

УДК 581.43:543.06

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДЕТОКСИКАЦІЇ ТОКСИНУ В НАСІННІ РИЦИНИ ІНФРАЧЕРВОНИМ ВИПРОМІНЮВАННЯМ

Дідур В.А., акад. МААО, д.т.н., проф.

Таврійський державний агротехнологічний університет

м. Мелітополь, Україна

Тел. (0619) 44-02-74

e-mail: didurva@mail.ru

Троїцька О.О., к.б.н., с.н.с.

Ковязина М.Ю., провідний фахівець

ННЦ «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААН України

м. Запоріжжя, Україна

Тел. (061) 286-53-23

e-mail: troitskaya2012@gmail.com

Анотація. В статті надані результати експериментальних досліджень ефективності детоксикації інфрачервоним випромінюванням токсину - рицину, який міститься у насінні рицини та в макусі або шроті, утворюваних після переробки насіння на олію. Приведені технологічні режими процесу мікронізації, що забезпечують повну інактивацію токсичних властивостей білку рицину та показники якості процесу детоксикації.

Ключові слова: детоксикація, інфрачервоне випромінювання, кормові цілі, токсин рицин, рицина, токсичні властивості.

Постановка проблеми. На сучасному етапі розвитку агропромислового комплексу, впровадження науково обґрунтованої економічно доцільної конверсії біоенергетичного потенціалу рослинної сировини для виробництва кормів – це один з важливіших елементів відтворювального процесу. Рівень рентабельності виробництва продукції тваринництва в значній мірі залежить від раціонального використання кормів, які визначають більшу частину виробничих витрат [1, 3, 4].

Збільшення виробництва продуктів тваринництва і зниження їх собівартості в значній мірі стримуються за причини нестачі кормового протеїну. Дефіцит його у тваринництві складає від 20-30% загальної потреби. Неповноцінність раціонів тварин призводить до зниження ефективності використання кормів, внаслідок чого знижується продуктивність тваринницької галузі. Відомо, що через гостру нестачу високоякісної білкової сировини, щорічна перевитрата зерна в Україні складає близько 1,5 млн. т. Як наслідок, щорічно скорочується поголів'я худоби й птиці. У країнах ЄС споживання білкових кормів складає близько 450 кг на т фуражного зерна, в Україні ж цей показник складає всього лише 85 кг. Знизити витрати кормів на одиницю продукції можливо шляхом підвищення білкової повноцінності раціонів, що досягається також й за рахунок використання в годівлі сільськогосподарських тварин відходів, які утворюються внаслідок переробки олійних культур на олію [1, 3, 5].

Рицина культивується, як олійна культура. Унікальна за своїм складом рицинова олія, у котрій на частку рицинолевої кислоти припадає 90% всіх жирних кислот, є важливою промисловою сировиною. При переробці насіння рицини на олію, яка широко застосовується у різноманітних сферах діяльності людини, а в останній час набула ще більшого значення у зв'язку з поширенням у всьому світі виробництва біодизелю. Залишається біля 40-45% відходів у вигляді макухи або шротів, які містять близько 45% білку і є цінною сировиною для виготовлення кормових добавок. Макуху або шрот, які залишаються після виділення з насіння рицини олії шляхом екстракції або пресування, не можна використовувати без обробки на корми для сільськогосподарських тварин, за причини вмісту у них ряду токсичних компонентів, таких як дуже токсичний білок рицин (він має основне токсикологічне значення і є надзвичайно отруйним), деякі глюкопротеїди та алкалоїд рицинін (практично не отруйний для теплокровних організмів) [5]. Однак, відходи, які в процесі обробки звільнюються від токсичних речовин, можна із успіхом згодовувати тваринам, що дозволить доповнити раціон сільськогосподарських тварин білковим кормом та зменшити навантаження на природні екосистеми.

Аналіз останніх досліджень. Аналіз існуючих технологій детоксикації токсичних відходів процесу переробки олійних

культур на кормові цілі, показав, що використовувані методи можна умовно класифікувати за типом вживаної дії. Основою всіх технологій детоксикації є деструкція токсичних речовин під впливом фізичних і хімічних чинників. Таким чином, основними технологічними прийомами, які застосовуються при детоксикації, являються [1, 3, 4, 5, 7]:

- екстрагування токсинів (з використанням хімічних речовин);
- термічна обробка у присутності вологи;
- комбінована дія фізичних та хімічних факторів.

Технологія екстрагування і фракціонування матеріалу з відходів олійного насіння з метою детоксикації рицину – це досить поширений технологічний прийом, який використовується в різних країнах.

Однак, навіть при використанні у технологічному процесі детоксикації рицинової макухи і шроту, екстракторів безперервної дії, процес екстрагування - це все одно досить енергоємний та ресурсовитратний процес, який вимагає використання хімічного реагенту, що викликає додаткові витрати та небажані наслідки (погіршення санітарних умов роботи, негативний вплив на технологічне обладнання та довкілля).

Також, для здійснення процесу екстрагування потрібне дороге, специфічне устаткування, що робить впровадження його у промислових умовах не доцільним. До того ж, детоксикація розчином хімічних реагентів призводить до втрати біля 20% цінного білку, що різко псує поживність отриманого кормового продукту [1, 3, 4, 5, 7]. Чисельні фахівці, з метою знешкодження токсичних речовин у рициновій макусі та шроті рекомендують застосовувати термічну обробку у присутності вологи.

Такий технологічний прийом виправданий з біохімічної точки зору, отже при нагріванні відбувається процес денатурації рицину, як речовини білкової природи, що й призводить до втрати ним токсичних властивостей.

Також, процес детоксикації рицинової макухи шляхом термічної обробки проводять у автоклавах. Використання у промислових умовах дорогого та енергоємного обладнання – автоклаву, з урахуванням того факту, що автоклавання багатотоннажних кількостей макухи не прийнятно, призводить до того, що ця технологія не виправдовує себе в промислових умовах [1, 3, 4, 5, 7].

Отже, аналіз сучасного стану проблеми детоксикації відходів, які отримують після переробки насіння рицини на олію, показав, що не зважаючи на досить різноманітні технологічні прийоми детоксикації, які розроблені в різних країнах світу, досі не існує економічної, простої в технологічному виконанні та ефективної технології, яка б забезпечувала якісну детоксикацію великих мас відходів.

Тому, виникла необхідність вдосконалення технологічного процесу детоксикації рицину з метою використання відходів, що утворюються після отримання олії, на кормові цілі та адаптації цієї технології до виробничого процесу в умовах малотоннажного виробництва олії з насіння рицини [5].

Таким чином, розробка надійного та ефективного способу детоксикації рицину – це проблема, вирішення якої дозволить не тільки включити відходи переробки насіння рицини на олію у господарчий обіг, збагатити раціон сільськогосподарських тварин білковою кормовою добавкою, а також знизити шкідливий вплив на довкілля.

Мета дослідження. Метою даної статті – є ознайомлення з результатами експериментальних досліджень з визначення ефективності детоксикації інфрачервоним випромінюванням токсину - рицину, який міститься у насінні рицини та відходах, що утворюються після переробки насіння на олію.

Основна частина. Суть обробки насіння рицини ІЧ - випромінюванням полягає в зміні структури білків в результаті інтенсивного нагріву. Опромінювання викликає резонансну вібрацію молекул, при цьому виділяється тепло і підвищується тиск, за рахунок швидкого випаровування вологи відбувається денатурація білка, що призводить до детоксикації рицину, токсичність якого пов'язана з білком глобуліном. Термічна обробка насіння рицини інфрачервоним випромінюванням (ІЧ - випромінювання нагрітих фізичних тіл з довжиною хвилі в межах від 0,74 мкм до 2000 мкм), в процесі якої відбувається детоксикація токсину рицину, що дозволяє отримати відходи (макуху, шрот), які не потребують дорогої додаткової обробки з метою знешкодження антипоживних речовин [6].

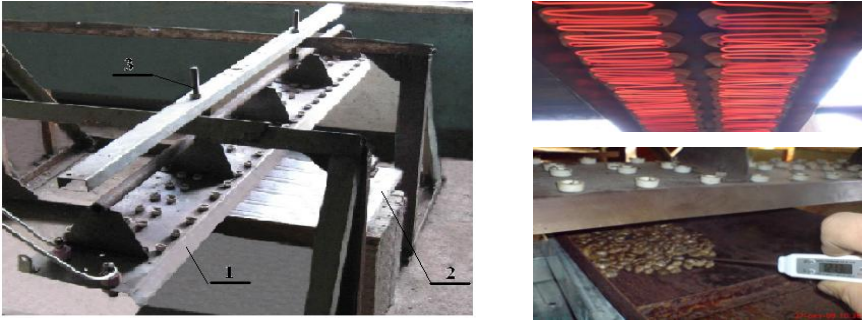


Рисунок 1 - Загальний вигляд експериментального устаткування для детоксикації насіння рицини: 1 – випромінювач; 2 – підкладка для оброблюваного матеріалу; 3 – регулювальні болти

Створено експериментальне устаткування (рис. 1), яке забезпечує обробку насіння рицини ІЧ-випромінюванням з довжиною хвилі від 1,8 мкм до 3,4 мкм, що проникає вглиб насіння на 2 - 3 мм і розігріває його зсередини. Базуючись на даних попередньо проведеного аналізу наукових джерел та попередніх лабораторних дослідженнях, визначено, що відстань між джерелом випромінювання і матеріалом – об'єктом опромінювання – впливає на щільність потоку енергії, падаючого на поверхню матеріалу, а також на рівномірність опромінювання.

При відстані між об'єктом опромінювання та його джерелом - 100 мм, щільність потоку в 2 рази вища, ніж при 300 мм. Зокрема, якщо відстань між джерелом випромінювання буде значною, то матеріал, розташований між ними, не піддаватиметься опромінюванню. При збільшенні відстані до 300 мм відбувається поєднання епюр опромінювання, і рівномірність поля опромінювання підвищується, але щільність потоку зменшується приблизно в 2 рази, що призводить до зниження температури [5].

Визначені основні технологічні параметри детоксикації насіння рицини при обробці ІЧ-випромінюванням:

- відстань між джерелом випромінювання і насінням рицини, яка забезпечує повну детоксикацію рицину – 70 мм для обрушеного і 50 мм для необрушеного насіння рицини;

- температурний режим, який забезпечує повну детоксикацію рицину і не погіршує кормові властивості макухи – 137°C для обрешеного і 146-150°C для необрешеного насіння рицини;
- тривалість перебування насіння рицини в зоні ПЧ-обробки для необрешеного насіння - 2,5 хв., для обрешеного 1,5-2,5 хв. [6, 7].

Ефективність процесу детоксикації насіння рицини визначали за результатами реакції на рицин за ГОСТ 17290-71 [2]. Наявність або відсутність рицину визначали візуально за картиною гемаглютинації. При температурі ПЧ-обробки 146-150°C забезпечується повна детоксикація токсичної речовини білкової природи – рицину (рис. 2).

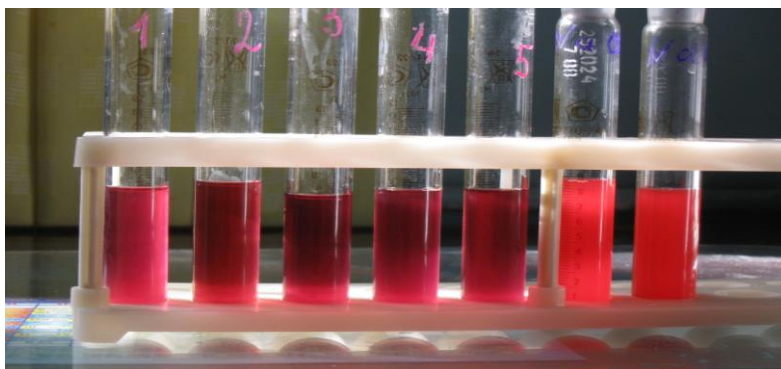


Рисунок 2 - Загальний вигляд проб, які за результатами реакції гемаглютинації показали відсутність рицину

Після проведення реакції гемаглютинації - рідина була рівномірно рожево-каламутної, при струшенні пробірки, каламуть хвилеподібно рухалася, червоні грудки були відсутні. Підвищувати температуру обробки недоцільно, бо швидкість процесу денатурації білків під дією нагрівання нелінійно зростає, що призводить до глибокої денатурації білкових молекул. Для порівняння на рис. 3 надано типовий загальний вигляд проб, які за результатами реакції гемаглютинації визначено не детоксикованими.

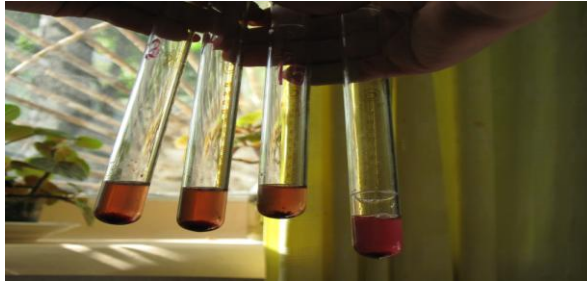


Рисунок 3 - Загальний вигляд проб, які за результатами реакції гемаглютинації показали наявність великої кількості рицину

Під впливом ІЧ - випромінювання процес детоксикації відбувається значно швидше, ніж при застосуванні традиційних методів волого - теплової обробки. При цьому у клітинному вмісті змінюється перебіг як ферментативних, так і некаталітичних біохімічних перетворювань, спричинених різким підвищенням температури, що може призвести до змінення складу і кількісного співвідношення протеїнових фракцій нативної сировини в бік значного погіршення кормових якостей отриманих макухи чи шроту. Тому, був визначений вплив технологічних режимів оброблення насіння рицини ІЧ-випромінюванням на якісні показники кінцевої продукції.

На рис. 4 представлені графіки, які ілюструють динаміку ферментативного гідролізу білків рицини травними ферментами. Для вивчення впливу обробки ІЧ-випромінювання на якість макухи визначали перетравність білків рицини при різних режимах ІЧ-обробки. Процес перетравлення білків рицини досліджували за методом Покровського – Єртанова. Атакованість білків протеолітичними ферментами – пепсином і трипсином (фірми «Serva») визначали, використовуючи інкубацію дослідних зразків при температурі 37°C на протязі 6 годин. Про величину протеолізу судили за вмістом продуктів гідролізу в «переварі». Кількість продуктів гідролізу визначали методом Лоурі, який характеризується високою чутливістю. Перетравність білку виражали у відсотках, приймаючи за 100% вміст білка у наважці [7].

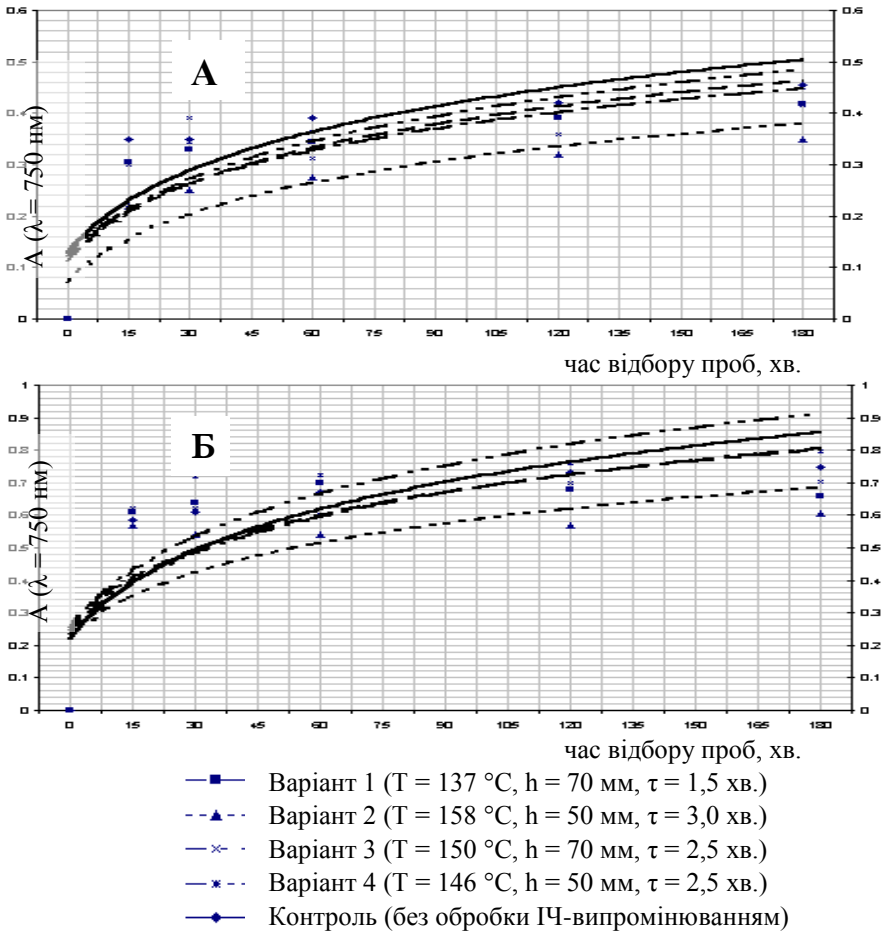


Рисунок 4 - Динаміка ферментативного гідролізу білків рицини травними ферментами: А – перетравність білків рицини пепсином; Б – перетравність білків рицини трипсином

З'ясовано, що обробка при температурі вищій за 150°C , призводить до зниження перетравності білку як пепсином, так і трипсином. Сумарна перетравність білку зразка, обробленого при температурі 158°C , була майже на 20% нижчою в порівнянні з контролем. Визначені раціональні режими обробки насіння рицини ІЧ-випромінюванням забезпечують сумарний рівень перетравності білка 50,5-57,5%, що відповідає контрольному показнику [7]. Визначення основних органолептичних і фізико-хімічних параметрів макухи проводилося

відповідно ГОСТ 17290-71. Встановлено, що рицинова макуха отримана внаслідок переробки насіння рицини, яке пройшло обробку ГЧ-випромінюванням, і в якому за результатами реакції гемаглютинації повністю відсутній рицин, за органо-лептичними і фізико-хімічними показниками відповідають вимогам стандарту.

Висновки. За результатами проведених досліджень з визначення впливу технологічних режимів процесу детоксикації насіння рицини ГЧ-випромінюванням на якісні показники кінцевої продукції зроблено висновок, що рицинова макуха відповідає вимогам державного стандарту і зберігає відповідні фізико-хімічні та кормові властивості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Барта Я. Нетрадиционные корма в рационах сельскохозяйственных животных/ Я.Барта, Х.Бергнер, К Бодя и др. . – М.: Колос, 1984.- 272 с.

2. ГОСТ 17290 – 71 Шрот клещевинный кормовой.

3. Гуменюк Г.Д. Использование отходов промышленности и сельского хозяйства в животноводстве/ Г.Д.Гуменюк, А.М.Жадан, А.Н.Коробко . – К.: Урожай, 1991. – 216 с.

4. Источники пищевого белка; под ред. и с предисл. В.Н. Сойфера. – М.: Колос, 1979. – 302 с.

5. Створити наукові основи глибокої переробки та використання біосировини для енергетичного і кормового забезпечення виробництва тваринницької продукції. Звіт з НДР (заключний)/ [Дідур В.А., Безпалов Р.І., Ткаченко В.О., Троїцька О.О., Шапаренко Л.Г. та ін.] // Інститут механізації тваринництва НААН. – УкрІНТЕІ; № ДР 0108U005350; Інв. № 0211U000689 – Запоріжжя, 2010 р. – 100 с.

6. Безпалов Р.І. Експериментальні дослідження процесу детоксикації насіння рицини ГЧ-випромінюванням/ Р.І.Безпалов., О.О.Троїцька, О.В.Кисельов, С.Ж.Панов., М.Ю.Ковязина// Збірник наукових праць Інституту механізації тваринництва Української академії аграрних наук «Механізація, екологізація та конвертація біосировини у тваринництві».– Запоріжжя: ІМТ НААН, – вип. 1(7), 2011. – 9 с.

7. Троїцька О.О. Аналіз сучасних технологій детоксикації антипоживних речовин в насінні рицини/ О.О.Троїцька, С.Ж.Панов// Науково-технічний бюлетень

Інституту олійних культур НААН. – Запоріжжя:ІОКНААН, вип. 16, 2011. - 142-152 с.

BIBLIOGRAPHY

1. Barta Ya. Alternative feed in diet of farm animals/ Ya. Barta, H. Bergner, K. Bodya and others. – М.: Kolos, 1984.- 272 s.
2. State Standard 17290 – 71 Extraction cake castor-oil plant fodder.
3. Gumeniuk G.D. Use of industry and agriculture waste in livestock/ G.D. Gumeniuk, A.M. Zhadan, A.N. Korobko. – К.: Urozhay, 1991. – 216 s.
4. Source of food protein; pod red. i s predisl. V.N. Soifera. – М.: Kolos, 1979. – 302 s.
5. Didur V.A. To create scientific basis of deep processing and using of bio feedstock for power and forage supply of livestock production. Research Report (final)/ [V.A. Didur, R.I. Bezpалov, V.O. Tkachenko, O.O. Troits'ka, L.G. Shaparenko and oth.] // Institut mekhanizatsii tvarynnytsva NAAN.– UkrINTEI; № DR 0108U005350; Inv. № 0211U000689 – Zaporizhzhya, 2010. – 100 s.
6. Bezpалov R.I. Test research of castor-oil plant seeds detoxication process by IR radiation/ R.I. Bezpалov, O.O. Troits'ka, O.V. Kysel'ov, S.Zh. Panov, M.Yu. Koviazyana// Zbirnyk naukovih prats' Instytutu mekhanizatsii tvarynnytsva Ukrainskoi akademii agrarnykh nauk «Mekhanizatsiya, ekologizatsiya ta konvertatsiya biosyrovyny u tvarynnytsvi». - Zaporizhzhya: IMT NAAN, vyp. 1(7), 2011. – 9 s.
7. Troits'ka O.O. Analysis of modern technologies of antinutrimet detoxication in castor-iol plant seeds/ O.O. Troits'ka, S.Zh. Panov// Naukovo-tekhnichny biuleten' Instytutu oliynykh kul'tur NAAN. – Zaporizhzhya: ІОКНААН, vyp. 16, 2011. - 142-152 s.

EFFICIENCY RESEARCH OF CASTOR-OIL PLANT SEEDS DETOXICATION BY INFRARED RADIATION

V.A. Didur, O.O. Troits'ka, M.Yu. Koviazyana

Summary

The results of experimental research of detoxication efficiency by infrared radiation of toxin ricin contained in castor-oil plant seeds and cake or oil meal obtained after seed processing

have been given in the article. The processing methods of micronization process for providing complete inactivation of ricin protein toxic properties and quality parameters of detoxication process have been considered.

Key words: detoxication, infrared radiation, feed goals, toxin ricin, castor-oil plnt, toxic properties.