністю відкладення харчових жирних кислот у свиней (Chesneau et al., 2009), а також з біогідрогенізацією *in vitro* жирних кислот для молочних корів (Enjalbert et al., 2008).

Методи обробки, що застосовуються особами, які працюють в тваринництві

Результати спостережень, отримані в сучасних організаціях, що займаються селекцією, 40 ґрунтуються на тому, що:

1 - виведені сорти не мають своїх власних характеристик з точки зору харчового складу крім агротехнічних характеристик;

2 - технологічні способи застосування насіння в селекції є базовими, оскільки вони включають тільки методи обробки у вигляді механічного дроблення або навіть видалення шкірки в разі використання для лососевих, методи термічної обробки з метою гранулювання і обсмажування і унікальні методи обробки у вигляді термомеханічної проварки і екструзії.

Дійсно, тільки ці представлені види застосування є в даний час базовими і тому недостатньо розробленими, що пояснюється відсутністю технічної і економічної ефективності.

У підсумку, при використанні генетичних підходів можуть бути висунуті деякі нормативно-технічні обмеження щодо застосування культур з високим вмістом білку в їжі, наприклад, щодо деяких антиживильних факторів, таких як антитриптичні фактори, таніни, віцин і конвіцин, зокрема.

Інші обмеження можуть бути обумовлені такими способами обробки, як видалення шкірки з метою позбавлення від танінів, що містяться в оболонці, або способи термічної обробки, які в деяких умовах можуть усунути деякі термочутливі антиживильні чинники.

І нарешті, механічні способи, такі як подрібнення, допомагають поліпшити харчову цінність насіння так само, як і способи термічної обробки, такі як обсмажування і гранулювання, або термомеханічні способи, такі як екструзія з пропарюванням, або ферментативні способи, як наприклад, додавання ферментів.

Тому окремо, кожен з цих шляхів: генетична селекція або технологічні способи, про які повідомляється в літературі, пропонує добре відомі напрямки для поліпшення, пов'язаного з обмеженням або усуненням антиживильних чинників, з одного боку, і/або для поліпшення значень засвоюваності/розщеплюваності насіння, з іншого боку, але жоден з них не є в достатній мірі технічно завершеним і економічно привабливим з точки зору технічної та економічної цінності, що показано відсутністю широко поширеної практичної реалізації в даній області техніки.

Історично, на ринку, де вибір джерел рослинного білка, присутніх в раціонах тварин, ґрунтується по суті на економічних критеріях, місце багатого на білок насіння в зв'язку з існуючими обмеженнями було зведено нанівець при очевидній перевазі, в першу чергу, соєвого борошна і, в другу чергу, рапсового насіння і соняшниквої макухи, і навіть синтетичних амінокислот.

На новому ринку, де існує тенденція не тільки виробляти м'ясо або яйця по конкурентній ціні, але також відповідати побажанням споживачів, схильних до отримання більшої можливості контролю за виготовленням і більшої доступності продукції, завдання безумовно полягає в тому, щоб мати конкурентні джерела білка, а також джерела білка, які є продукцією місцевого виробництва і можуть бути проконтрольовані.

Таким чином, культури люпину, бобів звичайних і гороху характеризуються численними агротехнічними перевагами і екологічними вигодами, забезпечуючи добре відомі екосистемні послуги та визнання виробниками і споживачами як представляючі інтерес культури.

Для успішного повторного внесення культур з високим вмістом білку в ґрунт і годівниці екологічно безпечним чином існують сприятливі ситуативні моменти: "політичні" заходи заохочення (план надання допомоги по використанню культур з високим вмістом білка, план "Esorophyto", допомога в плані інноваційного розвитку і т. д.), агротехнічні переваги (врожайність культур, що висіваються слідом зернових культур, використання меншої кількості ресурсів і т.д.), можливі відповіді на багато агротехнічних (автономія з виробництва кормових білків, економічна обґрунтованість і т.д.) і соціальних (організація місцевого виробництва, невикористання ГМО, використання сировини, що не містить сою, біологічне різноманіття, навколишнє середовище і т.д.) побажань.

Однак, таких сприятливих умов недостатньо для розширення області застосування в межах метрополії олійних культур і культур з високим вмістом білка, якщо системи виробництва продуктів рослинництва і тваринництва у Франції не є технічно обґрунтованими і економічно доцільними. Тому це розширення повинно супроводжуватися розробкою нових технічно і економічно ефективних технологій, щоб забезпечити найкращі рішення для сільського господарства і тваринництва.

Доказ цього слід шукати тільки в методах технологічної обробки, що застосовуються в даний час економічними учасниками в тваринницькому секторі. Дане зауваження ґрунтується на неоптимальному застосуванні методів технологічної обробки в сьгоднішньому тваринницькому секторі. Як зазначено раніше, технологічні способи застосування насіння в сільському господарстві включають тільки методи обробки у вигляді механічного дроблення або навіть видалення шкірки в разі використання для лососевих, тільки методи термічної обробки з метою гранулювання і обсмажування і унікальні методи обробки у вигляді термомеханічної проварки і екструзії.

Дійсно, тільки ці представлені види застосування для годування моногастричних тварин є в даний час базовими і тому недостатньо розробленими, що пояснюється відсутністю технічної і економічної ефективності. Крім того, вони не діють як доповнення до генетичного підходу.

Таким чином, в даний час існує невирішена потреба в розробці способу обробки культур з високим вмістом білка, який дозволить уникнути багатьох недоліків, детально описаних вище, за допомогою поєднання різних підходів, об'єднаних таким чином, що вони створюють синергетичний ефект.

Крім того, крім оцінки цих способів в плані їх застосування для тварин, є зацікавленість в застосуванні даних методів для оцінки якості технологічної обробки з точки зору їх потенціалу для тварин.

У зв'язку з цим зрозуміло, що для якісної оцінки способів, що відносяться до основних поживних компонентів крохмалю, білку, жиру, відібрані деякі методи, і вони представлені нижче.

Метод оцінки ступеня желатинізації крохмалю або деструкції крохмалю

Структура крохмалів змінюється від природної структури до желатинізованої і потім до нової структури в ході перетворення в залежності від температури, тиску, вологості і тривалості обробки. І хоча желатинізована структура схильна до атак амілази, і нова структура, і природна структура стійкі до дії амілази.

Ступінь желатинізації крохмалю в багатому на білок насінні визначали відповідно до методології, описаної Chiang і Johnson (1977). В основі цього методу лежить підвищення сприйнятливості до дії ферментів, тобто здатності крупинки желатинізованого крохмалю гідролізуватися з більшою легкістю, ніж крупіці нативного крохмалю. Коротко, загальний крохмаль гідролізують під дією амілоглюкозидази в специфічних умовах, згідно з якими здійснюється гідроліз тільки желатинізованого крохмалю. Щоб визначити його частку, виконують визначення загального крохмалю відповідно до стандартних методів з використанням ферментів (AFNOR (Французька асоціація по стандартизації; від франц. Association Francaise de NORmalization), 2005), і це значення служить в якості базового значення.

Метод оцінки солюбілізації білків

Методи технологічної обробки, що застосовуються до багатого на білок насіння, цілком ймовірно в певних умовах призводять до денатурації білків. Така денатурація проявляється в утворенні нових зв'язків між поліпептидними ланцюгами (за допомогою перехресного зшивання), що призводить до їх агрегації і нерозчинності. Утворені зв'язки, зазвичай зачіпають залишки лізину і глутамінової кислоти, стійкі до ферментативного гідролізу. Така нерозчинність або менший ступінь солюбілізації білку становить інтерес в області виготовлення кормів для тварин. Наприклад, знижується алергенність в результаті руйнування деяких епітопів (Toullec et al., 1992) і обмежується процес руйнування білків у жуйних тварин (Benchaar et al., 1992).

Визначення розчинності білку проводять шляхом солюбілізації білків в буферних розчинах з різними значеннями рН: відповідними кислотній, нейтральній, лужній областям. Після визначення вмісту білку (методом Кьельдаля) в сировині і білків в різних буферних розчинах, оцінюють матеріальний баланс, щоб визначити частку солюбілізованого білка.

Метод оцінки доступності жиру для засвоєння

Ця власна методика авторів винаходу заснована на оцінці частки жиру, екстрагованого в розчинник після заданого проміжку часу. Метою цього аналізу є імітація поступового і постадійного вивільнення жиру в різних відділах травного тракту тварин.

Коротко, даний аналіз проводять за чотири наступні стадії:

- підготовка сировини: стадія полягає в грубому подрібненні з метою отримання суміші неоднорідного гранулометричного складу, як у випадку подрібнення, проведеного в промисловості при виробництві кормів для тварин;

- екстрагування жиру: стадія полягає у приведенні попередньо зваженої сировини в контакт з застосовуваним для екстрагування розчинником (наприклад, петролейним ефіром) при регульованому перемішуванні протягом заздалегідь визначеного проміжку часу, в даному випадку протягом 10 хвилин. Також можливе проведення цієї фази екстракції протягом різних проміжків часу, що дає можливість скласти уявлення про кінетику вивільнення жиру;

- поділ твердої речовини/рідини фільтруванням: ця стадія полягає в фільтруванні подрібненої речовини, розчиненої в розчиннику, з метою вилучення тільки рідкої фази, в суху і попередньо таровану колбу;

- видалення розчинника з екстракту і зважування сухого залишку: стадія полягає в випаровуванні розчинника, в якому розчинений жир. Після випарювання, сушіння та охолодження буде проведено зважування колби. Цей цикл повторюють до отримання постійної маси.

Таким чином, можна охарактеризувати насіння по FA, значення чого залежать від умов технологічного процесу.

Цей вивільнений жир, відомий як доступний для засвоєння, оскільки є швидко засвоюваним, буде всмоктуватися через стінку кишечника. Абсорбований таким чином, він може бути використаний твариною для свого власного метаболізму.

В якості додаткового та інноваційного методу оцінки автори винаходу також вибрали прямий і опосередкований методи утворення комплексів білків з вуглеводами.

Метод оцінки здатності білку до розчеплення (ED1)

Розщеплюваність білку під дією ферментів (ED1) в багатому на білок насінні вимірювали згідно Aufrère et al. (1989, 1991). Коротко, зразок піддавали гідролізу під дією протеази в борат-фосфатному буфері при рН 8 і 40 °С протягом 1 години. Визначення відщеплюваного азоту проводять з використанням супернатанта і з віднесенням до загальної кількості азоту в зразку.

Метод оцінки N-ε-карбоксиметиллізину (CML) і загального лізину

Рівні CML і лізину визначали, використовуючи метод Niquet-Léridon і Tessier (2011). У підсумку здійснюють відновлення і потім гідроліз кожного зразка в кислому середовищі, після чого аналізують за допомогою вискоєфективної рідинної хроматографії (HPLC) в поєднанні з детекцією тандемною мас-спектрометрією (MS/MS). Будь-які впливи, зумовлені матрицею,

коригують за допомогою додавання внутрішнього стандарту, стабільного ізотопу CML (CML-D2) і лізину (лізин-15N2).

На додаток до цього, нагрівання білків у присутності редуруючих цукрів (фруктози, лактози і т.д.) призводить до утворення численних складних полімерів, що містять лізин. Ця реакція, звана реакцією неферментативного потемніння або реакцією Майяра, також вносить вклад у зниження засвоюваності білків.

Метод оцінки вмісту акриламіду

Акриламід представляє собою загальну назву для 2-пропенаміду (аміду акрилової кислоти) емпіричної формули C₃H₅NO. Акриламід може утворюватися, зокрема, в процесі пропарювання при високій температурі багатьох вуглеводами (крохмалем, цукрами) і білком сировини, яка взаємодіє з аспарагіном (в реакції Майяра). Мабуть, на утворення акриламіду сильно впливає температура пропарювання, вміст води в їжі і процес "потемніння" або "карбонізації" продуктів. Акриламід утворюється в процесі пропарювання при температурах 120 °C або вище.

Коротко, акриламід в зразку екстрагують в воду шляхом перемішування і потім, після центрифугування і вилучення супернатанта, очищають на картриджі для твердофазної екстракції (SPE) і далі виконують кількісне визначення з використанням поєднання методів UPLC (надефективна рідинна хроматографія) і MS/MS в режимі моніторингу множинних реакцій (MRM).

Сучасний стан техніки в області винаходу представлено наступними документами:

JEZIERNY D. et al.: "The use of grain legumes as a protein source in pig nutrition: A review", ANIMAL FEED SCIENCE AND TECHNOLOGY, vol. 157, № 3-4, 11 мая 2010 г., страницы 111-128, XP027006418, ISSN: 0377-8401 (D1);

PATRICIO SAEZ et al.: "Effects of decoating, steam-cooking and microwave-irradiation on digestive value of white lupin (*Lupinus albus*) seed meal for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*)", ARCHIVES OF ANIMAL NUTRITION, vol. 69, № 2, 4 марта 2015 г. (D2);

FR 3040588 A1 (D3);

FRANCESCO MASOERO et al.: "Effect of extrusion, expansion and toasting on the nutritional value of peas, fava beans and lupins", ITALIAN JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE, vol. 4, № 2, 1 января 2005 г. (D4).

D1 являє собою подоби "каталогу" незалежних методів обробки для багатого на білок насіння. В даній статті обговорюється можливість зниження рівня антиживильних факторів з використанням методу селекції або з використанням методів, відомих *per se*, таких як методи фізичної обробки.

D2 стосується обробки тільки єдиного насіння (*Lupinus albus*) шляхом видалення шкірки, пропарювання і обробки мікрохвилями.

D3 відноситься до способу обробки насіння, що включає в себе стадію проростання насіння.

D4 має відношення до впливу екструзії, розширення і запікання на харчову цінність деякого багатого на білок насіння.

КОРОТКИЙ ОПИС СУТНОСТІ ВИНАХОДИ

Таким чином, даний винахід відноситься до способу обробки багатого на білок насіння для підвищення його цінності в якості продуктів харчування, зокрема, для тварин, причому це насіння вибрано принаймні з одного з наступних насіння: бобу звичайного (*Vicia fava* L.), гороху (*Pisum sativum* L.), люпину білого (*Lupinus albus* L.), люпину синього (*Lupinus angustifolius* L.) та люпину жовтого (*Lupinus luteus* L.),

відрізняється тим, що він включає наведені нижче послідовні стадії:

а) використання насіння принаймні одного з вищезазначених видів рослин за умови, що вони мають значення вмісту білка, і/або вмісту крохмалю, і/або вмісту жиру, що перевищує або дорівнює значенням, зазначеним у наведеній нижче таблиці:

50

Поживні речовини	Вміст, що перевищує		
	Білок (г/100 г DM)	Крохмаль (г/100 г DM)	Жир (г/100 г DM)
Біб звичайний <i>Vicia fava</i> L.	28	39	
Горох <i>Pisum sativum</i> L.	22	45	
Люпин білий <i>Lupinus albus</i> L.	35		8
Люпин синій <i>Lupinus angustifolius</i> L.	31		5,5
Люпин жовтий <i>Lupinus luteus</i> L.	38		5,0

5 І принаймні одну із сполук, вибрану з наступної групи: антиживильний фактор (ANF), неочищена целюлоза, нейтрально-детергентна клітковина (NDF), присутня на рівні, нижче рівня, зазначеного в наведеній нижче таблиці:

Вид	ANF/ неочищена целюлоза /NDF	Вміст нижчий, ніж
		(г/100 г DM)
Біб звичайний <i>Vicia fava</i> L.	Таніни	0,3
	Віцин, конвіцин	0,5
	Альфа-галактозиди	2,5
	неочищена целюлоза	10
	NDF	18
Горох <i>Pisum sativum</i> L.	Таніни	0,01
	Альфа-галактозиди	5
	неочищена целюлоза	7,5
	NDF	18
Люпин білий <i>Lupinus albus</i> L.	Алкалоїди	0,1
	Альфа-галактозиди	10
	Неочищена целюлоза	16
	NDF	25
Люпин синій <i>Lupinus angustifolius</i> L.	Алкалоїди	0,2
	Альфа-галактозиди	9
	неочищена целюлоза	18
	NDF	29
Люпин жовтий	Алкалоїди	0,3
Lupinus luteus L.	Альфа-галактозиди	12
	неочищена целюлоза	18
	NDF	29

10 b) піддавання насіння зі стадії а) дії тиску протягом більше 10 секунд при мінімальному тиску 10 бар (1000 кПа) до тих пір, поки не буде досягнута температура вище 80 °С;

i/або

b1) нагрівання насіння протягом мінімум 15 хвилин, переважно від 30 хвилин до 2 годин, при температурі, що перевищує 80 °С, переважно в діапазоні від 90 до 150 °С.

Відповідно до інших необмежуючих і переважних характеристик згідно з винаходом:

- після здійснення зазначеної стадії а) їх піддають фракціонуванню;

15 - після здійснення зазначеної стадії а), в якій використовується насіння різних видів i/або з різним вмістом білка, крохмалю, жиру, антиживильного фактора, неочищеної целюлози або нейтрально-детергентної клітковини (NDF), його перемішували і фракціонували або фракціонували, а потім перемішували;

- перед стадією b), стадію підготовчої термічної обробки насіння здійснюють з використанням пара і/або рідини на водній основі до тих пір, поки не будуть досягнуті значення температури в діапазоні від 30 до 90 °C і вологості більше 12 %, переважно 15 %, протягом періоду часу більше 2 хвилин, переважно 15 хвилин;

5 - на стадії підготовчої термічної обробки в присутності екзогенного ферменту значення вологості встановлюють на рівні більше 15 %, переважно 25 %, і принаймні 15 хвилин протягом принаймні 15 хвилин, переважно 60 хвилин;

- при виконанні зазначеної стадії підготовчої термічної обробки суміш перемішують;

10 - коли виконують перемішування, а потім фракціонування, то нове перемішування здійснюють після фракціонування;

- вказане фракціонування продовжують до тих пір, поки принаймні 90 % зазначеного насіння не матиме розмір часток менше 2000 мікрметрів, переважно менше 1500 мікрметрів;

- зазначену стадію b1) здійснюють, використовуючи зазначену суміш;

15 - стадія b) або b1) буде зупинена, якщо рівень принаймні одного з антиживильних факторів, перерахованих у наведеній нижче таблиці, буде менше рівня, також зазначеного нижче:

Вид	Природа антпоживних факторів	Вміст нижчий, ніж
Біб звичайний <i>Vicia fava</i> L.	Лектини (г/100 г сировини)	0,10
	Антитриптичні фактори (ТІУ/мг сировини)	1,5
Горох <i>Pisum sativum</i> L.	Лектини (г/100 г сировини)	0,10
	Антитриптичні фактори (ТІУ/мг сировини)	1,5

- після стадії а) насіння піддають процесу луцення і/або видалення шкірки;

20 - після зазначеної стадії а) або після зазначеної стадії луцення і/або видалення шкірки здійснюють спеціальне фракціонування і розділення зазначеного насіння відповідно до критерію, обраного з розміру, маси, форми, щільності, аеродинамічного, колориметричного або електростатичного параметра;

25 - після стадії а) або перед нею зазначене насіння сортують відповідно до критерію, обраного з розміру, маси, форми, щільності, аеродинамічного, колориметричного або електростатичного параметра;

- з зазначеним насінням перемішують принаймні один з інших видів сировини, вибраних з групи, що складається з олійних культур та їх співпродуктів, олій, співпродуктів багатого на білок насіння, зернових культур та їх співпродуктів, джерел простих і складних вуглеводів і макухи олійного насіння;

30 - зазначена сировина являє собою джерело ліпідів, переважно олійне насіння;

- спосіб включає остаточну стадію, в ході якої зазначене насіння охолоджують.

ДОКЛАДНИЙ ОПИС ВИНАХОДУ

Для обґрунтування даного винаходу виконували тестування засвоюваності на заданих видах моногастричних тварин, серед яких були обрані курча, півень, свиня і риба.

35 Оцінку проводили за наступними параметрами:

- використання енергії, в основі чого лежить застосування різних підходів в залежності від конкретного виду: за обмінною енергією (МЕ) в разі домашньої птиці, за коефіцієнтом засвоюваності (DUC) енергії в разі свиней, коефіцієнту істинної засвоюваності (DUCa) енергії в разі риб;

40 - використання білка, в основі чого лежить визначення коефіцієнта засвоюваності білка.

Крім того, на тих же видах, а саме, курчатах, курях-несучках, свинях і рибах, проводили тести на зоотехнічні показники виробництва.

45 В цьому випадку, мета полягає в тому, щоб або продемонструвати більш високі показники росту і/або несучості, або перевірити, чи ідентичні показники росту і/або несучості таким для контролю, за умови, що значення харчової цінності продукту, отриманого згідно з винаходом, є наслідком зі значень, визначених заздалегідь шляхом тестування засвоюваності.

Спосіб за даним винаходом включає комбінацію наведених далі стадій.

Стадія а): використання конкретного насіння

50 Розглянемо випадок використання принаймні одного багатого білком насіння, підготовленого спеціально завдяки тому, що воно має високий вміст принаймні одного (1)

поживного компонента, переважно двох (2), трьох (3) або навіть чотирьох (4), обраного (их) з білка, крохмалю або жиру, і низький вміст принаймні одного термостабільного антиживильного фактора або живильного компонента з низькою цінністю, такого як неочищена целюлоза або нейтрально-детергентна клітковина (NDF).

- 5 Насіння з високим вмістом білка, крохмалю та жиру розглядається як насіння, що містить білок, крохмаль і жир в високих кількостях, якщо їх вміст дорівнює чи перевищує наведені нижче порогові значення (правий стовпець):

Вид	Поживні сполуки	Діапазон зміни		Насіння з високим вмістом (г/кг DM)
		Мінімум	Максимум	
Біб звичайний <i>Vicia faba</i> L.	TN	25 %	33 %	> 28 %
	КРОХМАЛЬ	32 %	49 %	> 39 %
Горох <i>Pisum sativum</i> L.	TN	19 %	27 %	> 22 %
	КРОХМАЛЬ	41 %	58 %	> 45 %
Люпин білий <i>Lupinus albus</i> L.	TN	32 %	40 %	> 35 %
	MG	8 %	12 %	> 8 %
Люпин синій <i>Lupinus angustifolius</i> L.	TN	26 %	44 %	> 31 %
	MG	4 %	8 %	> 5,5 %
Люпин жовтий <i>Lupinus luteus</i> L.	TN	34 %	46 %	> 38 %
	MG	3 %	7 %	> 5 %

- 10 Насправді, переважно використовують насіння, найбагатше по білку і/або енергії (по крохмалю, особливо в разі насіння бобів звичайних, *Vicia faba* L.; або насіння гороху, *Pisum sativum* L.; і по ліпідах в разі насіння люпину білого, *Lupinus albus* L.; або насіння люпину синього, *Lupinus angustifolius* L.; або насіння люпину жовтого, *Lupinus luteus* L.), щоб зробити даний спосіб більш конкурентоспроможним з технічної та економічної точки зору; це пояснюється не тільки кількістю поживних речовин, що представляють інтерес, але також і
- 15 позитивним взаємовпливом на рівні біохімічних реакцій, що протікають в ході здійснення технологічного процесу (синергетичний ефект).

- 20 Насіння з низьким вмістом термостабільного ANF або живильного компонента з низькою цінністю розглядається як насіння, що містить термостабільний ANF або живильний компонент з низькою цінністю в невеликих кількостях, якщо їх вміст менше наведених нижче порогових значень (правий стовпець):

Вид	Поживні сполуки	Діапазон зміни (г/100 г DM)		Насіння з низьким вмістом (г/100 г DM)
		Мінімум	Максимум	
Біб звичайний <i>Vicia faba</i> L.	Таніни	0,01	1,25	< 0,30
	Віцин, конвіцин	0,03	2,00	< 0,50
	Альфа-галактозиди	1,00	6,20	< 2,50
	Неочищена целюлоза	7,00	12,00	< 10
	NDF	12,40	22,10	< 18
Горох <i>Pisum sativum</i> L.	Таніни	0,00	0,74	< 0,01
	Альфа-галактозиди	2,30	11,30	< 5
	Неочищена целюлоза	3,70	8,50	< 7,5
	NDF	9,00	22,00	< 18
Люпин білий <i>Lupinus albus</i> L.	Алкалоїди	0,01	3,00	< 0,1
	Альфа-галактозиди	6,00	14,00	< 10
	Неочищена целюлоза	13,60	28,10	< 16
	NDF	20,50	35,20	< 25
Люпин синій <i>Lupinus angustifolius</i> L.	Алкалоїди	0,01	3,00	< 0,2
	Альфа-галактозиди	6,00	14,00	< 9,0
	Неочищена целюлоза	13,60	28,10	< 18
	NDF	20,50	35,20	< 29
Люпин жовтий <i>Lupinus luteus</i> L.	Алкалоїди	0,01	3,00	< 0,3
	Альфа-галактозиди	6	16	< 12,0
	Неочищена целюлоза	13,6	28,1	< 18
	NDF	20,50	35,20	< 29

(DM означає "суху речовину")

Варіабельність у складі насіння існує в межах одного і того ж виду і обумовлюється такими факторами, як сорт, маршрут культур, педокліматичні умови і так далі. Вибір багатого на білок насіння на підставі його живильної якості впливає на промислові технологічні процеси, що виконуються в подальшому. Дійсно, присутність білків, крохмалю та ліпідів в матриксу впливає на "придатність для обробки" і тому на процес перетворення цих поживних речовин, особливо в аналізах желатинізації крохмалю, денатурації білку і доступності жиру для засвоєння, за якими, як відомо, передбачають можливість поліпшення засвоюваності. Рівні переходу з одного стану в інший (твердий, склоподібний, рідкий) залежать від частки поживних речовин, згаданих вище.

Таким чином, два насіння одного і того ж виду і різних складів будуть, при гідротермічній однаковій обробці, реагувати по-різному; а саме, що конкретне насіння, відібране на 1-й стадії способу згідно з винаходом, буде характеризуватися, по закінченні тієї ж гідротермічної обробки, підвищенням показників денатурації білків, желатинізації крохмалю і вмісту доступного для засвоєння жиру в порівнянні з не відібраним насінням.

З іншої точки зору, для тієї ж задачі, пов'язаної з денатурацією білків, желатинізації крохмалю і доступністю жиру для засвоєння, в разі конкретних насіння, що пройшли селекцію на першій стадії даного винаходу, буде потрібно проведення з ними технологічного способу при більш низьких значеннях температури, тиску, вмісту води і/або часу, тобто більш ефективного способу, оскільки він вимагає менше технологічних обмежень.

Крім того, чим вищий вміст крохмалю і/або білку в насінні гороху і бобів звичайних і вміст білку і/або жиру в насінні люпину, тим нижче кількість клітковини. Тому таке більш низьке включення клітковини, яка має низьку цінність для тварини, призводить до більш високого рівня засвоюваності, сприяючи засвоюваності білку та інших поживних речовин. Така клітковина діє як "укриття" для травних ферментів тварин, обмежуючи їх доступність, і регламентує перевантаженість кишечника, що перешкоджає засвоєнню поживних речовин.

Стадія b): стадія термічної обробки під тиском

Ця стадія полягає в приміщенні насіння в умови з мінімальним тиском 10 бар (1000 кПа), переважно 20 бар (2000 кПа), навіть 30 бар (3000 кПа), на проміжок часу більше 10 секунд, переважно в діапазоні від 10 секунд до 2 хвилин, з метою досягнення температури вище 80 °С, переважно вище 100 °С або навіть в діапазоні від 100 до 150 °С і в більш кращому випадку навіть в діапазоні від 110 до 140 °С і без перевищення 160 °С; така температура переважно забезпечується самонагріванням, обумовленим зусиллями зсуву, тертям і пресуванням і, крім цього, можливо за рахунок підведення тепла ззовні, за допомогою конвективного теплообміну (що переносить тепло рідини, електричного опору, електромагнітних полів і т.д.) або за допомогою додавання пара.

Невичерпний список обладнання для термічної обробки під тиском, за допомогою якого можна виконати цю стадію, наведено нижче: екструдер, варильний екструдер, експандер, прес і/або

Стадія b1): стадія термічної обробки без застосування тиску

Ця стадія полягає в термічній обробці без застосування тиску, тривалість якої при цьому збільшують в порівнянні зі стадією b) таким чином, щоб вона становила більше 15 хвилин, переважно більше 30 хвилин або навіть в діапазоні від 30 хвилин до 2 годин, а температура була вище 80 °С, переважно вище 90 °С або навіть перебувала в діапазоні від 90 до 150 °С. Таким же чином, відповідним обладнанням для такої термічної обробки без застосування тиску є, наприклад, сушарка, установка для обсмажування, термостатований шнек.

Мета цієї стадії (цих стадій) b) і/або b1) полягає в зниженні вмісту термочутливих антиживильних факторів та інактивації ендогенних і/або екзогенних ферментів з одночасним поліпшенням доступності енергії і/або білку і амінокислот, особливо в разі термічної обробки під тиском.

І нарешті, це дозволяє, в разі необхідності, знизити вологість насіння, яка не повинна перевищувати 14 % вологості, переважно 12 %, щоб забезпечити хороші умови для консервації суміші.

Один із способів характеристики ефективності цієї стадії (цих стадій) b) і/або b1) полягає в оцінці зниження вмісту принаймні одного термочутливого антиживильного фактора, завдання чого представлені в наведеній нижче таблиці:

55

Вид	Антипоживні фактори (ANF) по відношенню до сировини	Діапазон зміни для насіння з незниженим вмістом ANF		Насіння із зниженим вмістом ANF
		Мінімум	Максимум	
Біб звичайний <i>Vicia fava</i> L.	Лектини (г/100 г)	2,00	13,30	< 0,10
	Антитриптичні фактори (TIU/мг)	1,90	10,00	< 1,50
Горох <i>Pisum sativum</i> L.	Лектини (г/100 г)	0,30	1,00	< 0,10
	Антитриптичні фактори (TIU/мг)	1,70	15,00	< 1,50

(TIU означає трипсин-інгібуючі одиниці)

Інший спосіб полягає в тому, щоб з урахуванням розглянутого насіння оцінити частку желатинізованого крохмалю, щоб вона досягала мінімального значення 50 %, переважно 65 %, ще краще 80 % у випадках гороху і бобів звичайних; або частку білка, солюбілізованого при основних значеннях рН, щоб вона досягала максимального значення 55 %, переважно 40 %, ще краще 30 % для гороху, бобів звичайних і люпину; або частку доступного для засвоєння жиру, щоб вона досягала мінімуму у 40 %, переважно 50 %, ще краще 60 % для люпину; або щоб розщеплюваність під дією ферментів через 1 годину досягала максимального значення 50 %, переважно 40 %, ще краще 30 % для гороху і бобів звичайних і максимального значення 60 %, переважно 50 %, ще краще 40 % для люпину; або в разі люпину, частку доступного для засвоєння жиру, щоб вона досягала мінімуму у 40 %; або оцінити вміст сполук Майяра, таких як Nε-карбоксиметил-лізин (CML) або акриламід. Пороговими значеннями, які не повинні бути перевищені, є 0,020 г/кг сухої речовини, переважно 0,018 г; більш переважно 0,015 г Nε-карбоксиметил-лізину для бобів звичайних і гороху, і 0,025 г/кг сухої речовини, переважно 0,020 г; більш переважно 0,018 г Nε-карбоксиметил-лізину для люпину; і 110 г/кг сухої речовини, переважно 90 г; більш переважно 70 г акриламід для бобів звичайних і гороху і 300 г/кг сухої речовини, переважно 200 г; більш переважно 150 г акриламід для люпину.

Критерії оцінки	Біб звичайний цілий необробл. <i>Vicia fava</i> L.	Горох <i>Pisum sativum</i> L.	Люпин <i>Lupinus</i> spp.
Білок, солюбілізований при основних значеннях рН (%)	< 55 %	< 55 %	<55 %
Желатинізований крохмаль (%)	> 50 %	> 50 %	-
ED1 (%)	< 50 %	< 50 %	< 60 %
FA (%)	-	-	>40
CML (г/кг DM)	< 0,020	< 0,020	< 0,025
Акриламід (г/кг DM)	<110	<110	<300

Кінцева стадія: охолодження

Після закінчення стадії термічної обробки б) насіння виявляється гарячим. Тому, необхідно його охолодити, щоб знизити температуру насіння після здійснення цього процесу до значення, при якому воно може залишатися стабільним в часі і, таким чином, може бути захищено і збережено в хорошому стані в плані харчування до моменту споживання.

Наприклад, температура не повинна перевищувати 30 °С, бути вище температури навколишнього середовища, переважно повинна становити 20 °С.

Попередні стадії способу згідно з винаходом також можуть бути виконані вигідним чином, в першу чергу, з урахуванням елементів, описаних нижче.

Перемішування і фракціонування насіння

Незважаючи на те, що ця стадія не є обов'язковою до виконання, ефективність способу підвищується, якщо після стадії а) даного способу виконують стадію фракціонування або навіть перемішування.

Ця стадія полягає у виборі принаймні однієї з технологій механічного перемішування, де є принаймні дві вихідних речовини різної природи і/або різної якості, і/або однією з технологій

механічного фракціонування насіння або суміші, налагоджених таким чином, що вони дозволяють, по-перше, приготувати однорідну суміш багатого білком насіння і будь-яких додаткових видів сировини і, по-друге, зруйнувати насіннєву шкірку і ядра насіння, щоб зробити поживні речовини більш доступними для травних ферментів і таким чином поліпшити засвоюваність насіння.

Кращим є попереднє перемішування речовин перед фракціонуванням. Також можна спочатку фракціонувати речовини окремо і потім перемішувати їх, а також можна виконати дві процедури перемішування, одну до фракціонування, а іншу після нього.

Прості і/або комбіновані механічні дії, що застосовуються для виконання цих процедур, можуть бути виконані за допомогою ударних впливів, різання, пресування, зусилля зсуву або стирання.

Для характеристики процесу фракціонування насіння використовують вимір розміру часток, при якому визначають розмір часток, одержуваних в результаті застосування цього способу. Переважно, щоб максимальний розмір у 90 % частинок, одержуваних з застосуванням такого механічного фракціонування, становив менше 2000 мкм і, більш переважно, менше 1500 мкм.

Такого розміру можна досягти, наприклад, з використанням горизонтального молоткового млина відповідно до наведених нижче параметрами:

- для обладнання з продуктивністю 10 т/г і потужністю двигуна 200 кВт, швидкістю обертання 2800 об./хв і розміром осередків решітки 3 мм.

Такого розміру також можна досягти із застосуванням іншого стандартного устаткування, такого як молоткові і роликові млини або дробарки, лопатеві млини.

І нарешті, існує інше технологічне обладнання, з використанням якого також може бути виконана ця процедура: млин з шліфувальним кругом, дисковий млин, штифтовий млин, млин з ріжучими головками, бісернай або кульовий млин, млин з лезами або маятниковий млин, молоткова дробарка або ударний млин і так далі.

Попередня термічна обробка

Після стадії а) даного способу або стадії фракціонування і/або перемішування, описаних раніше, також вигідно приступити до стадії термічної обробки.

Також важливо пам'ятати, що для цієї стадії можна використовувати насіння після видалення з нього шкірки і льняної макухи (інша краща стадія, описана пізніше).

Ця стадія полягає у виборі технології термічної обробки з такими параметрами, щоб вони відповідали зазначеним нижче стадіям і характеристикам.

Перший варіант: стадія підготовчої гідротермічної обробки

Ця стадія полягає в просочуванні насіння водяною парою і/або водою в рідкому стані для того, щоб для попередньо фракціонованого насіння досягти температури від 30 до 90 °С протягом періоду часу більше 2 хвилин і вологості більше 12 %. В кращому способі рекомендується просочувати насіння протягом проміжку часу тривалістю більше 5 хвилин або 15 хвилин, навіть 30 хвилин, і переважно менше 4 годин, навіть 8 годин, не перевищуючи 24 г, для досягнення вологості вище 15 %, навіть 18 %, і переважно нижче 40 %, не перевищуючи 60 %. І в дуже кращому способі рекомендується просочувати насіння протягом проміжку часу тривалістю більше 1 години, навіть 2 годин, для досягнення вологості вище 20 %, навіть 25 %. Цією стадією вирішується завдання, зокрема, полегшення проведення наступної стадії термічної обробки, під тиском і/або без застосування тиску, шляхом поліпшення теплопровідної здатності, шляхом активації ендogenous ферментів насіння і шляхом запуску наступної термічної обробки.

Обладнанням, за допомогою якого можна виконати цю стадію, є, але не вичерпується цим: пристрій попередньої обробки, предкондиціонер і кондиціонер, запарник, змішувач, установка для обсмажування, Пропарювач, пристрій для визрівання.

Або

Другий варіант: стадія підготовчої гідротермічної і ферментативної обробки

Ця підготовча стадія полягає у виконанні тих же умов підготовки, які описані для першого варіанту. Вона відрізняється просто тим, що активують принаймні один екзогенний фермент, що не присутній в багатому на білок насінні, який може бути введено, зокрема, в якості технологічної добавки (екстрактів ферментів і т.д.), з допоміжних речовин, необробленого або ферментованого видів сировини і т.д., і доданий на одній з попередніх стадій способу або в ході здійснення даного способу.

Температурні характеристики потім вибирають таким чином, щоб вони відповідали діапазонами активності обраних ферментів, але залишалися в діапазоні від 30 до 90 °С. Необхідними характеристиками тривалості і вологості є ті ж характеристики, які описані для першого варіанту, проте, з урахуванням того, що для цих екзогенних ферментів необхідні більш

сприятливі умови, ніж для ендогенних ферментів, оскільки вони не так наближені до своїх субстратів в просторовому і тимчасовому аспектах. У цьому сенсі необхідно адаптувати умови просочення таким чином, щоб тривалість просочення становила принаймні 15 хвилин, переважно 60 хвилин і переважно менш як 4 годин або навіть 8 годин, але не перевищуючи 24 г, для досягнення вологості більше 15 %, переважно 25 % і переважно менше 40 %, але не перевищуючи 60 %. Підлягаючий(і) запровадженню фермент (або ферменти) належить (або належать) родинам арабінофуранозидаз, бета-глюканаз, целюлаз, глюкоамілаз, α-амілаз, пектиназ, пектин-метилестераз, фітаз, протеаз, ксиланаз і переважно родинам ксиланаз, бета-глюканаз і пектиназ.

Він (або вони) буде(уть) обраний(і) заздалегідь на підставі його (або їх) ефективності при гідролізі конкретних хімічних зв'язків, гідролізі, який в організмі тварини не може здійснюватися зовсім або здійснюється в повному обсязі або недостатньо швидко.

Він також може бути обраний з урахуванням його здатності розщеплювати вуглеводи, що не гідролізуються або погано гідролізуються в організмі тварини, щоб забезпечити таким чином покращений доступ інших поживних речовин в такому насінні дії травних ферментів тварини.

Обладнанням, за допомогою якого можна виконати цю стадію, є, наприклад: пристрій попередньої обробки, предкондиціонер і кондиціонер, запарник, змішувач, установка для обсмажування, Пропарювач, пристрій для визрівання, реактор і так далі.

Слід зазначити, що можливе додавання води, необхідної для поліпшення цього способу, може бути проведено в вищезгаданому обладнанні, а також повністю або частково на стадії перемішування насіння, і що додавання пара, також необхідне для поліпшення цього способу, може бути проведено в вищезгаданому обладнанні, а також повністю або частково на стадії b) цього способу, тобто на стадії термічної обробки під тиском і/або без застосування тиску.

Стадії способу згідно з винаходом, включаючи або не включаючи ці бажані стадії, згадані вище, при необхідності також можуть бути виконані з урахуванням моментів, описаних нижче.

Сортування

На даній стадії сортування насіння групують відповідно до критеріїв розміру, маси, форми, щільності або відповідно до аеродинамічних, колориметричних або електростатичних характеристик. Інструментами, які використовуються для здійснення цих процедур, зокрема, є: сито, сепаратор-очишувач, грохот, розсівання, денсиметричний стіл, віялка, оптичний сортувальник, системи активного вентилявання (повітряний короб, усмоктувальні системи, вентилятор і т.д.), магнітні системи.

Мета цієї процедури може складатися в поділі насіння різних видів, у видаленні домішок, відборі насіння ідентичних видів і так далі. Насіння може бути відокремлене від насіння іншого виду, або воно може бути відібрано до насіння того ж виду.

Лущення і/або видалення шкірки

Мета цієї стадії, з одного боку, полягає в підвищенні вмісту білку і запасанні енергії у формі крохмалю, зокрема, в разі бобів звичайних і гороху, а також білку і енергії в формі ліпідів в разі люпину, і, з іншого боку, в зменшенні частки клітковини і антиживильних чинників, присутніх в насінневій шкірці.

Цю стадію лущення і/або видалення шкірки характеризують за мінімальним виходом, оціненим, виходячи з ефекту збільшення кількості білку в відповідному насінні, і нижче наведена таблиця очікуваних рівнів вмісту:

	Вміст білку
Біб звичайний	+5 %, переважно +15 % або навіть +20 %
Горох	+5 %, переважно +12 % або навіть 15 %
Люпин	+5 %, переважно +15 % або навіть +20 %

В результаті видалення шкірки, яка характеризується високим вмістом клітковини (і дуже низьким вмістом білка), в насінні після видалення з нього шкірки буде досягнуто більш високий вміст білка.

Лущення і/або видалення шкірки здійснюють, комбінуючи фазу механічного впливу і фазу розділення, потім, при необхідності, проводячи можливе повторне зволоження, перед яким здійснюють фазу попередньої термічної обробки для полегшення лущення і/або видалення шкірки.

Методами простого і/або комбінованого механічного впливу, використовуваними для виконання цих процедур, можуть бути удар, пресування або стирання. Інструменти, використовувані для виконання цих операцій, являють собою, але не обмежуються цим: роликові і молоткові млини або дробарки, ударний ущільнювач або ударний млин, шліфувальний постав, лопатевий млин, млин з шліфувальним кругом, дисковий млин, штифтовий млин, млин з ріжучими головками, бісерний або кульовий млин, млин з лезами або маятниковий млин.

Розділення може бути проведено відповідно до критеріїв розміру, маси, форми, щільності або відповідно до аеродинамічних, колориметричних або електростатичних характеристик. Інструментами, які використовуються для здійснення цих операцій, зокрема, є: сито, шейкер, сепаратор-очишувач, грохот, каменевидаляч, розсівання, денсиметричний стіл, віялка, оптичний сортувальник, системи активного вентилявання (повітряний короб, усмоктувальні системи, вентилятор і т.д.), магнітні системи.

Спеціальна стадія фракціонування і розділення

Для того, щоб отримати фракції з більш високим вмістом білка, вуглеводів і/або жиру, можна додати спеціальну стадію фракціонування і розділення. Вона повинна бути виконана на більш пізній стадії або замість стадії луцення/видалення шкірки і/або фракціонування.

Цю стадію характеризують за мінімальним виходом, вираженим у вигляді утримання білків, вуглеводів або ліпідів в одній або більше ніж одній з отриманих фракцій. Фракції з високим вмістом білків, вуглеводів або ліпідів переважно повинні містити принаймні понад 25 % білка, вуглеводів і/або ліпідів в порівнянні з вихідним цільним насінням, переважно 35 % або навіть 50 %.

Таке розділення на фракції, яке спрощується, при необхідності, завдяки проведенню стадії луцення/видалення шкірки, буде здійснено спочатку з використанням стадії простого і/або комбінованого механічного впливу, виконаного, наприклад, із застосуванням такого обладнання, як колоїдні млини, штифтові, роликові, молоткові або ударні млини. А потім з використанням стадії розділення відповідно до критеріїв розміру, маси, форми, щільності або відповідно до аеродинамічних, колориметричних або електростатичних характеристик із застосуванням такого обладнання, як просіювачі, очисники, сепаратори, сита, денсиметричні столи, турбінні сепаратори, селектори, системи активного вентилявання або магнітні системи.

Використання додаткової сировини

Можна отримати перевагу, якщо до багатого на білок насіння додати принаймні ще одну сировину, яка буде вибрана на підставі її технологічних, і/або харчових, і/або економічних властивостей. Дійсно, в залежності від застосування, яке планується в відношенні насіння або суміші, отриманих згідно з цим способом, і від їх призначення з точки зору видів тварин і, зокрема, стадії фізіологічного розвитку, вибір (видів) сировини буде пов'язаний особливо з поживними характеристиками і собівартістю видів сировини.

Але їх також необхідно вибирати на підставі їх технологічних переваг, зокрема, з огляду на їх механічні властивості і, отже, їх схильність зробити механічні обмеження даного способу більш вигідними, їх реологічні і фізико-хімічні властивості і, отже, їх здатність змішуватися з багатими білком насінням в умовах підвищеної вологості та його здатність до адсорбції або всмоктуванню води, в деяких випадках його здатність зв'язуватися з білками, наявність у нього ферментативних властивостей і, отже, його здатність посилювати активності ферментів, зокрема, для поліпшення засвоюваності багатого на білок насіння.

Переважно, якщо багате на білок насіння буде об'єднано з частиною олійних культур, коли технологія термічної обробки включає стадію термічної обробки під тиском.

Як приклад, додавання жиру, переважно надходить з олійних культур, а не масла, внаслідок більш дифузної і однорідної подачі змащуючої речовини з метою полегшення проходження через екструдер дозволяє краще обробляти багате на білок насіння з технологічної точки зору і збільшувати виробничі потужності.

І нарешті, в більш загальному випадку, в основі вибору додаткової сировини переважно лежить можливість поліпшення харчових і економічних показників, що може бути досягнуто з використанням цього способу, що застосовується до багатого на білок насіння.

Таким чином, серед додаткових видів сировини перевагу буде віддано в першу чергу олійним культурам, олівам, зерновим культурам та їх співпродуктам, джерелам простих або складних вуглеводів, потім макухи олійного насіння, потім всім іншим видам сировини, звичайно використовуваним для годування тварин.

Перемішування на стадії попередньої термічної обробки

На описаній раніше стадії попередньої термічної обробки одна з переваг полягає в тому, що суміш перемішують таким чином, щоб вона піддавалася однаковим умовам обробки. Дійсно, при перемішуванні буде здійснюватися:

5 - гомогенізація фракціонованого насіння разом з водою та іншими можливими доповнюючими компонентами з метою, зокрема, полегшення функціональних можливостей ферментів після вступу в контакт зі своїми субстратами;

- забезпечення рівномірного розподілу води і вирівнювання температури насіння або суміші;

- уникнення утворення агломератів і, таким чином, полегшення умов для транспортування насіння або суміші.

10 Як буде показано нижче, застосування способу згідно з даним винаходом надає можливість досягнення технічно вигідних результатів щодо попереднього рівня техніки.

Фактично, жоден із способів, широко описаних в літературі, не досягає таких поліпшених в технічному та економічному відношенні результатів, як отримані відповідно до способу згідно з даним винаходом, зокрема, це стосується сучасних систем виробництва продуктів тваринництва, що характеризуються значними генетичними досягненнями, адаптованими до системи годування, заснованої головним чином на використанні сої, зерна кукурудзи та зернових культур.

Посидання стадій, описаних вище, призводить до отримання принаймні одного багатого білком насіння, що характеризується, одночасно:

20 - більш високим вмістом принаймні одної (1) поживної сполуки, переважно двох (2):

Поживні сполуки	Вміст, що перевищує		
	Білок (г/100 г DM)	Крохмаль (г/100 г DM)	Жир (г/100 г DM)
Біб звичайний <i>Vicia fava</i> L.	28	39	
Горох <i>Pisum sativum</i> L.	22	45	
Люпин білий <i>Lupinus albus</i> L.	35		8
Люпин синій <i>Lupinus angustifolius</i> L.	31		5,5
Люпин жовтий <i>Lupinus luteus</i> L.	38		5,0

25 - більш низьким вмістом принаймні одного термостабільного антиживильного фактора або живильного компонента, що має низьку цінність, переважно 2-х, більш переважно 3-х або навіть 4-х:

Вид	Термостабільні антипоживні фактори	Діапазон зміни (г/100 г DM)		Насіння з низьким вмістом (г/100 г DM)
		Мінімум	Максимум	
Біб звичайний <i>Vicia fava</i> L.	Таніни	0,01	1,25	< 0,30
	Віцин, конвіцин	0,03	2,00	< 0,50
	Альфа-галактозиди	1,00	6,20	< 2,50
	Неочищена целюлоза	7,00	12,00	< 9,00
	NDF	12,40	22,10	< 16,00
Горох <i>Pisum sativum</i> L.	Таніни	0,00	0,74	< 0,01
	Альфа-галактозиди	2,30	11,30	< 5,00
	Неочищена целюлоза	3,70	8,50	< 5,50
	NDF	9,00	22,00	< 14,00
Люпин білий <i>Lupinus albus</i> L.	Алкалоїди	0,01	3,00	< 0,1
	Альфа-галактозиди	6,00	14,00	< 10
	Неочищена целюлоза	13,60	28,10	< 16
	NDF	20,50	35,20	< 25
Люпин синій <i>Lupinus angustifolius</i> L.	Алкалоїди	0,01	3,00	< 0,2
	Альфа-галактозиди	6,00	14,00	< 9,0
	Неочищена целюлоза	13,60	28,10	< 18
	NDF	20,50	35,20	< 29
Люпин жовтий <i>Lupinus luteus</i> L.	Алкалоїди	0,01	3,00	< 0,3
	Альфа-галактозиди	6	16	< 12,0
	Неочищена целюлоза	13,6	28,1	< 18
	NDF	20,50	35,20	< 29

- більш низьким вмістом принаймні одного термочутливого антиживильного фактора:

Вид	Антипоживні фактори (ANF) по відношенню до сировини	Діапазон зміни для насіння з незниженим вмістом ANF		Насіння зі зниженим вмістом ANF
		Мінімум	Максимум	
Біб звичайний <i>Vicia faba</i> L.	Лектини (г/100 г)	2,00	13,30	< 0,10
	Антитриптичні фактори (TIU/мг)	1,90	10,00	< 1,50
Горох <i>Pisum sativum</i> L.	Лектини (г/100 г)	0,30	1,00	< 0,10
	Антитриптичні фактори (TIU/мг)	1,70	15,00	< 1,50

(TIU означає трипсин-інгібуючі одиниці)

5 Поліпшене утримання принаймні одного критерію оцінки

Критерії оцінки	Біб звичайний <i>Vicia faba</i> L.	Горох <i>Pisum sativum</i> L.	Люпин <i>Lupinus</i> spp.
Білок, солюбілізований при основних значеннях рН (%)*	< 55 %	< 55 %	<55 %
Желатинізований крохмаль (%)	> 50 %	> 50 %	-
ED1 (%)	< 50 %	< 50 %	< 60 %
FA (%)	-	-	>40
CML (г/кг DM)	< 0,020	< 0,020	< 0,025
Акриламід (г/кг DM)	<110	<110	<300

(*): Тут і далі термін "солюбілізований білок" означає "білок, солюбілізований при основних значеннях рН";

10 - поліпшеним рівнем засвоюваності енергії і/або білку і містяться в ньому амінокислот
- для моногастричних тварин:

	Засвоюваність енергії (% збільшення)			Засвоюваність білків/амінокислот (% збільшення)		
	Біб звичайний	Горох	Люпини	Біб звичайний	Горох	Люпини
Домашня птиця	ME (ккал)			DUC (%)		
	20 %	20 %	25 %	8 %	5 %	8 %
Свині	DUC (%)			DUC (%)		
	20 %	10 %	15 %	8 %	5 %	8 %
Риба	DUC (%)			DUC (%)		
	25 %	15 %	18 %	12 %	8 %	12 %
Інші види	% збільшення			DUC (%)		
	20 %	10 %	15 %	8 %	4 %	6 %

(ME: обмінна енергія; DUC: коефіцієнт засвоюваності);

- для жуйних тварин:

15

	Теоретична розщеплюваність (TD) (%)			Засвоюваність в кишечнику (dr) (%)		
	Біб звичайний	Горох	Люпини	Біб звичайний	Горох	Люпини
Жуйні тварини	< 65	< 65	< 65	>98	>98	>98

Результати, представлені в приведених вище таблицях, можна порівняти з результатами для насіння, які пройшли тільки стадію фракціонування, аналогічну описаної вище, і стадію гранулювання при температурі нижче 100 °С. Ці результати також спираються на сучасні дослідження в області генетики тварин, тобто на породи, відібрані на підставі їх продуктивності.

Вони є результатом вивчення засвоюваності, виконаного на видах моногастричних тварин шляхом проведення тестувань *in vivo* на курчатах, рибах і свинях і для жуйних тварин - шляхом проведення тестувань *in vivo*. Результати цих тестувань представлені нижче.

ТЕСТУВАННЯ НА ЗАСВОЮВАНІСТЬ

а) Тестування засвоюваності на стандартних бройлерах

На експериментальній фермі проводили дослідження з визначення вмісту засвоюваного азоту і показника використання енергії для стандартних бройлерних курчат. Завдання полягає в оцінці впливу запропонованих стадій селекції і технологічної обробки насіння бобів звичайних, як описано в даному винаході. Використання енергії та засвоюваність білку розраховують за різницею, як визначено Carré et al. (2013).

	Характеристики згідно з винаходом					
	Біб звич.А Цілий Необроб.	Біб звич.А Цілий Пропар.	Біб звич.А Ядро Пропар.	Біб звич.В Цілий Необроб.	Біб звич. В Цілий Пропар.	Біб звич.В Ядро Пропар.
Селекція насіння	Ні	Ні	Ні	Так	Так	Так
Технологічна обробка насіння	Ні	Так	Так	Ні	Так	Так
	Характеристики насіння бобів звичайних (в формі цілого насіння або після видалення шкірки)					
Білок, г/100 г DM	29,2		33,3	29,1		32
Крохмаль, г/100 г DM	39,7		46,7	41,4		49,8
Таніни, г/100 г DM	8,2		2,1	5,8		1,7
Віцин + конвіцин, г/100 г DM	7,8		9,2	1,1		0,3
Альфа-галактозида, г/100 г DM	5,2		4,6	3,7		3,1
Неочищена клітковина, г/100 г DM	10,6		0	7,2		0
NDF, г/100 г DM	15,4		0	10,5		0,0
Лектини, г/100 г DM	7,7		8,5	7,0		7,7
Антитриптичні фактори, TIU/мг	5,2		4,6	3,7		3,1
	Способи обробки насіння бобів звичайних					
Перемішування	Ні	Ні	Ні	Ні	Ні	Ні
Фракціонування	Так	Так	Так	Так	Так	Так
Лущення	Ні	Ні	Так	Ні	Ні	Так
Термічна обробка						
Температура	-	140 °С	130 °С	-	140 °С	130 °С
Тривалість	-	20 с	20 с	-	20 с	20 с
Тиск	-	30 бар (3 МПа)	25 бар (2,5 МПа)	-	30 бар (3 МПа)	25 бар (2,5 МПа)
	Характеристики обробленого насіння бобів звичайних					
Лектини*	6,7	0,0	0,0	6,1	0,0	0,0
Антитриптичні фактори**	2,9	0,8	0,5	1,7	0,9	0,3
	Засвоюваність поживних речовин					
DUC загального азоту	73	76	76	72	79	80
ME по N, ккал/кг сухої речовини (MS (від франц. <i>matière sèche</i>))	2813	3068	3258	2890	3313	3477
DUC загального азоту	100	104	104	99	108	110
DUC енергії	100	109	116	103	118	124

Таким чином, шляхом поєднання найкращих технологій, від селекції насіння до методів механічної і термомеханічної обробки, авторам винаходу вдається значно поліпшити рівні засвоюваності: зі збільшенням + 8 % в значенні засвоюваності білка, зі збільшенням + 18 % в значенні енергетичної цінності у курчат, високочутливого виду з точки зору засвоюваності, що робить їх чудовою моделлю для моногастричних тварин. Якщо лущення насіння бобів звичайних виконують вигідним способом, то після термічної обробки зазначається синергетичний ефект щодо споживаної цінності білку (+ 10 %) і енергії (+ 24 %). Ці ефекти перевершують результат, отриманий простим додаванням ефектів від селекції насіння, лущення насіння і адаптованої термічної обробки.

б) Тестування засвоюваності на свинях

На експериментальній фермі проводили дослідження на предмет визначення фекальної і кишкової засвоюваності у поросят. Коефіцієнти засвоюваності кожного тестованого матеріалу отримували, застосовуючи різницевий метод, при цьому вимірювання проводили з використанням основного корму і вимірювання проводили з використанням кормів, що містять фракцію основного корму і один з тестованих продуктів.

Щоб визначити фекальну засвоюваність у свиней, проводили тестування згідно зі схемою, описаною Noblet et al. (1989). Коротко, принцип полягає у введенні в основний корм (пшениця + соєве борошно) 35 % одного з підлягаючого тестуванню насіння і в розподілі кожного з отриманих таким чином кормів між 5 свинями.

Характеристики згідно з винаходом							
	Соєве борошно	Біб звичайн. Цілий Необроб.	Біб звич. Цілий Пропарен. 1	Біб звич. Цілий Пропарен. 2	Біб звич. Ядро Необроб.	Біб звич. Ядро Пропарен. 1	Біб звич. Ядро Пропарен. 2
Селекція насіння	-	Так	Так	Так	Так	Так	Так
Технологічна обробка насіння		Ні	Так	Так	Ні	Так	Так
Характеристики раціону							
МЕ в раціоні, ккал/кг	5360 ккал/кг MS						
Засвоюваний білок, г/кг	44 г/100 г DM						
Характеристики насіння бобів звичайних (в формі цілого насіння або після видалення шкірки)							
	Соєве борошно	Біб звич. Цілий Необроб.	Біб звич. Цілий Пропарен. 1	Біб звичайний цілий Пропарен. 2	Біб звич. Ядро Необроб.	Біб звич. Ядро Пропарен. 1	Біб звич. Ядро Пропарен. 2
Білок, г/100 г MS		31,4			36,1		
Крохмаль, г/100 г MS		38,0			43,6		
Таніни, г/100 г MS		0,5			0,4		
Віцин + конвіцин, г/100 г MS		0,3			0,3		
Альфа-галактозида, г/100 г MS		2,6			2,9		
Неочищена клітковина, г/100 г MS		7,0			1,4		
NDF, г/100 г MS		13,1			11,1		
Лектини, г/100 г MS		2,0			2,2		
Антитриптичні фактори, TIU/мг		1,9			2,1		
Способи обробки насіння бобів звичайних							

Перемішування	-	Ні	Ні	Ні	Ні	Ні	Ні
Фракціонування	-	Так	Так	Так	Так	Так	Так
Лущення	-	Ні	Ні	Ні	Так	Так	Так
Підготовча термічна обробка							
Температура	-	-	-	60 °С	-	-	60 °С
Вологість	-	-	-	14 %	-	-	14 %
Тривалість	-	-	-	15 хв	-	-	15 хв
Термічна обробка							
Температура	-	-	110 °С	140 °С	-	110 °С	140 °С
Тривалість	-	-	20 с	20 с	-	20 с	20 с
Тиск	-	-	20 бар (2 МПа)	30 бар (3 МПа)	-	20 бар (2 МПа)	30 бар (3 МПа)
Характеристики обробленого насіння							
Лектини, г/100 г DM	-	6,7	2,2	0,2	6,7	6,7	1,3
Антитриптичні фактори, ТІУ/мг	-	6,6	3,0	2,6	5,6	4,4	2,8
Коефіцієнт фекальної засвоюваності (DUC) продуктів харчування							
DUC загального азоту	84,9 ^{bc}	82,1 ^a	84,9 ^{bc}	84,2 ^b	84,1 ^b	88,3 ^d	88,0 ^{cd}
Коефіцієнт фекальної засвоюваності (DUC) насіння							
DUC загального азоту	-	80,1	85,9	84,4	84,5	93,5	92,2

5 В даному дослідженні підкреслюється перевага методу технологічної обробки (підготовчої та термічної обробки), що застосовується до цілісного насіння або насіння після видалення з нього шкірки, як розкрито в даному винаході, щодо досягнення рівня засвоюваності загального азоту і енергії, статистично еквівалентного контрольному раціону на основі соєвої муки. Ці два методи термічної обробки, застосовані до насіння, призводять по суті до еквівалентних результатів.

10 З іншого боку, стадія попереднього лущення підданого селекції насіння бобів звичайних дозволяє, коли його не піддають технологічній обробці, досягти значень DUC загального азоту і енергії для корму, отриманого з використанням соєвої муки. Коли ж ядро бобів звичайних піддають технологічній обробці, як описано з урахуванням переваги даного винаходу, то DUC явно і статистично перевершує значення для випадку соєвого борошна.

с) Тестування засвоюваності на райдужній форелі

15 В експериментальному рибницькому господарстві проводили дослідження на предмет визначення використання енергії та білку в результаті метаболізму. Використання енергії та засвоюваність білку розраховують за різницею, як визначено в роботі Choubert et al., 1982. Дані для насіння бобів, що поійшли селекцію, і обробленого насіння бобів звичайних і значення їх коефіцієнта засвоюваності представлені в наведеній нижче таблиці.

	Характеристики згідно з винаходом						
	Соєве борошно	Біб звич. Цілий Необроб.	Біб звич. Цілий Пропарен. 1	Біб звич. Цілий Пропарен. 2	Біб звич. Ядро Необроб.	Біб звич. Ядро Пропарен. 1	Біб звич. Ядро Пропарен. 2
Селекція насіння	-	Так	Так	Так	Так	Так	Так
Технологічна обробка насіння		Ні	Так	Так	Ні	Так	Так
Характеристики насіння бобів звичайних (в формі цілого насіння або після видалення шкірки)							
Білок, г/100 г MS		31,4			36,1		
Крохмаль, г/100 г MS		38,0			43,6		
Таніни, г/100 г MS		0,5			0,4		

Віцин + конвіцин, г/100 г MS			0,3			0,3	
Альфа- галактозиди, г/100 г MS			2,6			2,9	
Неочищена клітковина, г/100 г MS			7,0			1,4	
NDF, г/100 г MS			13,1			11,1	
Лектини, г/100 г MS			2			2,2	
Антитриптичні фактори, ТІУ/мг			1,9			2,1	
Способи обробки насіння бобів звичайних							
Перемішування	-	Ні	Ні	Ні	Ні	Ні	Ні
Фракціонування	-	Так	Так	Так	Так	Так	Так
Лущення	-	Ні	Ні	Ні	Так	Так	Так
Підготовча термічна обробка							
Температура	-	-	-	60 °С	-	-	60 °С
Вологість	-	-	-	14 %	-	-	14 %
Тривалість	-	-	-	15 хв	-	-	15 хв
Термічна обробка							
Температура	-	-	110 °С	140 °С	-	110 °С	140 °С
Тривалість	-	-	20 с	20 с	-	20 с	20 с
Тиск	-	-	20 бар (2 МПа)	30 бар (3 МПа)	-	20 бар (2 МПа)	30 бар (3 МПа)
Характеристики обробленого насіння бобів звичайних							
	Соєве борошно	Біб звич. Цілий Необроб.	Біб звич. Цілий Пропарен. 1	Біб звич. Цілий Пропарен. 2	Біб звич. Ядро Необроб.	Біб звич. Ядро Пропарен. 1	Біб звич. Ядро Пропарен. 2
Лектини, г/100 г DM	-	6,7	2,2	0,2	6,7	6,7	1,3
Антитриптичні фактори, ТІУ/мг	-	6,6	3,0	2,6	5,6	4,4	2,8
Солюбілізов. білок, %	-	71	51	23	58	35	24
Желатинізов. крохмаль, %	-	7	66	83	7	68	85
CML, г/кг DM	-	0,007	0,016	0,021	0,008	0,018	0,023
Акриламід, г/кг DM	-	< 30	35	62	< 30	38	65
ED1, %	-	81	36	35	85	46	39
Коефіцієнт засвоюваності (DUC) сировини							
DUC сухої речовини	83,8 ^{cd}	53,8 ^a	68,5 ^b	67,9 ^b	72,4 ^{bc}	71,7 ^{bc}	78,7 ^d
DUC енергії	84,7 ^c	56,9 ^a	70,8 ^b	71,9 ^b	74,6 ^{bc}	77,1 ^{bc}	83,4 ^c
DUC білку	97,4 ^c	83,5 ^a	89,3 ^b	92,5 ^{bc}	91,1 ^b	93,5 ^{bc}	96,7 ^c
DUC крохмалю	-	74,5 ^a	84,5 ^b	81,4 ^b	75,0 ^a	75,8 ^a	85,0 ^b

Значення, що мають одні і ті ж надрядкові літери в наведеній вище таблиці і в наступних таблицях, істотно не відрізняються при пороговому значенні 5 %.

Обробка насіння бобів звичайних, що пройшли селекцію, з використанням способів підготовчої та термічної обробки призводить до поліпшення засвоюваності сухої речовини, енергії, білку і крохмалю в порівнянні з необробленими насінням бобів звичайних. Ці два способи термічної обробки призводять до отримання результатів, які суттєво не відрізняються

5

один від одного. Однак існує деяка чисельна різниця на користь проведення підготовчої і подальшої термічної обробки (з точки зору температури, тиску).

5 Переважне застосування лущення насіння бобів звичайних до проведення термічної обробки сприяє подальшому поліпшенню засвоюваності поживних речовин, таких як енергія і білок, з наближенням її до рівня соєвого борошна.

В даному дослідженні підкреслюється перевага даного винаходу, обумовлена обробкою насіння бобів звичайних, щодо засвоюваності поживних речовин, а також підкреслюється переважне застосування лущення, з метою заміни соєвого борошна.

10 Слід пам'ятати, що ці результати внутрішньої засвоюваності насіння, при тому, що вони виражають ефекти, пов'язані з технологічним способом даного винаходу (синергію селекції насіння і технологічної обробки), не виражають синергетичні ефекти винаходи на рівні перетравлення їжі тваринам. Деякі з результатів засвоюваності отримані відповідно до звичайними методами, використовуваними в попередніх ілюстративних матеріалах. З іншого боку, в процес перетравлення їжі тваринам залучені інші явища, і вони впливають на метаболізм у тварини. Дійсно, якщо антиживильні фактори можуть бути залучені в зміну показника засвоюваності насіння, то вони також є причиною розладів травлення і обміну речовин, що викликають зниження споживання і продуктивності, що призводять до фізіологічних порушень і різних патологій. Таким чином, спосіб даного винаходу має перевагу не тільки в досягненні високих рівнів так званої засвоюваності багатого на білок насіння, але також і в уникненні низької ефективності і інших проблем зі здоров'ям, асоційованих з присутністю значної кількості антиживильних факторів.

20 Наприклад, було показано, що наявність віцину і конвіцину в бобах звичайних знижує масу яйця і ступінь несучості у курей-несучок. Лектини, з іншого боку, мають властивості викликати аглютинацію еритроцитів крові, що може призводити до уповільнення росту. А що стосується олігосахаридів, то вони метаболізуються мікроорганізмами товстого кишечника і викликають, внаслідок своєї ферментації, дискомфорт на рівні травної системи (метеоризм, діарею), що може знизити споживання корму, викликаючи погіршення показників росту.

Завдяки цим перевагам реалізація даного винаходу приводила до отримання зоотехнічних результатів, які раніше не мали собі рівних в тваринництві.

30 Нижче ви побачите результати декількох зоотехнічних досліджень, які проводили з використанням різних видів і на різних фермах, що дозволяє перевіряти технічні переваги, отримані із застосуванням даного винаходу, в виробничих умовах.

а) Зоотехнічний тест на курях-несучках

35 На експериментальній фермі протягом приблизно 3 місяців курей-несучок (породи Іза Браун) годували з додаванням 15 % суміші, що містить 90 % насіння бобів звичайних і 10 % льняного насіння, приготовленої різними способами, з певними заздалегідь значеннями ME і DUC N.

40 З урахуванням обраної методології, використовуваної для складання кормів для курей-несучок, в дієті Isonutrients (обмінна енергія, переварювані незамінні амінокислоти, кальцій, фосфор і т.д.), і беручи до уваги оцінені раніше відмінності в значеннях засвоюваності, завдання цього дослідження полягала в перевірці того, чи завдяки синергетичному ефекту зниження вмісту антиживильних факторів (вплив яких не пов'язують з показниками засвоюваності) реалізація даного винаходу сприяла досягненню більш високого рівня зоотехнічних показників.

45 Таким чином в наведеній нижче таблиці представлені:

- поживні характеристики, відібрані для бобу звичайного, отриманого згідно з винаходом, з одного боку, і для стандартного бобу звичайного, що просто було піддано дробленню; причому ці значення були визначені заздалегідь згідно з дослідженням їх засвоюваності відповідно до звичайних протоколів, відомим фахівцеві;

50 - показники несучості в термінах маси яйця, маси виданих яєць (з урахуванням кількості знесених яєць) і показника споживання (ефективності використання корму для отримання одного яйця).

	Характеристики згідно з винаходом					
	Соеве борошно	Біб звич. А Необроб.	Біб звич.А Пропарен. 1	Біб звич.А Пропарен. 2	Біб звич. В Необроб.	Біб звич.В Пропарен. 2
Селекція насіння	-	Ні	Ні	Ні	Так	Так
Технологічна обробка насіння		Ні	Так	Так	Ні	Так
Характеристики раціону						
МЕ в раціоні, ккал/кг	2800					
Перетравлюваний лізін, г/кг	6,9					
Характеристики насіння бобів звичайних						
Білок, г/100 г MS		29,2		29,1		
Крохмаль, г/100 г MS		39,7		41,4		
Таніни, г/100 г MS		0,82		0,58		
Віцин + конвіцин, г/100 г MS		0,78		0,11		
Альфа-галактозиди, г/100 г MS		3,0		2,4		
Неочищена целюлоза, г/100 г MS		10,6		7,2		
NDF, г/100 г MS		18,9		15,4		
Лектини, г/100 г MS		5,2		2,0		
Антитриптичні фактори, TIU/мг		5,2		3,7		
Способи обробки насіння бобів звичайних						
	Соеве борошно	Біб звич. А Необроб.	Біб звич.А Пропарен. 1	Біб звич.А Пропарен. 2	Біб звич. В Необроб.	Біб звич.В Пропарен. 2
Перемішування	-	Ні	Ні	Ні	Ні	Ні
Фракціонування	-	Так	Так	Так	Так	Так
Попередня термічна обробка						
Температура	-	-	-	60 °C	-	60 °C
Вологість	-	-	-	14 %	-	14 %
Тривалість	-	-	-	15 хв	-	15 хв
Термічна обробка						
Температура	-	-	90 °C	140 °C	-	140 °C
Тривалість	-	-	20 с	20 с	-	20 с
Тиск	-	-	15 бар (1,5 МПа)	30 бар (3 МПа)	-	30 бар (3 МПа)
Характеристики обробленого насіння бобів звичайних						
МЕ/насіння бобів звичайних, ккал/кг		2813	2983	3068	2890	3313
DUC N/насіння бобів звичайних, %		73	75	76	72	79
Лектини, г/100 г DM		5,2	5,2	0,0	2,0	0,0
Антитриптичні фактори, TIU/мг		2,9	2,4	0,8	3,7	0,9
Продуктивність кур-несучек						
Маса яєць, г	61,9 ^{bc}	62,2 ^{ab}	62,2 ^{ab}	62,1 ^{ab}	62,6 ^a	62,8 ^a
Маса виданих яєць, г/доба	61,0 ^{ab}	60,5 ^b	59,7 ^c	61,1 ^{ab}	60,2 ^b	62,0 ^a
Показник споживання	1,92 ^c	1,97 ^{ab}	2,00 ^a	1,94 ^b	1,97 ^{ab}	1,92 ^c

У порівнянні з контрольною партією з використанням соєвої муки, яка вже дуже добре зарекомендувала себе в плані значень засвоюваності і продуктивності, створюється враження, що:

5

- результати, отримані при використанні стандартного насіння бобів звичайних, яке не одержано згідно з винаходом, поступаються контролю "соєве борошно", що підкреслює негативний вплив антиживильних факторів на показники несучості курей. Фактично, основний висновок полягає в тому, що у курей в цій групі була більш низька маса знесених яєць незважаючи на те, що маса одного яйця була такою ж або навіть злегка більшою, і це означає, що вони відкладали менше яєць, а також, що вони повинні були споживати більше корму для отримання такої ж кількості яєць, що є ознакою зменшення ефективності використання корму (збільшення показника споживання);

- результати, отримані при використанні стандартного насіння бобів звичайних, підданого технологічній обробці, але з меншою інтенсивністю, ніж у відповідності з даними винаходом, говорять про більш низьку продуктивність. Метод технологічної обробки, застосований у відношенні не підданого селекції насіння, не є достатньо ефективним в плані зменшення вмісту антиживильних факторів і, отже, в плані істотного підвищення харчової цінності насіння;

- результати, отримані при використанні підданого селекції, але не підданого технологічній обробці насіння бобів звичайних, кажуть про показники, які, незважаючи на більш високу власну харчову цінність, ніж у не підданого селекції насіння, залишаються нижчими за показники для контрольної партії з використанням соєвої муки. Насіння бобів звичайних не може задовільно засвоюватися курами-несучкам без технологічної обробки;

- незважаючи на те, що харчова цінність бобу звичайного, отриманого згідно з винаходом (в "дослідженні насіння бобів звичайних") вже була значно вище, ніж у стандартного бобу звичайного, результати, отримані з використанням насіння бобів звичайних згідно з винаходом, показують поліпшення в плані маси яйця і маси виданих яєць, без зміни показника споживання.

Саме в цьому можна побачити перевагу селекції і способу за даним винаходом. Мало того, що багате білком насіння, оброблене відповідно до зазначеним способом, характеризується більш високою харчовою цінністю за результатами так званих досліджень засвоюваності, але його застосування також дозволяє обмежити прояв шкідливих ефектів антиживильних факторів і одночасно досягти більш високих значень продуктивності, ніж в разі соєвої борошна, що є ознаками синергетичного ефекту, які виявляються на стадії засвоєння твариною.

b) Тестування зоотехнічних і економічних показників на курчатах-бройлерах Label Rouge

На зразковій фермі для вирощування курчат птиці типу Label Rouge в кількості 4400 курчат, що містяться в двох ідентичних приміщеннях, отримували корм відповідно до 2-х програм годування. Звичайну програму, засновану на використанні соєвого борошна, порівнюють з програмою використання корму, заснованого на багатому білком насінні згідно з винаходом і не містить сої.

Технічні та економічні показники оцінювали з урахуванням споживання, маси тварини, росту, конверсії корму, смертності і вартості корму.

У цьому дослідженні оцінку харчової цінності бобу звичайного, використовуваного в складі їжі, проводили не на підставі значень так званої засвоюваності, а на підставі літературних значень. Тому завдання полягало в перевірці того, чи дійсно зоотехнічні показники для цих курчат перевершували такі показники в контрольній партії, і якщо це мало місце бути, то в проведенні розрахунків на предмет того, наскільки вищими повинні бути значення харчової цінності насіння бобів звичайних. Ці відомості представлені нижче.

	Характеристики згідно з винаходом	
	Соєве борошно	Біб звичайний, пропарений
Селекція насіння	-	Так
Технологічна обробка насіння	-	Так
	Характеристики раціону	
МЕ в раціоні, ккал/кг	2800	
Перетравлюваний лізин, г/кг	6,9	
	Характеристики насіння бобів звичайних	
Білок, г/100 г MS	51,6	29,2
Крохмаль, г/100 г MS	5,7	41,8
Таніни, г/100 г MS	0,69	0,49
Віцин + конвіцин, г/100 г MS	-	0,15
Альфа-галактозиди, г/100 г MS	4,0	2,2
Неочищена клітковина, г/100 г MS	5,9	7,3
NDF, г/100 г MS	12,5	13,0
Лектини, г/100 г MS	-	2,4
Антитриптичні фактори, TIU/мг	20,0	3,0

	Способи обробки насіння бобів звичайних	
	Соєве борошно	Біб звичайний, пропарений
Перемішування	-	Ні
Фракціонування	-	Так
Попередня термічна обробка		
Температура	-	60 °C
Вологість	-	14 %
Тривалість	-	15 хв
Термічна обробка		
Температура	-	140 °C
Тривалість	-	20 с
Тиск	-	30 бар (3 МПа)
	Характеристики обробленого насіння бобів звичайних	
МЕ/насіння бобів звичайних, ккал/кг	-	3305
DUC N/насіння бобів звичайних, %	-	78
Лектини, г/100 г DM	-	0,0
Антитриптичні фактори, TIU/мг	-	0,8
	Виробничі показники по курчатам	
Вік забою, доба	82	82
Остаточна маса, кг	2,184	2,349 ***
Середньодобовий приріст маси, г/доба	26,63	28,65 ***
Економічний показник споживання	2,913	2,740 ***
Кг продуктів/м ²	23,46	25,10 **
Співвідношення вода/корм	1,40	1,43 *
Показник продуктивності	89,3	101,5 ***
Вартість програми годування, євро/т	295,00	300,80
Загальна вартість кормів, виходячи зі 100 %	100	102,63
Корм – порогове значення для курчат, виходячи зі 100 %	100	121,10

Таким чином, технічні результати, отримані завдяки даному винаходу, продемонстрували суттєву компенсацію додаткових витрат на корми.

5 Так, заміна соєвого борошна на продукт, запропонований згідно з винаходом, в кількості до 8 % від корму включно привела до істотного поліпшення технічних (маса + 7,5 %, середньодобовий приріст маси (GMQ; від франц. Gain Moyen Quotidien) +7, 6 %, технічний показник споживання (CI; від англ. Consumption Index) -5,9 % і показник продуктивності + 13,9 %) і економічних показників.

10 Відповідно до результатів цих зоотехнічних тестів неможливо пояснити поліпшення показників тільки значеннями засвоюваності продукту згідно з винаходом. Насправді, незважаючи на те, що за розрахунковими оцінками результати засвоюваності становили 3313 ккал для обмінної енергії і 79 % для коефіцієнта засвоюваності білку, отримані таким чином показники дозволяють оцінити збільшення обмінної енергії на 11 % (тобто 3675 ккал), а коефіцієнта засвоюваності білку на 5 % (тобто 83 %).

15 Це є показником синергетичного ефекту, пов'язаного з поліпшеним проявом на рівні метаболізму у тварини, і який може бути асоційований зі зменшенням вмісту антиживильних факторів.

с) Тестування зоотехнічних, екологічних і економічних показників на стандартному бройлерному курчаті

20 На експериментальній фермі проводили дослідження на предмет визначення показників росту бройлерних курчат. Це дослідження проводили на півниках (ROSS PM3), які отримували корм, в якому основними джерелами білку були соєве борошно або не піддане селекції і не піддане технологічній обробці насіння бобів звичайних (позначені як "необроблений біб звичайний") або насіння бобів згідно з винаходом (піддане селекції і технологічній обробці), 25 позначені як "біб пропарений".

Ці джерела білку вводили в кількості до 15 % включно до складу корму для росту (ME 2950 ккал/кг; перетравлюваний лізин: 11 г/кг) і 20 % до складу фінішного корму (ME: 3000 ккал/кг;

перетравлюваний лізин: 10 г/кг). Ці корми мали такі самі поживні характеристики що і СОЯ. Вказували зоотехнічні показники і визначали вплив цих продуктів на навколишнє середовище (ЕСОАЛІМ) і економіку (економічну ситуацію 2018 року).

	Характеристики згідно з винаходом		
	Соєве борошно	Біб звичайний цілий необробл.	Біб звичайний, пропарений
Селекція насіння		Ні	Так
Технологічна обробка насіння		Ні	Так
Характеристики раціону			
МЕ в раціоні, ккал/кг	Для росту: 2950 фінішної відгодівлі: 3000		
Перетравлюваний лізин, г/кг	Для росту: 11 фінішної відгодівлі: 10		
Характеристики насіння бобів звичайних			
	Соєве борошно	Біб звичайн. цілий необробл.	Біб звичайний, пропарений
Білок, г/100 г MS		29,2	Да
Крохмаль, г/100 г MS		39,7	43,2
Таніни, г/100 г MS		0,82	0,54
Віцин + конвіцин, г/100 г MS		0,78	0,29
Альфа-галактозида, г/100 г MS		3,0	2,4
Неочищена клітковина, г/100 г MS		10,6	8,8
NDF, г/100 г MS		18,9	18,7
Лектини, г/100 г MS		5,2	3,0
Антитриптичні фактори, TIU/мг		5,2	2,5
Способи обробки насіння бобів звичайних			
Перемішування	-	Ні	Ні
Фракціонування	-	Так	Так
Попередня термічна обробка			
Температура	-	-	60 °C
Вологість	-	-	14 %
Тривалість	-	-	15 хв
Термічна обробка			
Температура	-	-	140 °C
Тривалість	-	--	20 с
Тиск	-		30 бар (3 МПа)
Характеристики обробленого насіння бобів звичайних			
МЕ/насіння бобів звичайних, ккал/кг		2813	3313
DUC N/насіння бобів звичайних, %		73	79
Лектини, г/100 г DM		5,2	0
Антитриптичні фактори, TIU/мг		2,9	0,9
Продуктивність вирощування курчат			
Показник споживання	1,456	1,460	1,444
Екологічні показники			
Споживання фосфору	100	79	64
Споживання енергії з органічних залишків	100	84	79
Зміна клімату	100	72	59
Підкислення	100	82	83
Евтрофікація	100	102	99
Землекористування	100	119	114
Економічні показники			
Витрати на корм для одержання 100 кг живої маси	40,20 євро	39,03 євро	39,45 євро
Річні витрати на відгодівлю курчат	7,64 євро	7,42 євро	7,50 євро

Показники росту курчат в групах "соєве борошно", "необроблений" і "пропарений біб", що споживали корм з однаковою поживною цінністю, статистично ідентичні. Показники споживання, хоча й несуттєво відрізняються, показують значення, які в числовому вираженні віддають перевагу бобу звичайному згідно з винаходом. Останній має більш низький показник споживання (1,444), ніж партії з соєвим борошном (1,456) і необробленими бобами звичайними (1,460). Вплив на навколишнє середовище при виробництві курчат з використанням корму згідно з винаходом на основі бобів звичайних є позитивним щодо зміни клімату (-41 %), споживання фосфору (36 %), споживання енергії з органічних залишків (-22 %) і підкислення (-18 %); нейтральним відносно евтрофікації (-2 %) і негативним щодо землекористування (+13 %). Така сама дія на навколишнє середовище при виробництві курчат з використанням бобів звичайних, що не стосуються даного винаходу, характеризується проміжними значеннями.

Отримання ідентичних показників росту, які спостерігаються, коли стандартним бройлерам в їх годівниці надають корм з однаковою поживною цінністю, означає, що склади цих кормів були оцінені правильно щодо їх поживного компоненту. Ці результати підтверджують вміст засвоювання ME і перетравлюваного LYS в досліджуваних бобах звичайних, і особливо в бобах згідно з винаходом. Автори винаходу підкреслюють, що синергетичний ефект даного винаходу проявляється у ставленні показників продуктивності і стану тварин, хоч і в меншому ступені, ніж у курей-несучок.

Економічний ефект при виробництві бройлерів, оцінюваний відносно пов'язаної з кормом частини, яка становить близько двох третин собівартості продукції, дорівнює різниці між 40,20 євро і 39,45 євро/00 кг живої маси, тобто присутнє зменшення на 1,9 %. Виходячи з споживання французами курчат, яке становить 19,0 кг/рік, цей ефект є об'єктивно нейтральним, оскільки економія становить 0,14 євро/рік. Економічний ефект при виробництві та споживанні курчат, що вигодовуються насінням, яке не належить до даного винаходу, становить менше значення.

У цьому дослідженні продемонстрована подвійна перевага даного винаходу, пов'язана з селекцією насіння бобів звичайних і з використанням адаптованої технологічної обробки. Ця перевага пов'язана як з використанням стандартними бройлерними курчатами бобів звичайних, отриманих згідно з винаходом, так і з сприятливим впливом винаходу для навколишнього середовища, а також його економічним впливом для французького споживача. Таким чином, введення багатого на білок насіння, отриманого згідно з винаходом, підтверджено на стандартному бройлерному курчаті.

d) Тестування технології тваринництва на веселковій форелі

В експериментальному господарстві проводили дослідження на предмет визначення показників росту веселкової форелі. Харчову цінність насіння бобів звичайних, які пройшли селекцію так, як описано у винаході, підданих або не підданих технологічній обробці так, як описано у винаході, і після або без видалення з них шкірки, попередньо оцінювали на молодій веселковій форелі, що розводиться при 17 °C в рибницькому господарстві.

Корми, які характеризуються однаковими значеннями енергії (23-24 кДж/г DM) і вмісту азоту (43-45 % DM), як джерела білку містили 21 % рибного борошна і 25 % підлягаючого тестуванню насіння бобів звичайних або 25 % соєвого борошна. Після перемішування і подрібнення сировини, що входить до складу корму для риб, цей корм для риб піддавали процесу термопропарювання в двошнековому екструдері і потім піддавали гранулюванню. Ці корми розподіляли між групами форелі, без обмеження, протягом 84 діб.

Характеристики згідно з винаходом							
	Соєве борошно	Біб звичайн. цілий Необроб.	Біб звичайн. цілий Пропар. 1	Біб звичайн. цілий Пропар. 2	Біб звичайн. Ядро Необроб.	Біб звичайн. Ядро Пропар. 1	Біб звичайн. Ядро Пропар. 2
Селекція насіння	-	Так	Так	Так	Так	Так	Так
Технологічна обробка насіння	-	Ні	Так	Так	Ні	Так	Так
Характеристики раціону							
МЕ в раціоні, ккал/кг	5360 ккал/кг MS						
Засвоюваний білок, г/кг	44 г/100 г DM						

Характеристики насіння бобів звичайних (в формі цілого насіння або після видалення шкірки)							
	Соєве борошно	Біб звичайний цілий Необроб.	Біб звичайн. цілий Пропар. 1	Біб звичайн. цілий Пропар. 2	Біб звичайний Ядро Необроб.	Біб звичайн. Ядро Пропар. 1	Біб звичайн. Ядро Пропар. 2
Білок, г/100 г MS		31,4			36,1		
Крохмаль, г/100 г MS		38,0			43,6		
Таніни, г/100 г MS		0,5			0,4		
Віцин + конвіцин, г/100 г MS		0,3			0,3		
Альфа-галактозиди, г/100 г MS		2,6			2,9		
Неочищена целюлоза, г/100 г MS		7,0			1,4		
NDF, г/100 г MS		13,1			5,5		
Лектини, г/100 г MS		2,0			2,2		
Антитриптичні фактори, TIU/мг		1,9			2,1		
Способи обробки насіння бобів звичайних							
Перемішування	-	Ні	Ні	Ні	Ні	Ні	Ні
Фракціонування	-	Так	Так	Так	Так	Так	Так
Лущення	-	Ні	Ні	Ні	Так	Так	Так
Підготовча термічна обробка							
Температура	-	-	-	60 °C	-	-	60 °C
Вологість	-	-	-	14 %	-	-	14 %
Тривалість	-	-	-	15 хв	-	-	15 хв
Термічна обробка							
Температура	-	-	110 °C	140 °C	-	110 °C	140 °C
Тривалість	-	-	20 с	20 с	-	20 с	20 с
Тиск	-	-	20 бар (2 МПа)	30 бар (3 МПа)	-	20 бар (2 МПа)	30 бар (3 МПа)
Характеристики обробленого насіння бобів звичайних							
DUC білку, %	97,4	83,5	89,3	92,5	91,1	93,5	96,7
DUC енергії, %	84,7	56,9	70,8	71,9	74,6	77,1	83,4
Лектини, г/100 г DM	-	6,7	2,2	0,2	7,3	6,7	1,3
Антитриптичні фактори, TIU/мг	-	6,6	3,0	2,6	7,2	4,4	2,8
						35	24

	Продуктивність розведення форелі						
	Соєве борошно	Біб звичайний цілий необроб.	Біб звичайн. цілий Пропар. 1	Біб звичайн. цілий Пропар. 2	Біб звичайний Ядро Необроб.	Біб звичайн. Ядро Пропар. 1	Біб звичайн. Ядро Пропар. 2
Показник споживання	3,17	3,18	3,17	3,18	3,49	3,14	3,20
Відносне щодобове споживання	1,24 ^{ab}	1,33 ^b	1,26 ^b	1,28 ^{ab}	1,36 ^{ab}	1,20 ^{bc}	1,20 ^a
Ефективність використання корму	1,13 ^{ab}	1,05 ^a	1,11 ^{ab}	1,11 ^{ab}	1,11 ^{ab}	1,14 ^{ab}	1,19 ^b
Ефективність використання білку	2,65 ^{ab}	2,52 ^{ab}	2,69 ^a	2,67 ^{ab}	2,58 ^{ab}	2,73 ^{ab}	2,88 ^b

Ніякої різниці в зоотехнічних показниках в порівнянні з контролем, де використовували сою, виявлено не було, проте методи технологічної обробки істотно впливають на споживання корму і ефективність використання корму в разі корму, що містить насіння згідно з винаходом: (1) попередня і термічна обробка, які описані в даному винаході, покращують ефективність використання корму і ефективність використання білку, пов'язані зі зменшенням споживання корму; (2) лущення в поєднанні з термічною обробкою також покращує ефективність використання корму.

У контексті цього дослідження введення в корм 25 % насіння бобів звичайних, отриманого згідно з винаходом, в порівнянні з соєвим борошном і в складі композицій з однаковою поживною цінністю, дозволило досягти тих самих рівнів показників росту форелі. І навіть швидше за все, що певні бажані поєднання методів технологічної обробки надали позитивний вплив на насіння бобів звичайних шляхом поліпшення їх показника ефективності використання корму в такій мірі, що вони перевершують соєве борошно. У більш загальному плані цей приклад показує синергетичний ефект винаходу щодо засвоюваності, яку тварина змогла продемонструвати в разі такого зазнавшого селекцію і обробленого насіння.

Таким чином, ці результати показують, що насіння бобів звичайних, отримані згідно з винаходом, є хорошим кандидатом щодо заміни соєвого борошна в кормах для форелі. Крім того, хоча корми для аквакультури готують шляхом екструзії з пропарюванням, використовуючи термічну обробку під тиском, мабуть, спосіб згідно з даним винаходом, який застосовується до цілого насіння бобів звичайних або після видалення з них шкірки, забезпечує реальну додаткову цінність з метою поліпшення харчової цінності цього насіння.

е) Дослідження зоотехнічних показників на забійних свинях

На зразковій фермі для відгодівлі свиней автори винаходу порівнювали показники росту в двох групах свиней, корм яких відрізнявся тільки додаванням продукту, отриманого відповідно до даного винаходу.

Ростовий і фінішний корми в обох групах характеризувалися значеннями споживання з однаковою поживною цінністю (щодо чистої енергії і засвоюваних амінокислот). Зазначений продукт був представлений 10 % включно в фазі росту і 5 % в заключній фазі замість білоквмісної макухи та олійних культур.

Оскільки значення харчової цінності бобу звичайного, використовуваного в кормовій композиції, були засновані на значеннях засвоюваності, мета полягала в тому, щоб перевірити, чи були зоотехнічні показники тварин однаковими і, якщо вони були вищими, то побачити, чи був можливий синергетичний ефект, пов'язаний з поліпшенням, що відбивається на рівні метаболізму у тварини.

У наведеній нижче таблиці показані отримані дані, що належать до технічних показників.

	Характеристики згідно з винаходом	
	Соєве борошно	Біб звичайний, пропарений
Селекція насіння	-	Так
Технологічна обробка насіння		Так
	Характеристики раціону	
	Соєве борошно	Біб звичайний, пропарений
МЕ в раціоні, ккал/кг	Для росту: 2300 фінішної відгодівлі: 2150	
Перетравлюваний лізин, г/кг	Для росту: 7,5 фінішної відгодівлі: 6,5	
	Характеристики тестованої сировини	
Білок, г/100 г MS		29,2
Крохмаль, г/100 г MS		41,8
Таніни, г/100 г MS		0,49
Віцин + конвіцин, г/100 г MS		0,15
Альфа-галактозиди, г/100 г MS		2,2
Неочищена целюлоза, г/100 г MS		7,3
NDF, г/100 г MS		13,0
Лектини, г/100 г MS		2,4
Антитриптичні фактори, TIU/мг		3,0
	Способи обробки насіння бобів звичайних	
Перемішування	-	Ні
Фракціонування	-	Так
Попередня термічна обробка		
Температура	-	60 °C
Вологість	-	14 %
Тривалість	-	15 хв
Термічна обробка		
Температура	-	140 °C
Тривалість	-	20 с
Тиск	-	30 бар (3 МПа)
	Характеристики обробленого насіння бобів звичайних	
МЕ/насіння бобів звичайних, ккал/кг		3305
DUC N/насіння бобів звичайних, %		78
Лектини, г/100 г DM		0,0
Антитриптичні фактори, TIU/мг		0,8
	Ефективність вирощування свиней	
Середньодобовий приріст маси, г/доба	773	804 **
Економічний показник споживання	2,78	2,80 *

Технічні показники, зазначені в цьому дослідженні, демонструють збільшення середньодобового приросту маси, обумовленого більш задовільним споживанням і задовільним додатковим ефектом, що виражається в прирості маси на один кілограм корму.

Це вказує на наявність синергетичного ефекту між гарною засвоюваністю насіння, з одного боку, і позитивним впливом на споживання, з іншого боку, при цьому останній ефект може бути пов'язаний зі зменшенням вмісту антиживильних факторів, про негативний вплив яких на споживання їжі регулярно повідомляється, зокрема, внаслідок розладів травлення, які вони викликають.

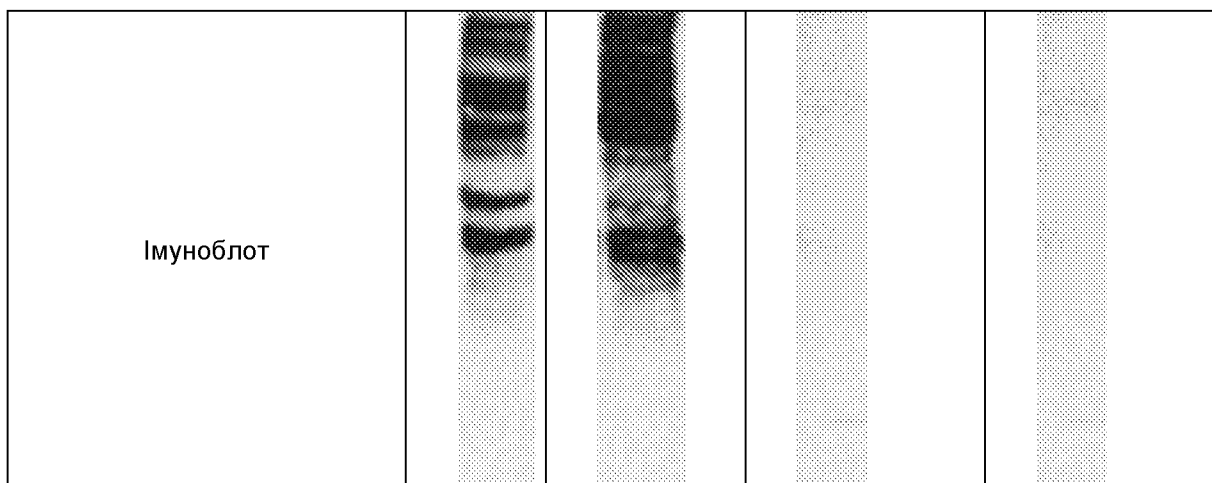
Як згадано вище, наслідки перетравлення поживних речовин, таких як білок і джерела енергії, можуть проявлятися у тварин після споживання ними рослинної сировини, в залежності від того, є чи не є вона сировиною згідно з даним винаходом. В опублікованій раніше роботі повідомлялося про зниження виробничих показників в результаті зміни фізіологічних функцій і/або засвоюваності. Серед цих, пов'язаних зі здоров'ям змін, можуть мати місце алергічні реакції. Для багатого на білок насіння задокументовано багато випадків таких реакцій після споживання цього насіння в зв'язку з присутністю в даному насінні основних алергенів.

f) Тестування алергенності на собаках

Завдання цієї роботи полягає у вивченні алергенності необробленого або обробленого насіння бобів звичайних в різних умовах. Алергенність (або реактивність) оцінювали методом імуноблотингу, використовуючи зразки сироватки собак з підвищеною чутливістю до їжі.

Після екстрагування білку з насіння і відбору сироваток крові у чутливих до їжі собак, тих, які реагують утворенням імуноглобуліну типу Е, або ІgЕ, на багате на білок насіння, вивчають реактивність методом імуноблотингу. Екстраговані білки інкубують в присутності зразків сироватки, що містять ІgЕ. Якщо присутній алергенний білок, то він зв'язується з ІgЕ в сироватці, і на мембрані з'являється специфічна зона.

	Характеристики згідно з винаходом			
	Соеве борошно	Біб звичайний цілий необробл.	Біб звичайний цілий необробл. Пропарений	Біб звичайний цілий необробл. Ядро Пропарений
Селекція насіння	-	Так	Так	Так
Технологічна обробка насіння		Ні	Так	Так
Характеристики насіння бобів звичайних (в формі цілого насіння або після видалення шкірки)				
Білок, г/100 г MS		29,2		36,1
Крохмаль, г/100 г MS		41,8		43,6
Таніни, г/100 г MS		0,49		0,4
Віцин + конвіцин, г/100 г MS		0,15		0,3
Альфа-галактозида, г/100 г MS		2,2		2,9
Неочищена целюлоза, г/100 г MS		7,3		1,4
NDF, г/100 г MS		13,0		5,5
Лектини, г/100 г MS		2,4		2,2
Антитриптичні фактори, TIU/мг		3,0		2,1
Способи обробки насіння бобів звичайних				
Перемішування	-	Ні	Ні	Ні
Фракціонування	-	Так	Так	Так
Підготовча термічна обробка				
Температура	-	-	60 °С	60 °С
Вологість	-	-	14 %	14 %
Тривалість	-	-	15 хв	15 хв
Термічна обробка				
Температура	-	-	140 °С	130 °С
Тривалість	-	-	20 с	20 с
Тиск	-	-	30 бар (3 МПа)	25 бар (2,5 МПа)
Характеристики обробленого насіння бобів звичайних				
	Соеве борошно	Біб звичайний цілий необробл.	Біб звичайний цілий необробл. Пропарений	Біб звичайний цілий необробл. Ядро Пропарений
Лектини, г/100 г DM		6,7	0,2	1,3
Антитриптичні фактори, TIU/мг		6,6	0,8	2,8
Алергічна реактивність собак				
Якість реакції	Сильна	Сильна	Ні	Ні



Необроблене насіння бобів звичайних демонструє безліч дуже інтенсивних зон, тобто сильну реактивність щодо алергенів. З іншого боку, насіння, отримане згідно з винаходом з цілого насіння або з насіння після видалення з нього шкірки, не демонструє ніякої реактивності (немає видимих зон). Мабуть, IgE-реактивність, спочатку властива даному насінню, значно знижується або навіть пригнічується після закінчення застосування способу згідно з винаходом.

g) Тестування зоотехнічних параметрів у молочних корів

На експериментальній молочній фермі проводили дослідження з метою вивчення впливу даного винаходу на захист білків бобів звичайних і насіння люпину в рубці і на їх засвоюваність в кишечнику.

Дане дослідження виконували на восьми дійних корівах голштинської породи з введеною в рубець канюлею. План експерименту був подвійний латинський квадрат 4 × 4. Корів годували двічі на добу раціоном, що складається на 60 % з кормових рослин і на 40 % з концентратів. Кормові рослини представляли собою суміш кукурудзяного силосу (33 % раціону за DM), силосу зі злакових культур (17 %), сіна (10 %) і сухого бурякового жому (10,75 %).

До складу концентрату включали мелену кукурудзу і соєве борошно для контрольних раціонів. Макуху замінювали відповідно до зазначених обробок на цілі насіння бобів, відповідно, насіння люпину білого, необроблені (БІБ ЦІЛИЙ НЕОБРОБЛ. і ЛЮПИН ЦІЛИЙ НЕОБРОБЛ.) або оброблені згідно з винаходом (БІБ ЦІЛИЙ ВІНАХІД і ЛЮПИН ЦІЛИЙ ВІНАХІД), або оброблені відповідно до альтернативного способу, при якому температура обробки виходить за межі рекомендацій даного винаходу (БІБ ЦІЛИЙ АЛЬТЕРН. і ЛЮПИН ЦІЛИЙ АЛЬТЕРН.). Раціони готували однаковими за вмістом загального азоту (TN) (146 г/кг DM) і джерела чистої енергії (0,99 кормових одиниць молока (від франц. Unité Fourragère Lait; UFL)/кг DM), а концентрат забезпечував 40 % TN з раціону.

	Характеристики згідно з винаходом						
	соя	біб цілий необробл.	біб цілий альтерн.	біб цілий винахід	люпин цілий необробл.	люпин цілий альтерн.	люпин цілий винахід
Селекція насіння	Соєве борош.	так	так	так	так	так	так
Технологічна обробка насіння		ні	ні	так	ні	ні	так
Характеристики раціону							
TN, г/кг MS	146						
Чиста енергія, UFL/кг MS	0,99						
Білок, перетравлюваний в кишечнику (PDI), г/кг	92	80	99	91	80	100	92
Баланс білку в рубці (BalProRU), г/кг	3,47	14,82	-2,33	5,5	15,54	-2,61	5,71

Білок, перетравлюваний в кишкономушкунці (PDI _F), г/кг	44	30	51	42	30	52	42
Крохмаль, що розкладається в рубці, г/кг	155	162	153	153	123	123	123
Перетравлюваний лізин, % від PDI	6,82	7,18	7,09	7,1	6,85	6,51	6,44
Перетравлюваний метіонін, % від PDI	2,53	2,62	2,29	2,38	2,67	2,31	2,42
Характеристики насіння бобів звичайних или люпина							
	соя	біб цілий необробл.	біб цілий альтерн.	біб цілий винахід	люпин цілий необробл.	люпин цілий альтерн.	люпин цілий винахід
Білок, г/100 г DM	51,6	29,3		33,3			
Крохмаль, г/100 г DM	5,7	39,1		-			
Жир, г/100 г DM	1,6	7,0		13,3			
Таніни, г/100 г DM	0,69	0,8		-			
Віцин + конвіцин, г/100 г DM	-	0,10		-			
Алкалоїди, г/100 г DM	-	-		0,02			
Альфа-галактозиди, г/100 г DM	4,0	2,3		0,93			
Неочищена клітковина, г/100 г DM	5,9	10		12,9			
NDF, г/100 г DM	12,5	18,7		18,3			
Лектини, г/100 г DM	-	66,7		-			
Антитриптичні фактори, TIU/мг	20,0	2,5		-			
Способи обробки насіння							
Перемішування	-	ні	ні	ні	ні	ні	ні
Фракціонування	-	так	так	так	так	так	так
Попередня термічна обробка							
Температура	-	-	60 °C	60 °C	-	60 °C	60 °C
Вологість	-	-	14 %	14 %	-	14 %	14 %
Тривалість	-	-	15 хв	15 хв	-	15 хв	15 хв
Термічна обробка							
Температура	-	-	160 °C	140 °C	-	160 °C	140 °C
Тривалість	-	-	20 с	20 с	-	20 с	20 с
Тиск	-	-	40 бар (4 МПа)	30 бар (3 МПа)	-	30 бар (3 МПа)	20 бар (2 МПа)
Характеристики обробленого насіння							
Лектини, г/100 г DM	-	66,7	28,6	13,3	-	-	-
Антитриптичні фактори, TIU/мг	-	2,5	1,0	0,9	-	-	-
	30	82	35	35	84	53	47
Акриламід, г/100 г DM	34	35	39	69	34	507	175
CML, г/100 г DM	0,123	0,008	0,023	0,017	0,009	0,029	0,023
Показники для обробленого насіння бобів звичайних							

	СОЯ	біб цілий необроб.	біб цілий альтерн.	біб цілий винахід	люпин цілий необроб.	люпин цілий альтерн.	люпин цілий винахід.
Справжня засвоюваність N, г/г	0,63 (біб) /0,66 (люп)	0,64	0,63	0,66	0,68	0,64	0,68
Загальний вміст амінокислот, мкМ (в плазмі)	2662 (біб) /2642 (люп)	2401	2858	2985	2608	2411	2921
Незамінні амінокислоти, мкМ (в плазмі)	1034 (біб) /956 (люп)	898	1125	1164	774	914	1024
NH ₃ , мг/л (в соці рубця)	119 (біб) /120 (люп)	145	130	133	140	125	140
Вихід молочного білку: виявлено - очікувано, г/доба	11,3 (біб) /-2,7 (люп)	-65,0	-56,9	5,1	-68,6	-67,9	-29,7

Більш низькі рівні NH₃ в рубці в разі використання насіння згідно з винаходом, ніж в разі необробленого насіння, демонструють захист азотовмісних сполук від расщеплення в рубці, зростаючий при підвищенні температури обробки, тоді як використання соєвого борошна призводить до отримання найнижчих значень. Такий захист азотовмісних сполук, обумовлений технологічною обробкою, також підтверджується тим, що при обробці протягом 1 г ферментами їх розщеплюваність у насіння, отриманого згідно з винаходом, зменшується в порівнянні з необробленими насінням.

Вміст сполук Майяра в насінні, отриманому згідно з винаходом, вищий, ніж у необробленому насінні, зокрема, з більш вираженим впливом на вміст акриламідів і CML в разі люпину.

Крім того, вміст CML в соєвому борошні в чотири-сім разів вищий в порівнянні з таким вмістом в насінні, отриманому згідно з винаходом.

В експерименті з бобами звичайними із застосуванням методики латинського квадрата вміст CML в фекаліях виявився меншим в разі використання раціонів з бобами звичайними, ніж в разі контрольного раціону, що містить соєве борошно. У кількісному відношенні більший вміст сполук Майяра було виявлено у фекаліях при використанні насіння з альтернативних раціонів, ніж насіння згідно з винаходом. Це означає, що в альтернативних способах реакції Майяра з більшою часткою ймовірності досягали необоротної стадії в сичузі, що призводило до надмірного захисту азотовмісних сполук.

Це підтверджується зменшенням істинної засвоюваності азоту, що спостерігається при використанні насіння з альтернативних способів порівняно з насінням згідно з винаходом. Крім того, більш високий вміст в плазмі крові амінокислот при використанні насіння, отриманого згідно з винаходом, у порівнянні з насінням з альтернативних способів, з одного боку, і соєвого борошна, з іншого боку, демонструє краще засвоєння в кишечнику білків з насіння, отриманого згідно з винаходом; таким чином, спостерігається більш низька доступність для тварин білків з насіння, отриманого згідно з альтернативними способами, або білків із соєвого борошна, оскільки більш висока частка останніх буде уникати не тільки розщеплення в рубці, але також розщеплення і всмоктування в кишечнику.

Ці результати підтверджують, що реакції Майяра протікали після здійснення методів технологічної обробки насіння бобів звичайних і люпину в різних співвідношеннях. У разі насіння, отриманого згідно з винаходом, ці реакції забезпечують захист азотовмісних сполук від надлишкового розщеплення в рубці і є оборотними в умовах кислих значень рН сичуга, що тим самим дозволяє здійснювати оптимальне всмоктування амінокислот в тонкому кишечнику. З іншого боку, після обробки при високій температурі (160 °C) ці реакції перестають бути оборотними в сичузі, і білки, таким чином "надмірно" захищені, більше не всмоктуються в кишечнику.

Нарешті, в зоотехнічних термінах, насіння, отримане згідно з винаходом, є єдиним, яке може конкурувати з соєвим борошном, оскільки воно надає можливість виразити потенціал для кількості вироблюваного молочного білку корів. Це не стосується необробленого насіння і насіння з альтернативних способів.

5 h) Дослідження економічних переваг способу згідно з даним винаходом

Для того, щоб провести такий економічний аналіз, використовували програмне забезпечення для приготування кормової композиції з відповідною інформацією про доступну для засвоєння сировину, харчову цінність сировини, ціни на ці види сировини і пов'язані з харчуванням обмеження стосовно кормів для бройлерів і курей-несучок на різних стадіях фізіологічного розвитку.

10 Таким чином, після збору інформації щодо харчової цінності і можливих цін на найкращі комбінації згідно з винаходом дані винахід оцінювали на предмет економічної доцільності.

15 З використанням цього ж підходу також можна було провести оцінку цін на цікавлячу сировину, розроблену на основі найкращого поєднання способів, що реалізуються відповідно до даного винаходу. І виходячи з цього було виявлено, що винахід виявився цілком економічно релевантним, особливо з урахуванням формулювання обмежень за складом, пов'язаних з конкретними специфікаціями (розглядаються специфікації, що належать до зобов'язання мати в складі кормових композицій види сировини, що не містять ГМО, чи не імпортовані або які є сировиною місцевого виробництва).

20 Нижче представлені дані щодо трьох кормових композицій для вирощування бройлерів, які демонструють економічну користь з урахуванням продукту, отриманого згідно з винаходом (суміші насіння бобів звичайних і соєвих бобів в співвідношенні 90 % і 10 %, відповідно), з огляду на його техніко-економічний пріоритет з точки зору його включення в склад композицій, що не містять ГМО, в плані оптимізації в порівнянні з відомими видами сировини попереднього рівня техніки (в даному випадку соєвим борошном і зерновими культурами).

25 Таблиця порівняння даних трьох кормових композицій, що не містять ГМО, для вирощування бройлерів: однієї, приготовленої без використання продукту згідно з винаходом, і двох інших, приготованих на основі отриманого згідно з винаходом продукту.

	Стандартна композиція, БЕЗ використання запропонованого продукту згідно з винаходом	Досліджувана композиція 1, 3 використан. запропонованого продукту згідно з винаходом	Досліджувана композиція 2, 3 використан. запропонованого продукту згідно з винаходом
Склад композицій			
Соєве борошно без ГМО	21,0 %	8,3 %	
Продукт згідно з винаходом (90 % насіння бобів звичайних + 10 % сої)		13,5 %	20,0 %
Рапсовий жмих		6,3 %	8,0 %
Пшениця	41,9 %	45,0 %	45,0 %
Ячмінь			11,1 %
Кукурудза	25,0 %	14,3 %	1,3 %
Глютен кукурудзяний	5,2 %	5,7 %	7,6 %
Соєва олія	4,0 %	4,0 %	4,0 %
Мінеральні речовини і вітаміни	2,3 %	2,3 %	2,3 %
Амінокислоти	0,6 %	0,6 %	0,7 %
Питательные характеристики			
Обмінна енергія	3100 ккал	3100 ккал	3100 ккал
Білок	19,5 %	19,5 %	19,5 %
Перетравлюваний лізин	10,3 г/кг	10,3 г/кг	10,3 г/кг
Кальцій	0,79 %	0,79 %	0,79 %
Фосфор	0,40 %	0,40 %	0,40 %
Собівартість виробництва продукції	289,5 євро/тонна	287,1 євро/тонна	288,5 євро/тонна

30 Завдяки даному експерименту з композиціями можна бачити, що кількість продукту згідно з винаходом в кормовій композиції, що не містить ГМО, для вирощування бройлерних курчат

оптимізована і становить 13,5 % в досліджуваній композиції 1, в результаті чого вміст ріпакового борошна становить 6,3 % і значно зменшується вміст соєвого борошна і кукурудзяної муки на 12,7 % і 10,3 %, відповідно.

Крім того, якщо прагнути до повного видалення соєвого борошна, що не містить ГМО, з досліджуваної композиції 2, то кількість продукту згідно з винаходом складе 20 %, при цьому собівартість цієї композиції в порівнянні з вихідною стандартною композицією стане нижчою на 1 євро з розрахунку за одну тунну.

Це дослідження композицій демонструє технічну та економічну доцільність винаходу.

І нарешті, з точки зору застосувань, спосіб, що становить об'єкт даного винаходу, спрямований на просування включення багатого на білок насіння в раціон моногастричних тварин як речовини, що заміщає інші джерела білку, такі як соєве борошно або інше імпортоване борошно, і, отже, на задоволення потреб тваринників в отриманні більшої автономії з виробництва кормових білків на територіальному рівні, а також потреб споживачів щодо забезпечення більш екологічно безпечними продуктами тваринництва, при цьому корм для тварин не повинен містити ГМО, а продукти харчування повинні бути продукцією місцевого виробництва.

Галузь застосування способу згідно з даним винаходом може стосуватися двох типів застосування для тваринництва.

Застосування для підготовки сировини

Підготовка концентрату, заснованого на культурах з високим вмістом білку як сировини з метою включення до складу повного або доповнюючого корму для моногастричних тварин і призначеного для промислових і/або сільськогосподарських виробників. У цьому випадку мінімальна частка введення вказаного зазнавшого селекцію насіння становить 20 %, переважно 40 %.

Інші види сировини, що входять до складу цього концентрату, можуть бути піддані всім стадіям або частині стадій вказаного способу згідно з винаходом, тим більше, якщо це дає перевагу таким видам сировини.

Отже, переважним є те, щоб сировина представляла собою насіння або будь-який інший крохмальвмісний продукт, такий як зернові культури і олійні культури, не обмежуваним чином.

Застосування для підготовки кормового продукту

Підготовка повного або доповнюючого корму на основі зернових культур для фахівців з розведення сільськогосподарських тварин з метою годування своїх моногастричних тварин. У цьому вімінному випадку мінімальна частка введення вказаного зазнавшого селекцію насіння становить 5 %, переважно 10 %.

Крім того, продукти харчування, отримані згідно з винаходом, розрізняються відповідно до потреб виробників продуктів харчування і тваринників в залежності від того, позиціонуються вони як ті, що не містять ГМО, чи є продукцією місцевого виробництва, французьких секторів або секторів для виробництва безсоєвої продукції, з одного боку, або для сектора, званого "Bleu Blanc Cœur" (зарєєстрована торгова марка), з іншого.

Дійсно, що стосується потреб французів в білках, то переважно обробляти боби звичайні разом з вирощуваною в межах метрополії соєю. Беручи до уваги відповідність вимогам "Bleu-Blanc-Cœur", автори винаходу зацікавлені в поєднанні їх з насінням льону.

У першому випадку для підвищення вмісту білку в продукті використовують сою. У другому випадку наявність омега-3 жирних кислот, які відслідковуються і гарантуються, забезпечує насіння льону. Цей підхід має перевагу, в рамках застосування виробниками продуктів харчування, в тому, що немає необхідності в додатковому сховищі, але необхідна заміна на інший продукт на основі льону, що часто пов'язане із закупівлею сировини без великих технічних переваг (пшеничних висівок, зернових культур і т. д.).

Тут же наведено приклад композицій.

1) Склади для ланцюгів споживання їжі місцевого виробництва, що не містять ГМО та білок: з розрахунку 90 % насіння бобів звичайних і 10 % сої; з розрахунку 70 % насіння бобів звичайних і 30 % сої.

2) Склади для підходу "Bleu-Blanc-Cœur":

з розрахунку 75 % насіння бобів звичайних і 25 % насіння льону;
з розрахунку 50 % насіння бобів звичайних і 50 % насіння льону;
з розрахунку 25 % насіння бобів звичайних і 75 % насіння льону.

Насіння, одержуване згідно з винаходом, також може бути корисне для домашніх тварин і жуйних тварин. Незважаючи на те, що воно було розроблене для годування моногастричних сільськогосподарських тварин, насіння, оброблене згідно з винаходом, повністю придатне для годування домашніх тварин, таких як собаки і кішки, і жуйних тварин.

В переважному способі застосування для жуйних тварин інтерес до використання, з одного боку, розщеплюючих вуглеводи ферментів, а, з іншого боку, джерел так званих редукуючих цукрів, може бути збережений. Дійсно, крім теплового ефекту, один із шляхів захисту білку від його розщеплення в рубці при одночасному поліпшенні його засвоюваності в кишечнику складається: 1) в додаванні на стадії способу, що полягає в гідротермічній та ферментативній підготовчій обробці, ферментів, здатних гідролізувати вуглеводи до глюкозних ланок або інших простіших редукуючих цукрів, які є реакційноздатними щодо білку; і/або 2) у відборі на додатковій стадії, що базується на застосуванні додаткової сировини, джерел в тій чи іншій мірі редукуючих цукрів.

Фахівцю відомо, що для засвоєння багатого на білок насіння у жуйних тварин необхідно, зокрема, знизити ступінь розщеплення білку в рубці, і що один із шляхів досягнення цього полягає в стимулюванні перших стадій реакції Майяра між функціональними аміногрупами білків і редукуючими функціональними групами цукрів.

Мета даного винаходу полягає в створенні нових умов для здійснення цих реакцій, які є оборотними, що дозволяє забезпечити відмінну засвоюваність білків в кишечнику.

Інтерес також представляє застосування насіння, отриманого згідно з винаходом, в контексті годування домашніх вихованців. З одного боку, отримане таким шляхом багате на білок насіння надає джерело різноманітного і високозасвоюваних білку і енергії, що характеризується більш низьким вмістом антиживильних факторів, і джерело білку зі зниженим алергічним потенціалом, з іншого. Дійсно, фахівцям відомо, що завдяки біохімічним реакціям, що протікають на одній зі стадій, що належать до термічної обробки, ризик розвитку алергічних реакцій істотно знижується (Franck et al., 2008).

І нарешті, застосування цього способу також може бути поширене на ринки продуктів харчування для людини з огляду на додаткову харчову цінність, яку привносять рослинні білки, і в даний час очікується, що їх споживання людьми в складі раціонів для населення розвинених країн буде зростати, тим більше, що ризик розвитку алергічних реакцій від вживання цих рослинних білків знижується.

Дійсно, Французьким національним агентством безпеки харчування ANSES (від франц. Agence nationale de sécurité sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail) рекомендовано відновити баланс між джерелами тваринних і рослинних білків в раціоні людини і тим сами перейти від співвідношення 70/30 до співвідношення 50/50.

Відомі для моногастричних тварин обмеження за поживністю багатого на білок насіння, по-іншому відомого як зернобобові культури, є такими самими, як і у людей, оскільки вони теж мають однокамерний шлунок. Ось чому автори винаходу вважають, що даний винахід в кінцевому підсумку призначений як для галузей тваринництва (для вирощування моногастричних і жуйних тварин), так і для галузей, пов'язаних з перетворенням рослинних білків для безпосереднього споживання людиною.

Нижче докладно описані бібліографічні посилання, процитовані в даному документі.

- Bond., 1976. Journal of Agricultural Science, 86, 561-566.

- Bourin et al., 2015. JRA.

- Carré et al., 1986. J. Sci. Food Agric., 37, 341-351.

- Carre et al., 2013. Anim. 7, 1246-1258.

- Champ et al., 1993. INRA Prod. Anim., 6, 185-198.

- Choubert et al., 1982. Aquaculture, 29, 185-189.

- Crépon et al., 2010. Field Crops Research, 115(3), 329-339.

- Cuq et al., 2003. Food Sci. Tech., 37, 759-766.

- Delanoue et al., 2015. Renc. Rech. Ruminants, 22, 171-178.

- Diaz et al., 2006. Italian J. Anim. Sci., 5(1): 43-53.

- Dixon et al., 1992. Nutr. Res. Rev., 5: 19-43.

- Duc et al., 1999. Journ. of Agr. Sci., 133(02), 185-196.

- Fru-Nji et al., 2007. The Journal of Poultry Science, 44(1), 34-41.

- Garrido et al., 1988. B: Recent adv. of rech. in antinutritional factors in legume seeds, p. 297-300.

- Gatel, 1994. Anim. Feed Sci. Technol., 45, 317-348.

- Gatta et al., 2013. Arch. Anim. Nutr., 67(3): 235-247.

- Gourdouvelis et al., 2012. Journ. Agr. Sci. and Technology A 2.

- Guillaume et al., 1977. British Poultry Science, 18, 573-583.

- Hayashi et al., 1989. Agr. Biol. Chem., 52: 2543-2544.

- Jezierny et al., 2010. Anim. Feed Sci. Technol., 157, 111-128.

- Kaysi et al., 1992. INRA Prod. Anim, 5(1), 3-17.

- Keetels, 1995. Landbouwniversiteit te Wageningen.
- Khamassi et al., 2013. *Plant Genetic Resources*, 11, 250-257.
- Laplace et al., 1994. *Livestock Production Science*, 40, 313-328.
- Leclercq et al., 1989. *INRA Prod. Anim.*, 2, 129-136.
- 5 - Lessire, 2001. *INRA Prod. Anim.*, 14, 365-370.
- Leterme et al., 1998. *Proc. 3rd Int. Workshop on Antinutritional factors in Legume Seeds and Rapeseed*. EAAP Publication, № 93, 121-124.
- Liener et al., 1986. Eds Academic Press, Orlando, 600 pp.
- Liener, 1979. *J. Am. Oil Chemist's Soc.*, 56, 121-129.
- 10 - Magrini et al., 2016. *Ecological Economics*, 126, 152-162.
- Messéan et al., 2014. *Quae*.
- Muduuli et al., 1981. *Can Jour of Animal Science*, 61(3), 757-764.
- Muduuli et al., 1982. *British Journal of Nutrition*, 47, 53-60.
- Myer et al., 2001. *B: Swine Nutrition*, pp. 1-26.
- 15 - Noblet et al., 1989. *INRA Editions, Paris*, 106 p.
- Olaboro et al., 1981. *J. Sci. Food Agric.*, 32, 1163-1171.
- Opazo et al., 2012. *PloS one* 7, e44783.
- Perrot et al. 1995. *INRA Prod. Anim.*, 8(3): 151-164.
- Písaříková et al., 2009. *Acta Veterinaria Brno*, 78(3): 399-409.
- 20 - Saini, 1989. *Recent Advances of Research in Antinutritional Factors in Legume Seeds*. Pudoc, Wageningen, pp. 329-341.
- Sauvant et al., 2002: *Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage: porcs, volailles, bovins, ovins, caprins, lapins, chevaux, poissons*. INRA.
- 25 - Schmidt et al., 2009. *Poult. Sci.*, 88, 2610-2619.
- Schneider et al., 2017. *OCL*.
- Svihus et al., 2005. *Anim. Feed Sci. Technology*, 122(3): 303-320.
- Svihus, 2006. *Avian gut function in health and disease*, 28: 183-194.
- Terres Inovia, 2016. www.terresinovia.fr/feverole/cultiver-de-la-feverole/varietes/print.pdf?print=1, по данным на 2 марта 2017 года.
- 30 - Terres Univia, 2016. http://www.terresunivia.fr/sites/default/files/articles/publications/marches/terres-univia_chiffres-cles-legumineuses.pdf, по данным на 20 марта 2016 года.
- Terres Univia, 2016. http://www.terresunivia.fr/sites/default/files/articles/publications/marches/terres-univia_chiffres-cles-legumineuses.pdf. По данным на 20 марта 2016 года.
- 35 - Terres Inovia, 2016. <http://www.terresinovia.fr/debouches-chiffres/transformation-desgraines/usines-et-filieres-courtes/>, по данным на 25 июня 2017 года.
- Van Der Poel et al. 1977. B: "Protein quality for leguminous crops"; EUR 5686 EN, p. 162-179.
- 40 - Zdunczyk et al., 1996. *J. Anim. Feed Sci.*, 5: 281-288.
- Zuidhof et al., 2014. *Poult.Sci.*, 93, 2970-2982.
- AFNOR, 2005. *ISO, 15914: 2004*.
- Akraïm et al., 2006. *Anim. Res.*, 55, 261-271.
- Behnke, 2001. *Feed Tech.*, 5(4): 19-22.
- 45 - Benchaar et al., 1992. *Première conférence européenne sur les protéagineux*, Angers, France, 491-492.
- Chesneau et al., 2009. *Journ. Rech. Porcine*, 41, 63-64.
- Enjalbert et al., 2008. *Renc. Rech. Ruminants*, 15.
- Hosenev, 1994. *Principles of cereal science and technology*. 2 ed. St. Paul: AACC, 1994. 378 p.
- 50 - Hurtaud et al., 2006. *Renc. Rech. Ruminants*, 13, 332.
- M. Champ et al., 1993, 6(3), pp.185-198.
- Mariotti et al., 2005. *Starch-Starke*, 57(11), 564-572.
- Martin et al., 2008. *J. Anim. Sci.*, 86(10): 2642-50.
- Noblet et al., 2008. *Journ. Rech. Porcine*, 40, 203-208.
- 55 - Normand et al., 2005. *Renc. Rech. Ruminants*, 12, 359-366.
- Pan et al., 2017. *Food Hydrocolloids*, 66, 227-236.
- Perrot, 1995. *INRA Prod. Anim.*, 8, 151-164.
- Toullec et al., 1992. *Première conférence européenne sur les protéagineux*. Angers, France, 497-498.
- 60 - Wang et al., 2013. *Food & Function*, 4(11), 1564-1580.

- Wang et al., 2016. Food & Function, 7(4), 407e-418.
- Wang et al., 2017b. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 65(1), 156-166.
- Zhang et al., 2003. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51(9), 2801-2805.

5

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Спосіб обробки багатого на білок насіння для підвищення його цінності як продукту харчування, причому зазначене насіння вибирають щонайменше з одного з наступних видів насіння: бобу звичайного (*Vicia fava* L.), гороху (*Pisum sativum* L.), люпину білого (*Lupinus albus* L.), люпину синього (*Lupinus angustifolius* L.) та люпину жовтого (*Lupinus luteus* L.), який **відрізняється** тим, що включає наступні послідовні стадії, на яких:
- а) використовують насіння щонайменше одного з вищевказаних видів рослин за умови, що вони мають значення вмісту білка і/або вмісту крохмалю, і/або вмісту жиру, що перевищує або дорівнює значенням, зазначеним нижче, г/100 г сухої речовини (DM):
- 15 біб звичайний (*Vicia fava* L.): білок - 28, крохмаль - 39;
 горох (*Pisum sativum* L.): білок - 22, крохмаль - 45;
 люпин білий (*Lupinus albus* L.): білок - 35, жир - 8;
 люпин синій (*Lupinus angustifolius* L.): білок - 31, жир - 5,5;
 люпин жовтий (*Lupinus luteus* L.): білок - 38, жир - 5,0;
- 20 і щонайменше одну з перерахованих нижче сполук на більш низькому рівні, ніж зазначені нижче значення, г/100 г сухої речовини (DM):
 біб звичайний (*Vicia fava* L.): таніни - 0,3, віцин, конвіцин - 0,5, альфа-галактозиди - 2,5, неочищена целюлоза - 10, NDF - 18;
 горох (*Pisum sativum* L.): таніни - 0,01, альфа-галактозиди - 5, неочищена целюлоза - 7,5, NDF - 18;
- 25 люпин білий (*Lupinus albus* L.): алкалоїди - 0,1, альфа-галактозиди - 10, неочищена целюлоза - 16, NDF - 25;
 люпин синій (*Lupinus angustifolius* L.): алкалоїди - 0,2, альфа-галактозиди - 9, неочищена целюлоза - 18, NDF - 29;
- 30 люпин жовтий (*Lupinus luteus* L.): алкалоїди - 0,3, альфа-галактозиди - 12, неочищена целюлоза - 18, NDF - 29;
- б) піддають тиску насіння зі стадії а) протягом більше 10 секунд при мінімальному тиску 10 бар (1000 кПа) доти, доки температура вище 80 °С і без перевищення 160 °С не буде досягнута; і/або
- 35 б1) нагрівають насіння протягом мінімум 15 хвилин, при температурі від 90 до 150 °С.
2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що після здійснення зазначеної стадії а) його піддають фракціонуванню.
3. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що після здійснення зазначеної стадії а) і якщо використовують насіння різних видів і/або з різним вмістом білка, крохмалю, жиру, антиживильного фактора, неочищеної целюлози або нейтрально-детергентної клітковини (NDF), його перемішують і фракціонують або фракціонують, а потім перемішують.
4. Спосіб за будь-яким з пп. 1-3, який **відрізняється** тим, що перед стадією б) стадію підготовчої термічної обробки насіння здійснюють з використанням пари і/або рідини на водній основі доти, доки не будуть досягнуті значення температури в діапазоні від 30 до 90 °С і вологості більше 12 %, протягом періоду часу більше 2 хвилин.
- 45 5. Спосіб за п. 4, який **відрізняється** тим, що стадію підготовчої термічної обробки здійснюють в присутності щонайменше одного екзогенного ферменту, ідентифікованого з наступних сімейств: арабінофуранозідаз, бета-глюканаз, целюлаз, глюкоамілаз, пектиназ, пектин-метилестераз, фітаз, протеаз, ксиланаз, і при цьому зазначений екзогенний фермент додають до насіння або до суміші завчасно.
- 50 6. Спосіб за п. 5, який **відрізняється** тим, що на стадії підготовчої термічної обробки в присутності екзогенного ферменту значення вологості встановлюють на рівні більше 15 %, і підготовчу термічну обробку проводять протягом щонайменше 15 хвилин.
7. Спосіб за будь-яким з пп. 4-6, який **відрізняється** тим, що при виконанні зазначеної стадії підготовчої термічної обробки суміш перемішують.
- 55 8. Спосіб за будь-яким з пп. 3-7, який **відрізняється** тим, що, коли виконують перемішування, а потім фракціонування, то нове перемішування здійснюють після зазначеного фракціонування.
9. Спосіб за будь-яким з пп. 2-8, який **відрізняється** тим, що вказане фракціонування продовжують доти, доки щонайменше 90 % зазначеного насіння не матиме розмір часток менше ніж 2000 мікрметрів.
- 60

10. Спосіб за будь-яким з пп. 3-9, який **відрізняється** тим, що зазначену стадію b1) здійснюють на зазначеній суміші.
11. Спосіб за будь-яким з пп. 1-10, який **відрізняється** тим, що здійснення стадії b) або b1) зупиняють, якщо вміст щонайменше одного з антиживильних факторів, перерахованих нижче, які мають більш низьке значення в порівнянні із значенням, також зазначеним нижче:
- 5 біб звичайний (*Vicia fava* L.): лектини - 0,10 г/100 г сировини, антитриптичні фактори - 1,50 TIU/мг сировини;
 горох (*Pisum sativum* L.): лектини - 0,10 г/100 г сировини, антитриптичні фактори - 1,50 TIU/ мг сировини.
- 10 12. Спосіб за будь-яким з пп. 1-11, який **відрізняється** тим, що після стадії а) зазначене насіння піддають луценню і/або видаленню шкірки.
13. Спосіб за будь-яким з пп. 1-12, який **відрізняється** тим, що після зазначеної стадії а) або після зазначеної стадії луцення і/або видалення шкірки здійснюють спеціальне фракціонування і розділення зазначеного насіння відповідно до критерію, вибраного з розміру, маси, форми, щільності, аеродинамічного, колориметричного або електростатичного параметрів.
- 15 14. Спосіб за будь-яким з пп. 1-13, який **відрізняється** тим, що після стадії а) або перед нею зазначене насіння сортують відповідно до критерію, вибраного з розміру, маси, форми, щільності, аеродинамічного, колориметричного або електростатичного параметрів.
15. Спосіб за будь-яким з пп. 1-14, який **відрізняється** тим, що з зазначеним насінням змішують щонайменше один з інших видів сировини, вибраних з групи, що складається з олійних культур та їх співпродуктів, масел, співпродуктів багатого на білок насіння, зернових культур та їх співпродуктів, джерел простих і складних вуглеводів і макухи олійного насіння.
- 20 16. Спосіб за будь-яким з пп. 1-15, який **відрізняється** тим, що вказана сировина являє собою джерело ліпідів.
- 25 17. Спосіб за будь-яким з пп. 1-16, який **відрізняється** тим, що включає остаточну стадію, в ході якої зазначене насіння охолоджують.
18. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що продукти харчування призначені для тварин.