

PATOLOGIA I TERAPIA

ZYGMUNT MADEJSKI

Problem toksyczności śrut rzepakowych dla zwierząt

Zakład Farmakologii i Toksykologii Instytutu Weterynarii w Puławach
Kierownik: prof. dr T. JUSZKIEWICZ

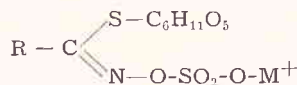
Śruta rzepakowa jest cennym składnikiem pasz dla zwierząt w naszym kraju, otrzymywanym w procesie produkcji oleju z nasion rzepaku (*Brassica napus var. oleifera*; rodzina Krzyżowe — *Cruciferae*). Wchodzi ona głównie w skład przemysłowych mieszanek paszowych dla bydła, owiec, trzody chlewnej i kur w ilościach 3—20% (16).

O wartości paszowej śruty rzepakowej dla zwierząt decyduje przede wszystkim duża zawartość w niej białka (około 35%), w skład którego wchodzi wszystkie aminokwasy egzogenne niezbędne dla organizmu zwierzęcego (zwłaszcza dla zwierząt o żołądku jednokomorowym). Występują one w ilościach 0,7—7% (15). Oprócz białka cennymi składnikami przyswajalnymi śruty są węglowodany (30—40%) oraz tłuszcz resztkowy (do 2,5%), cechujący się dużą zawartością nienasyconych kwasów tłuszczowych. Dość istotnym składnikiem śruty jest błonnik, występujący w ilości do 15%. Substancja ta w przewodzie pokarmowym przeżuwalcy ulega trawieniu i przyswajaniu, natomiast dla zwierząt nieprzeżuwających stanowi tzw. balast pokarmowy. Wśród składników mineralnych występujących w śrucie na uwagę zasługują: Ni (0,26 mg%), Cu (0,94 mg%), Mn (7,52 mg%), Fe (30,05 mg%), a wśród witamin — niacyna, tokoferole, kwas pantotenowy, ryboflawina i tiamina, których ilości są zmienne (18).

Obecność wymienionych składników warunkuje wysoką wartość pokarmową śruty i w pełni uzasadnia celowość wykorzystania jej w żywieniu zwierząt.

Występowanie substancji toksycznych

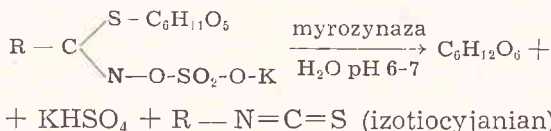
Jak z wielu dotychczasowych doniesień wynika stosowanie śruty rzepakowej w żywieniu zwierząt stwarza równocześnie problemy toksykologiczne. Śruta ta oprócz składników odżywczych zawiera organiczne połączenia siarki tzw. tioglukozydy (typowe dla roślin z rodziny Krzyżowych) o następującym ogólnym wzorze chemicznym:



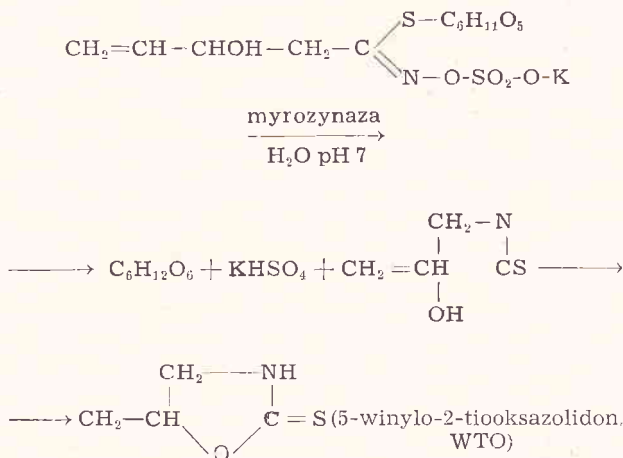
$C_6H_{11}O_5$ — reszta glukozy
 M — metal alkaliczny lub fenol
 R — rodnik aglukonowy

Tioglukozydy w pewnych warunkach tworzą związki toksyczne określane mianem wolotwórczych. Są to głównie izotiocyaniany (ITC), zwane również olejkami gorczycznymi oraz winylo-2-tioksazolidony, a zwłaszcza 5-winylo-2-tioksazolidon (WTO, syn. Goitryna). Związki te powstają w procesie reakcji enzymatycznej pod wpływem myrozynazy, enzymu występującego naturalnie w roślinach z rodziny Krzyżowych (23).

Powstawanie izotiocyanianów następuje w środowisku o $pH=6-7$ i przebiega wg reakcji:



Natomiast 5-winylo-2-tioksazolidon (WTO) powstaje wówczas gdy w rodniku R tioglukozydu występuje grupa OH i reakcja przebiega w środowisku o $pH=7$:



Tworzenie się ITC i WTO może zachodzić w czasie przemysłowego przerobu nasion rzepaku lub też w przebiegu oznaczeń analitycznych. Związki te mogą także powstawać w przewodzie pokarmowym przeżuwalcy (20, 21).

Izotiocyaniany

Liczne badania ostatnich lat wykazały, że w nasionach rzepaku występują różne izotiocyaniany, z których najlepiej zostały poznane:

1) izotiocyanian 3-butynyli (olejek krotynyowy) — C_4H_7NCS

2) izotiocyanian 4-pentynyli (olejek angelikowy) — C_5H_9NCS

3) izotiocyanian 2-feniloetylowy (olejek feniloetylogorczyzny) — $C_6H_5CH(CH_3)NCS$.

Zawartość izotiocyanianów w śrutach rzepakowych jest bardzo różna i zależy od wielu czynników. Głównie zależy ona od odmiany rzepaku oraz od procesów technologicznych i stosowanej aparatury przy przerobieniu nasion rzepaku. W Polsce zazwyczaj używa się dwóch metod ekstrakcji oleju z nasion rzepaku — bateryjnej i ciągłej, przy czym w przypadku metody ciągłej stosowane są aparaty typu De Smeta lub Bollmanna, a ostatnio także typu Lurgi lub Rotocel (8, 17, 18). Śruty uzyskiwane przy stosowaniu metody bateryjnej zawierają naogół mniej izotiocyanianów niż w przypadku użycia metody ciągłej. Również jeśli używa się aparatury typu De Smeta, śruta zawiera około 20% mniej tych związków niż np. przy użyciu aparatu Bollmanna.

Polskie rzepaki ozime zawierają 4,6—6,2 mg/g izotiocyanianów w przeliczeniu na suchą masę beztłuszczową. Najmniejszą zawartością tych składników cechuje się odmiana Warszawska i Bałtycka, a największą — Górczańska i Kutnowska (18).

Wśród zawartych w śrucie rzepakowej izotiocyanianów znaczenie toksykologiczne ma głównie izotiocyanian 3-butynyli (olejek krotynyowy), który występuje w śrucie w największych ilościach (około 85%). Pozostałe izotiocyaniany występują w stosunkowo niewielkich ilościach (2—3%) i ich znaczenie jest mniejsze (15).

5-winylo-2-tiooksazolidon (WTO)

Prekursorem WTO w śrucie rzepakowej jest typowy dla nasion rzepaku tioglukozyd — glukozopaferyna, zwana również synapiną lub progoitryną. Związek ten może także powstawać z olejku krotynyowego (izotiocyanian 3-butynyli) pod wpływem utleniania i katalitycznego działania bliżej nieokreślonego enzymu (14).

WTO w stanie czystym jest to substancja krystaliczna o punkcie topnienia $50^{\circ}C$, optycznie czynna, posiadająca odczyn słabego kwasu. Dobrze rozpuszcza się w wodzie i eterze etylowym. Roztwory eterowe WTO posiadają charakterystyczne widmo absorpcyjne w nadfioletecie z maksimum absorpcji długości fali przy 248 nm, co wykorzystuje się przy oznaczaniu tego związku metodami spektrofotometrycznymi.

Zawartość WTO w śrutach rzepakowych jest różna i zależy od tych samych czynników,

które warunkują ilości obecnych w nich izotiocyanianów. Wśród odmian rzepaku uprawianego w Polsce, najmniej WTO zawiera rzepak Oleski (3,7 mg/g suchej masy), a najwięcej (6,3 mg/g) — Poświęcki (18). Śruty otrzymywane w oparciu o baterijną metodę ekstrakcji oleju mogą zawierać do 1,25 mg/g suchej masy WTO, a przy metodzie ciągłej i zastosowaniu aparatury typu Bollmanna — do 1,9 mg/g, zaś w przypadku zastosowania aparatury typu De Smeta — do 2,15 mg/g suchej masy tego związku.

Działanie toksyczne ITC i WTO

Mechanizm działania ITC i WTO nie jest jeszcze dokładnie poznany. Powszechnie wiadomo, że są to substancje powodujące zmiany funkcjonalne i morfologiczne w tarczycy. Istnieje jednak zasadnicza różnica w działaniu tych związków (18). Izotiocyaniany uniemożliwiają wychwytywanie jodu (formy jonowej) z krwi oraz powodują utratę tego pierwiastka nagromadzonego już w gruczole. Nie blokują one jednak procesów mechanicznej syntezy w tarczycy. Natomiast działanie toksyczne WTO polega głównie na hamowaniu reakcji jodowania tyrozyny i zmniejszaniu jej produkcji. Powoduje to wzmożone wydzielanie się tyreotropiny z przedniego płata przysadki mózgowej, co z kolei prowadzi do hipertrofii i hiperplazji gruczołu tarczycowego i powstawania wola (goiter).

Izotiocyaniany prócz wpływu na tarczycę działają również bezpośrednio drażniaco na tkanki i błony śluzowe i mogą powodować stany zapalne, a nawet martwicze w przewodzie pokarmowym nerkach i układzie oddechowym. Ponadto mogą one wywierać ogólny wpływ na organizm wyrażający się obniżeniem czynności układu nerwowego, zmniejszeniem wrażliwości na bodźce z otoczenia oraz ogólnym osłabieniem (3).

Wpływ paszy z dodatkiem śruty rzepakowej na zwierzęta

Reakcje zwierząt na te same ilości śruty rzepakowej w paszy są bardzo różne i zależne głównie od wrażliwości osobniczej oraz gatunkowej. Dlatego też obecnie dość szeroko są prowadzone badania zmierzające do określenia dawki śruty w racji pokarmowej, która w konsekwencji skarmiania powodowałaby możliwe najmniejsze zaburzenia w ustroju danego gatunku zwierzęcia.

D r ó b. Śruta surowa (nieodgorzona) wpływa ujemnie na wzrost kurcząt i przyrosty ciężaru ciała, a u kur niosek powoduje obniżenie produkcji jaj. Może ona również obniżać jakość znoszonych jaj zmieniając ich naturalny zapach i smak (22). Szczególnie wrażliwe na dodatek śruty rzepakowej do karmy są kurczęta, u których przy zawartości śruty w diecie 10—40% stwierdza się 3—8-krotny wzrost ciężaru tarczycy. Śruta pochodząca z ekstrakcji

ciąglej wpływa bardziej niekorzystnie na wzrost kurcząt, niż otrzymana w przypadku stosowania metody bateryjnej (8, 9). Z niektórych badań żywieniowych (17) wynika, że wraz ze wzrostem zawartości śruty w karmie obniża się u kurcząt tzw. pozorna strawność białka i przemiana spoczynkowa. Dodatek śruty rzepakowej może również wpływać niekorzystnie na wartość poubojową i handlową kurcząt rzeźnych (14).

Podawanie młodym kurczętom paszy z dodatkiem śruty rzepakowej może powodować zmiany w zachowaniu się niektórych enzymów we krwi. Dotyczą one zwłaszcza transaminaz glutamino-szczawiooctowej i glutamino-pirogronowej, których aktywność pod wpływem wspomnianej diety znacznie wzrasta (19).

Młode indyki karmione paszą z dodatkiem 4—20% śruty przez dłuższy czas reagują między innymi kilkukrotnym powiększeniem tarczycy (14).

Świnie. Z niektórych doniesień wynika, że nawet 15% śruty w karmie nie wpływa ujemnie na świnie. Chociaż niekiedy już 2%-owy dodatek śruty może wywołać u nich niekorzystne zmiany. Według Bertholda (4), śruty o dużej zawartości ciał wolotwórczych (0,58% ITC i 0,30% WTO) wpływają ujemnie na cechy poubojowe tusz mięsnych świń, takie jak grubość słoniny, stosunek tłuszczowo-mięsny oraz powodują powiększenie tarczycy i wątroby tych zwierząt. Jak wynika z doświadczeń Kaszubkiewicza (10) długotrwałe podawanie świniom mieszanek treściwych zawierających 9% poekstrakcyjnej śruty rzepakowej wywołuje zmiany w tarczycy o charakterze wola hiperplastycznego oraz obniża przyrosty ciężaru ciała.

Bydło. Dotychczasowe badania wykazują, że bydło naogół jest mało wrażliwe na śrutę rzepakową. Krowy np. po krótkim okresie przyzwyczajania mogą zjadać 2—3 kg śruty dziennie na zwierzę bez widocznych objawów toksycznego działania (14, 18). Stwierdzono również, że śruta rzepakowa w zasadzie nie wywiera istotnego wpływu na produkcję mleka u krów dojących, ale może ona powodować obniżenie zawartości tłuszczu w mleku (14). Substancje szkodliwe zawarte w nasionach rzepaku (a także w śrucie) mogą wywoływać u krów niekorzystne zmiany w układzie krążenia oraz powodować anemię nadbarwliwą z jednoczesnym wzrostem poziomu żelaza w surowicy krwi. Obserwuje się przy tym wzmożoną podatność erytrocytów na pękanie (2).

U owiec, śruta rzepakowa w karmie w ilości do 20% nie wywiera ujemnego wpływu na wzrost i produkcję wełny. Dopiero dodatek 30% śruty powodować może u tych zwierząt zmiany w tarczycy objawiające się głównie znacznym powiększeniem tego gruczołu (14).

Zwierzęta laboratoryjne. Substancje szkodliwe zawarte w nasionach rzepa-

ku mogą wywoływać u królików i świńek morskich zmiany w układzie krwionośnym i krwiotwórczym podobne jak u bydła (2). U szczurów natomiast, długotrwałe podawanie paszy z dodatkiem śruty rzepakowej (20—40%) powoduje zmiany w narządach rozrodczych, które jednak dotyczą tylko samic. Manifestują się one głównie powiększeniem tych narządów oraz pojawianiem się torbieli w jajnikach. Zmiany te mogą powodować zaburzenia w czynnościach rozrodu, a nawet niepłodność (5).

Przechodzenie ITC i WTO do mleka

Na temat przechodzenia izotiocyjanianów do mleka brak jest w dostępnym piśmiennictwie danych. Istnieją natomiast doniesienia wskazujące na przechodzenie WTO z przewodu pokarmowego bydła mlecznego do mleka. Do tych należą przede wszystkim prace Virtanena i wsp. (20, 21). Autorzy ci podając krowom krystaliczne WTO lub zielony rzepak zawierający tę substancję, w mleku badanych zwierząt stwierdzali WTO, niekiedy w znacznych ilościach (27 µg/litr). Łącznie wydalało się tą drogą 0,05% całkowitej ilości wprowadzonego do organizmu WTO. Również dotychczasowe wstępne badania własne (13) wskazują na łatwe i szybkie przechodzenie WTO ze zwacza krowy do gruczołu mlecznego i mleka. U krów, którym jednorazowo podawano śrutę rzepakową (o zawartości około 1,2% WTO) obecność tej substancji stwierdzano w mleku już po 30 minutach po podaniu śruty. Wydalanie się WTO tą drogą trwało przez najbliższe 12 godzin, przy czym największe jego ilości w mleku stwierdzano po około 3 godzinach. Astril i wsp. oraz Krusius i wsp. (1, 11) badając próby mleka pochodzącego od krów z terenów gdzie występowało wole endemiczne u ludzi, stwierdzali w próbach tych niekiedy znaczne ilości WTO. Szczury karmione takim mlekiem reagowały wyraźnymi zmianami w tarczycy (zahamowanie inkorporacji jodu radioaktywnego, powiększenie gruczołu). Dokładniejsze badania wykazały, że źródłem tej substancji były chwasty z rodziny Krzyżowych zjadane wraz z trawą przez krowy, na pastwiskach gdzie wypasano te zwierzęta. Próby mleka pobierane od krów z tych samych terenów wypasu, ale po zniszczeniu na nich chwastów herbicydami, nie zawierały WTO i nie wpływały na tarczycę.

Co do przechodzenia ITC i WTO do innych produktów zwierzęcego pochodzenia np. jaj, mięsa, tłuszczu itp., brak jest danych w dostępnym piśmiennictwie. Jak się wydaje, wynika to z braku odpowiednich metod analitycznych pozwalających na oznaczanie wspomnianych związków. Istniejące dotychczas metody odnoszą się głównie do nasion i śruty rzepakowej lub mleka, natomiast nie nadają się do innych produktów. Są one i tak zresztą

zazwyczaj zbyt skomplikowane i wymagają dalszych ulepszeń i usprawnień. Dlatego też istnieje obecnie pilna potrzeba opracowywania nowych, względnie rozwijania i adaptowania już istniejących tego typu metod do właściwego materiału biologicznego. Należy wspomnieć, że ostatnio w tym kierunku podjęto również badania własne. W wyniku dotychczasowych prób wstępnych opracowano dwie rutynowe metody równoczesnego oznaczania ITC i WTO w śrucie rzepakowej (12) oraz WTO w mleku, (13), które jak można sądzić będą się nadawały do stosowania w przeciętnych warunkach laboratoryjnych. Obecnie w tej dziedzinie prowadzone są dalsze badania.

Niniejszy artykuł ma na celu zwrócenie uwagi toksykologów i praktyków weterynaryjnych na zagadnienia toksyczności pasz zawierających naturalnie substancje szkodliwe, do których zaliczane są również ciała wolotwórcze zawarte w śrucie rzepakowej. Należy mieć na uwadze to, że stosowanie śrut rzepakowych w żywieniu zwierząt w sposób niewłaściwy i nieracjonalny może przynieść straty zamiast spodziewanych korzyści. Szczególnie ostatnio problem ten nabiera znaczenia, gdyż istnieje tendencja do wzmożonej produkcji przemysłowych mieszanek paszowych i zwiększania w nich dodatków śruty rzepakowej.

ANTONI GUCWIŃSKI

Amputacja skrzydeł u ptaków ozdobnych

Ogród Zoologiczny we Wrocławiu
Dyrektor: dr wet. inż. A. GUCWIŃSKI

Nowoczesne ogrody zoologiczne starają się w miarę możliwości trzymać zwierzęta na terenie otwartym i urozmaiconym. Ekspozycja ptaków w takich warunkach wymaga zastosowania środka uniemożliwiającego im fruwanie. Ptak traci wprawdzie przez to możliwość wykonywania jednej ze swych biologicznych funkcji, praktyka wykazała jednak, że nie odbija się to szkodliwie na jego zdrowiu ani na hodowli.

Jedną z metod stosowanych dawniej było przywiązywanie ptaka za nogę do specjalnych stojaków. Ta metoda ze zrozumiałych względów nie może być polecana.

Dziś stosuje się często przycinanie piór w skrzydle, głównie lotek I rzędu. W miarę zmiany upierzenia, a więc co kilka miesięcy, w miejsce obciętych lotek wyrastają jednak nowe, przywracając zwierzęciu pełną zdolność lotu. Zmusza to do kolejnych odłowów i zabiegu. Ten tok postępowania dotyczy głównie ptaków wodnych.

- Piśmiennictwo
1. Arstila A., Krusius F. E., Peltola P.: *Endocrinology*, 60, 712, 1969.
 2. Baglioni T., Locatelli A., Longo L., Rodengli F.: *Clinica vet. Milano* 91, 16—22, 37—41, 1968 (cyt. *Vet. Bull.* 38, 2864, 1968).
 3. Bażenow S.: *Toksykologia weterynaryjna* (tłum.), PWRiL, 1954.
 4. Berthold S.: *Tłuszcze jadalne*, 12, 97, 1968.
 5. Fitko R.: *Biul. Zakł. Hodowli Dośw. Zw. PAN*, 10, 179, 1967.
 6. Gawęcki K., Lipińska H., Smigaj M.: *Zesz. Probl. Post. Nauk rol.* 36, 19, 1962.
 7. Hoser S., Berthold S., Ponikiewska T.: *Zesz. Probl. Post. Nauk rol.* 36, 5, 1962.
 8. Jastorowski H., Keller J.: *Biul. Zakł. Hodowli Dośw. Zw. PAN*, 11, 97, 1967.
 9. Jastorowski H., Keller J., Sumiński E.: *Biul. Zakł. Hodowli Dośw. Zw. PAN*, 9, 79, 1965.
 10. Kaszubkiewicz C.: *Medycyna Wet.* 24, 424, 1968.
 11. Krusius F. E., Peltola P.: *Acta endocr. Kopenh.*, 53, 342, 1966.
 12. Madejski Z., Szprengier T.: *Oznaczanie izotiocyanianów (ITC) i 5-winylo-2-tiooksazolidonu (VTO) w śrucie rzepakowej* (w druku w *Medycynie Wet.*).
 13. Madejski Z.: *Spektrofotometryczne i chromatograficzne oznaczanie 5-winylo-2-tiooksazolidonu (VTO) w mleku* (w przygotowaniu do druku w *Bromatologii i Chemii Toksykologicznej*).
 14. Modzelewska K.: *Biul. Zakł. Hodowli Dośw. Zw. PAN*, 11, 111, 1967.
 15. Modzelewska K.: *Badania nad polepszeniem wartości paszowej śruty rzepakowej — cz. I. Instytut Przemysłu Tłuszczowego, Zakład Technologii Tłuszczów* (praca niepublikowana), 1963.
 16. *Receptury ramowe mieszanek i koncentratów paszowych. Min. Przem. Spoż. i Skupu, Zjedn. Przem. Pasz. Bacuil, PWRiL*, 1969.
 17. Rutkowski A.: *Biul. Zakł. Hodowli Dośw. Zw. PAN*, 11, 125, 1967.
 18. Rutkowski A., Kozłowska H.: *Śruta rzepakowa*, Wyd. Przem. Lekk. i Spożywczego, Warszawa, 1967.
 19. Schmidt W.: *Arch. Tierernahrung*, 20, 461, 1970.
 20. Virtanen A. I., Kreula M., Kiesevara M.: *Acta chem. scand.* 12, 580, 1958.
 21. Virtanen A. I., Kreula M., Kiesevara M.: *Acta chem. scand.* 13, 1043, 1959.
 22. Vogt H., Schubert H. J., Stute K., Rauch W.: *Arch. Geflügelk* 33, 119, 1968.
 23. Zeman I.: *Tłuszcze jadalne*, 11, 237, 1967.

Adres autora: dr Zygmunt Madejski, Puławy, Al. Partyzantów 57, Instytut Weterynarii.



Ryc. 1. Skrzydło łabędzia niemego przed amputacją — strona brzuszna

Fot. A. Gucwiński