

## ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕРОБКИ НАСІННЯ РІПАКУ НА ВМІСТ ГЛЮКОЗИНОЛАТІВ

М. С. Микитин, У. М. Мельник, О. Є. Волчовська-Козак

**Мета дослідження** – визначити вміст глюकोзинолатів у насінні ріпаку та продуктах його переробки залежно від технологічних прийомів його переробки на різних переробних підприємствах.

**Матеріали та методи.** Дослідження проводились з використанням товарного насіння ріпаку, а також побічних продуктів його переробки на олію – шроту та макухи. Зразки вихідних та кінцевих продуктів переробки були відібрані на тих підприємствах України, які останні кілька років займалися переробкою ріпакового насіння.

Біохімічний аналіз зразків насіння, шроту та макухи проводили відомими методами.

Для аналізу отриманих результатів використовували розрахункові та аналітичні методи досліджень.

**Результати.** Як показали дослідження, зниження вмісту глюкозинолатів відбувається також в процесі промислової переробки товарного насіння ріпаку на олію. При цьому на олієекстракційних підприємствах цей показник знижується на 50 %, а на підприємствах, де відсутні етапи екстракції і тостування – на 25 %.

Аналіз показав, що вміст глюкозинолатів у вітчизняних продуктах переробки ріпакового насіння (макуха, шрот) на даному етапі складає в середньому 25 мкмоль/г. Однак цей рівень є покищо вищим від того, за яким вважається, що використовувати їх в годівлі моногастричних тварин можна без обмежень, оскільки тоді вміст глюкозинолатів в цих продуктах не повинен перевищувати 20 мкмоль/г.

**Висновки.** Вміст основних антипоживних речовин у ріпаковому шроті/макусі вітчизняного виробництва в поточному році складав 25,1-25,8 мкмоль/г с.р., що поки що є вищим за рівень, який дозволяє використовувати дані продукти переробки ріпакового насіння в годівлі моногастричних тварин без обмежень

**Ключові слова:** ріпак, насіння, макуха, шрот, технологія переробки, глюкозинолати, ефективність використання, годівля

Copyright © 2020, М. Микитин, У. Мельник, О. Волчовська-Козак.

This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).

### 1. Вступ

Високобілкові продукти переробки насіння олійних (в т.ч. хрестоцвітих) культур – макуха і шрот – є цінними компонентами концентратів, як засоби для балансування їх за вмістом протеїну. Висока кормова цінність, круглорічна доступність та конкурентоздатна ціна цих кормових компонентів спричинила стійке збільшення їх виробництва і використання. За останні роки шроти складають біля третини загального виробництва кормових інгредієнтів в Європейському Співтоваристві та основу білкової якості комбикормів в розвинених країнах, які в значній мірі за рахунок цього забезпечують високі темпи приросту продуктивності у тваринництві і птахівництві [1].

У світовому виробництві і торгівлі шротами домінують вісім продуктів – соєвий (понад 60 %), ріпак (понад 10 %), бавовниковий (біля 7 %), соняшниковий (понад 5 %), арахісовий (біля 4 %), пальмовий (2 %), кокосовий (1 %) та лляний (менше 1 %).

Роль цінового лідера в міжнародній торгівлі відіграє соєвий шрот, який більш як в 1,5 раза перевищує арахісовий та більш як в 3 рази, зокрема, соняшниковий та ріпак.

Використання шротів в годівлі обмежується не тільки їхніми цінами, але й також кормовою цінністю протеїну для тварин. Однак, крім корисних властивостей для них характерні і антипоживні фактори, зокрема такі, як інгібітори протеаз (соє, соняшник), поліфеноли/таніни (ріпак, соняшник), лектини (соняшник), фітати (соє, ріпак, соняшник), глюкозинолати (ріпак), некрохмальні полісахариди (соє, ріпак, соняшник), антигенні протеїни (соє),  $\alpha$  – галактозиди (соє, ріпак, соняшник), лінамарин (льон), госсипол (бавовник), афлатоксини (арахіс) і т.д.

Механізм та ступінь впливу даних сполук на тваринний організм є різним через їх хімічну та біологічну природу, їх концентрацію в раціоні, вид та вік тварин і ін. [2].

В результаті невідповідного використання таких інгредієнтів відбувається погіршення балансу між використовуваними кормами та приростами тварин і, як наслідок, перевитрачання кормів та підвищення собівартості отримуваної продукції [3, 4].

### 2. Літературний огляд

Нестача високопротеїнових компонентів для виробництва концентратів і добавок в годівлі тварин в Україні вимагає постійного пошуку джерел їх попов-

нення. Тому в системі кормовиробництва господарств багатьох регіонів країни значне місце повинен зайняти ріпак, оскільки за останні роки площі його посіву в Україні зросли у 6–8 разів і наблизилась до оптимальних, тобто таких, які є зараз у високорозвинутих країнах Європи. Ця культура при дотриманні рекомендованих агротехнологічних вимог вирощування дозволяє отримувати з гектара не тільки 15–18 центнерів олії – продукції, яка має великі і постійні ринки збуту, а й 7–8 центнерів високоякісного протеїну, який за амінокислотним складом близький до соєвого, а за співвідношенням незамінних амінокислот до замінних навіть дещо перевищує його.

Однак разом з корисними властивостями ріпакова макуха/шрот має і деякі негативні ознаки. Насамперед, це наявність ряду антипоживних речовин різного походження, таких як глюкозинолати, синапін, фітати,  $\alpha$ -галактозида, сапоніни і ін., які по різному впливають на живі організми [5].

Так, глюкозинолати виявляють гіпертрофічну та гіперплазійну дію, затримують ріст і розвиток організму; фітати перешкоджають засвоєнню мінеральних сполук іонів дво- та тривалентних металів, синапін спричиняє погіршення якості яєць і т.д. [6, 7], що негативно відбивається як на якості, так і кількості та вартості тваринницької продукції.

За результатами проведених зарубіжних та вітчизняних досліджень основними шляхами вирішення цієї проблеми є селекційний та технологічний. З допомогою здійснення селекційних програм вже вдалося вивести, зокрема, ряд низькоглюкозинолатних сортів ріпаку (так звані «00»-сорти), що дало змогу розширити використання продуктів переробки з такого насіння в раціонах тварин і птиці [8]. Технічним способом теж вдається значно покращити якість ріпакового шроту (тостування, екструзія, мікронізація і ін.). Однак недоліком останнього є необхідність дії високих температур, які призводять до зниження розчинності протеїну та доступності амінокислот [9].

Як показали попередні дослідження, одним з дієвих та ефективних способів покращення якості, зокрема, ріпакового шроту, є його біотехнологічна обробка, яка не тільки значно знижує вміст антипоживних речовин, а й підвищує розчинність протеїну, доступність амінокислот, покращує смакові якості корму і т. д. Як наслідок, зростає споживаність корму, зменшуються затрати протеїну на одиницю приросту, знижується собівартість продукції. Це свідчить про те, що біотехнологічна обробка підвищує рівень трансформації поживних речовин корму в тваринницьку продукцію [10].

Виявлено також, що вміст антипоживних речовин, зокрема глюкозинолатів, може знижуватися і в процесі переробки насіння на олію, однак ступінь їх зниження залежить від прийнятої технології переробки ріпака [11].

### 3. Мета та завдання дослідження

Мета дослідження – визначити вміст глюкозинолатів у насінні ріпаку та продуктах його переробки залежно від технологічних прийомів його переробки на різних переробних підприємствах.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

1. Визначити підприємства України, які на даний час є найбільшими переробниками ріпакового насіння.

2. Відібрати та проаналізувати зразки насіння та вторинних продуктів його переробки на вміст олії та глюкозинолатів.

3. Визначити вміст глюкозинолатів в залежності від прийнятих технологій переробки ріпакового насіння на вітчизняних підприємствах та оцінити відповідність отриманих показників вимогам щодо використання макухи і шроту в годівлі сільськогосподарських тварин і птиці.

### 4. Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводились з використанням товарного насіння ріпаку, а також побічних продуктів його переробки на олію – шроту та макухи. Зразки вихідних та кінцевих продуктів переробки були відібрані на тих підприємствах України, які останні кілька років займалися переробкою ріпакового насіння.

Біохімічний аналіз зразків насіння, шроту та макухи проводили на вміст сухої речовини та олії (Алікаєв В.А., 1982), а також алкенілглюкозинолатів (Дем'янчук Г.Т. і ін., 1987).

Для аналізу отриманих результатів використовували розрахункові та аналітичні методи досліджень. Для статистичної обробки досліджень використовували метод середніх величин та вибірковий метод.

### 5. Результати та їх обговорення

Аналіз динаміки показників експорту ріпаку та продуктів його переробки показав помітне зниження поставок на зовнішні ринки самого насіння на користь збільшення експорту продуктів його переробки – ріпакового шроту і олії, що підтверджується нарощуванням обсягів переробки ріпаку всередині країни.

До недавнього часу практично весь ріпак, вирощений в Україні, поставлявся на зовнішні ринки. Починаючи з сезону 2013/2014 маркетингового року (МР) спостерігається тенденція до зниження частки експорту ріпаку у валовому зборі культури з 95 до 87 % в 2014/2015 сезоні і 84,2 % в 2015/2016 сезоні.

Основними імпортерами Українського насіння ріпаку в 2015/2016 МР були країни Європейського співтовариства (97 % або 1,1 млн. т), а також Пакистан, ОАЕ, Бангладеш та Ізраїль.

В 2015/2016 МР переробкою ріпаку в Україні займалося 10 заводів. За цей період (липень 2015 – червень 2016 рр.) даними підприємствами було перероблено 300 тис. тонн насіння ріпаку; при цьому вироблено біля 150 тис. тонн ріпакової олії, з яких 142 тис. тонн експортовано, а також біля 150 тис. тонн ріпакового шроту і макухи. Сукупно протягом 2015/2016 МР українськими виробниками перероблено на 27,2 % більше насіння ріпаку, ніж за підсумками попереднього сезону.

Провідним переробником ріпаку в липні 2016/2017 МР стала група підприємств ViOil, на виробничих потужностях якої в 2015/2016 МР було вироблено понад 80 % загальноукраїнського обсягу виробництва ріпакової олії і шроту (табл. 1).

Основними етапами технологічного процесу переробки насіння на підприємствах ViOil та Оліяр є подрібнення, пресування та екстрагування, тоді як на підприємстві ТзОВ «Агротехніка» - подрібнення та пресування.

Зразки насіння, шроту та макухи, відібрані в поточному році на вищевказаних підприємствах, були проаналізовані на вміст води, олії, та глюкозинолатів (табл. 2).

Таблиця 1

Найбільші переробники насіння ріпаку в 2015/2016 маркетинговому році

| Назва підприємства | Насіння ріпаку, % | Ріпакова олія, % | Ріпаковий шрот/макуха, % |
|--------------------|-------------------|------------------|--------------------------|
| ViOil              | 82,1              | 83,7             | 82,4                     |
| Оліяр              | 12,2              | 11,1             | 10,7                     |
| ТзОВ "Агротехніка" | 3,8               | 3,4              | 3,3                      |

Таблиця 2

Вміст олії та глюкозинолатів в насінні, шроті та макусі ріпаку, взятих на вітчизняних переробних підприємствах

| Назва підприємства | Зразок  | Вологість, % | Вміст олії, % | Вміст глюкозинолатів, мкмоль/г натуральної маси | Вміст глюкозинолатів, мкмоль/г сухої знежиреної речовини |
|--------------------|---------|--------------|---------------|---|--|
| ViOil              | насіння | 10,0±0,12    | 44,74±0,53    | 25,5±0,26                                       | 56,3±0,49  |
|                    | шрот    | 11,7±0,14    | 2,78±0,06     | 22,8±0,22                                       | 26,7±0,28  |
| Оліяр              | насіння | 9,1±0,10     | 44,15±0,46    | 24,5±0,28                                       | 52,4±0,47  |
|                    | шрот    | 11,9±0,14    | 2,24±0,05     | 22,1±0,20                                       | 25,7±0,30  |
| ТзОВ "Агротехніка" | насіння | 8,9±0,10     | 43,47±0,42    | 19,4±0,21                                       | 40,7±0,36  |
|                    | макуха  | 9,3±0,11     | 14,20±0,21    | 23,4±0,25                                       | 30,6±0,32  |

Аналіз змін вмісту глюкозинолатів в процесі переробки товарного насіння на олію показав, що внаслідок умов технологічного процесу на оліїекстракційних заводах (ViOil, Оліяр) він знижується більш, як на 50 %, що обумовлено, очевидно, дією високих температур під час процесу тостування шроту. В той же час на олійному підприємстві (ТзОВ «Агротехніка»), де відсутній етап екстракції олії органічними розчинниками, вміст глюкозинолатів знизився тільки на 25 %.

В кінцевому рахунку вміст глюкозинолатів в товарному насінні та шроті і макусі, взятих з трьох основних вітчизняних підприємств в поточному році в перерахунку на суху речовину має наступні значення (табл. 3).

Проведеними аналогічними дослідженнями в Німеччині в 2003 році були встановлені наступні рівні вмісту глюкозинолатів в насінні та шроті, отриманих на місцевих переробних заводах, а також імпортованих [12] (табл. 4).

Таблиця 3

Вміст глюкозинолатів в насінні ріпаку та продуктах його переробки, отриманих на основних переробних підприємствах України (мкмоль/г сухої речовини)

| Назва підприємства | Насіння   | Шрот      | Макуха    |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|
| ViOil              | 28,3±0,28 | 25,8±0,22 | –         |
| Оліяр              | 27,0±0,29 | 25,1±0,27 | –         |
| ТзОВ "Агротехніка" | 21,3±0,21 | –         | 25,5±0,26 |

Таблиця 4

Вміст глюкозинолатів в насінні та шроті ріпаку, які були задіяні на німецьких підприємствах, а також імпортованих в Німеччину в 2002-2003 рр.

| № п/п | Країна - виробник | Вміст глюкозинолатів                     |                                  |
|-------|-------------------|--|----------------------------------|
|       |                   | в насінні, мкмоль/г, 91 % сухої речовини | в шроті, мкмоль/г сухої речовини |
| 1     | Німеччина         | 3,7–28,3                                 | 0,9–19,7                         |
| 2     | Франція           | 12,1–21,7                                | 3,0–37,3                         |
| 3     | Чехія             | 8,3–30,9                                 |                                  |
| 4     | Україна           | 29,2–44,8                                |                                  |

Таким чином вміст глюкозинолатів в насінні ріпаку та побічних продуктах його переробки (шрот, макуха) на переробних заводах України в порівнянні з 2003 роком помітно знизився (в насінні з 29,2–44,8 до

21,3–28,3 мкмоль/г с.р., в шроті і макусі – з 24,3–37,3 до 25,1–25,8 мкмоль/г с.р.), але є ще достатньо високим, щоб без обмежень застосовувати ріпаковий шрот/макуху в годівлі моногастричних тварин. Вста-

новлена на сьогодні гранично допустима норма 20 мкмоль/г [13] глюкозинолатів в кормах з хрестоцвітих культур може бути досягнута за рахунок вдосконалення технологічних та селекційних прийомів, які активно розробляються у світовій сільськогосподарській науці та переробній промисловості.

## 6. Висновки

1. Продукти переробки насіння олійних хрестоцвітих культур – макухи, шроту – є важливими джерелами протеїну в годівлі сільськогосподарських тварин, однак поряд з корисними ознаками вони містять і антипоживні фактори.

2. Основними способами зниження токсичності даних факторів є технологічний та селекційний.

3. Вміст основних антипоживних речовин у ріпаковому шроті/макусі вітчизняного виробництва в поточному році складав 25,1–25,8 мкмоль/г с.р., що поки що є вищим за рівень, який дозволяє використовувати дані продукти переробки ріпакового насіння в годівлі моногастричних тварин без обмежень.

## Конфлікт інтересів

Відсутній

## Література

1. Побережна, А. А. (2003). Світове виробництво і використання шротів для підвищення протеїнової поживності комбікормів. Корми і кормо виробництво, 51, 368–370.
2. Schumacher, K. (1992). Worldwide sources of oilseed meals for feed manufacturing. Proceedings of the World Conference on Oilseed Technology and Utilization. Champaign, 352–358.
3. Clandinin, D. R., Robblee, A. R. (1981). Rapeseed meal in animal nutrition: II. Nonruminant animals. Journal of the American Oil Chemists' Society, 58 (6), 682–686. doi: <http://doi.org/10.1007/bf02899448>
4. Thomke, S. (1981). Review of rapeseed meal in animal nutrition: Ruminant animals. Journal of the American Oil Chemists' Society, 58 (8), 805–810. doi: <http://doi.org/10.1007/bf02665585>
5. Hill, R. (1979). A Review of the "Toxic" Effects of Rapeseed Meals with Observations on Meal from Improved Varieties. British Veterinary Journal, 135 (1), 3–16. doi: [http://doi.org/10.1016/s0007-1935\(17\)32982-2](http://doi.org/10.1016/s0007-1935(17)32982-2)
6. Tokey, H. L., Van Ethen, C. H., Daxenbichler, M. E. et. al. (1980). Toxic constituents of Plant Foodstuffs. New York: Academic Press, 504.
7. Rutkowski, A., Dabrowski, K. (1983). Zywienie sruta rzepakowa a jakosc mleka, jaj i miesa. Postepy nauk rolniczych, 3, 9–20.
8. Дем'янчук, Г. Т., Микитин, М. С., Волчовська-Козак, О. Є. (2003). Ріпак: від сорту – до якісного насіння, олії і кормів. Олійно-жировий комплекс, 2, 14–16.
9. Rayner, C. J., Fox, M. (1976). Amino acid digestibility studies of autoclaved rapeseed meals using anin vitro enzymatic procedure. Journal of the Science of Food and Agriculture, 27 (7), 643–648. doi: <http://doi.org/10.1002/jsfa.2740270709>
10. Микитин, М. С. (2008). Біотехнологічна обробка продуктів високопротеїнових олійних культур. Вісник аграрної науки, 8, 43–45.
11. Дем'янчук, Г. Т., Микитин, М. С. (1994). Зміни вмісту глюкозинолатів та активності мірозирази в технологічному процесі переробки насіння ріпаку. Вісник аграрної науки, 4, 106–109.
12. Schumann, W. (2003). Glucosinolate content of rapeseed and rapeseed products in Germany. Proceedings of 11th International Rapeseed Congress. Copenhagen, 4, 1265–1267.
13. Rakowska, M., Twarkowska, J., Wyczynska, B., Neumann, M., Krzymanski, J. (1979). Effect of glucosinolate content in the seeds of cultivars on the growth, protein efficiency ratio and reproduction of rats. Biuletin IJAR (Supl.I), 135, 334–349.

Received date 30.10.2019

Accepted date 19.11.2019

Published date 30.12.2019

**Микитин Микола Степанович**, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, вул. С. Бандери, 21 А, м. Івано-Франківськ, Україна, 76014  
E-mail: [instarpv@i.ua](mailto:instarpv@i.ua)

**Мельник Уляна Миколаївна**, молодший науковий співробітник, Відділ науково-консультаційного та інформаційного забезпечення, економіки і маркетингу, Прикарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, вул. С. Бандери, 21 А, м. Івано-Франківськ, Україна, 76014  
E-mail: [instarpv@i.ua](mailto:instarpv@i.ua)

**Волчовська-Козак Олександра Євгенівна**, кандидат біологічних наук, доцент, кафедра біології та екології, Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, вул. Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ, Україна, 76018  
E-mail: [inst@pu.if.ua](mailto:inst@pu.if.ua)