

MIROŚŁAWA KLEPACKA

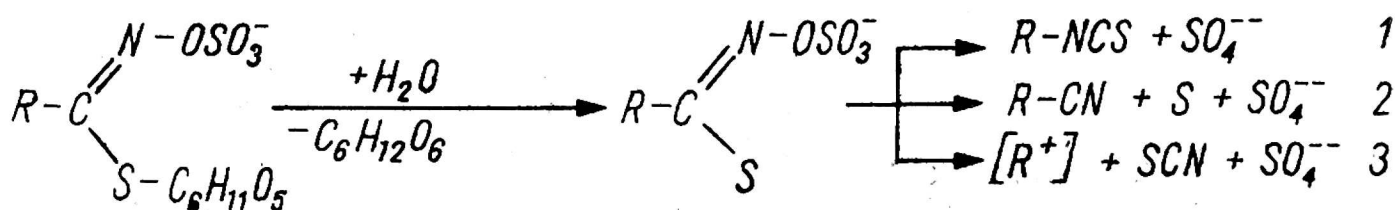
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego — Akademia Rolnicza  
w Warszawie

## ORGANICZNE NITRYLE W ŻYWNOSCI POCHODZENIA ROŚLINNEGO

Tioglikozydy, nazwane również glukozinolatami występują we wszystkich gatunkach roślin krzyżowych, do których należą powszechnie spożywane warzywa kapustne. Panuje pogląd, że jeżeli glukozinolat występuje w jednej części morfologicznej danej rośliny krzyżowej to obecny jest także w innych częściach morfologicznych tej rośliny. Ilościowa zawartość glukozinolatów w poszczególnych częściach rośliny jest zróżnicowana, prawdopodobnie zależna od zawartości suchej masy. Tam gdzie jest więcej suchej masy zawartość glukozinolatów jest większa [17].

Przy zniszczeniu struktury komórkowej roślin krzyżowych uwalniany jest enzym tioglukozydaza (myrozynaza), który w obecności wody hydrolizuje glukozinolaty do odpowiednich aglukonów.

Najczęściej spotykane są trzy drogi degradacji enzymatycznej glukozinolatów: przegrupowanie do izotiocyanianów 1 tzw. przegrupowanie Lossena, fragmentacja do nitryli 2, bądź utworzenie jonu karboniowego i tiocyanianów 3 [21].



Rys. 1. Enzymatyczna degradacja glukozinolatów [21]

Oprócz degradacji enzymatycznej występuje też nieenzymatyczna degradacja glukozinolatów pod wpływem mocnych kwasów lub mocnych zasad, która prowadzi do utworzenia odpowiednio kwasów hydrokarbonylowych lub aminokwasów [11].

Glukozinolaty i produkty ich hydrolizy posiadają charakterystyczny smak i zapach, który występuje w surowych i gotowanych warzywach [26]. Procesy takie jak cięcie, gotowanie, mrożenie warzyw, wpływają na hydrolizę glukozinolatów i tworzenie się z nich produktu rozpadu [28].

Powstające związki mogą być toksyczne dla organizmu, szczególnie dużą toksyczność dają nitryle [18, 35].

Do rodziny roślin krzyżowych należy także rzepak. Wprawdzie śruta rzepakowa, która pozostaje po wyrobieniu oleju, używana jest obecnie tylko jako pasza, ale korzystny skład aminokwasów stanowi możliwość pozyskiwania z niej preparatów białkowych [33]. Obecność w niej produktów degradacji glukozinolatów obniża wartość biologiczną.

Literatura o katabolicznych produktach glukozinolatów jest dość obszerna, jednak w większości ogranicza się głównie do izotiocyjanianów, goitryny i jonów tiocyjanianowych [25, 34]. Znacznie mniej danych w literaturze można spotkać o organicznych nitrylach. A związki te wykazują większą toksyczność niż pozostałe aglukony. Stąd zapoznanie się z ich powstawaniem, występowaniem w roślinach i efektem biologicznym wydaje się celowym.

### *Czynniki powodujące powstawanie nitryli*

W literaturze spotykany jest termin „katabolizm normalny” glukozinolatów i „katabolizm nienormalny”. Pierwszy termin odnosi się do hydrolizy enzymatycznej, w wyniku której powstają izotiocyjaniany. Natomiast powstawanie jonów tiocyjanianowych i nitryli określane jest jako katabolizm nienormalny i proces ten jest mniej znany [2].

Powstawanie nitryli zależne jest od różnych czynników i dotychczas nie wyjaśnione jednoznacznie. Wiadomo, że autoliza materiału roślinnego, obecność metali szczególnie żelaza, oraz kataliza kwasowa sprzyjają tworzeniu się nitryli [8, 12, 36]. Jednak wyniki niektórych prac dowodzą, że nitryle tworzą się nie tylko w środowisku kwaśnym ale również w zasadowym [6, 14].

Podczas autolizy glukozinolatów, o tej samej budowie chemicznej a występujących w różnych roślinach krzyżowych stwierdzono degradację tylko do izotiocyjanianów bądź tylko do nitryli, przy stałym poziomie wszystkich innych czynników. Powstające różnice w produktach degradacji tych samych glukozinolatów, są prawdopodobnie zależną od natywnych enzymów tych roślin [15].

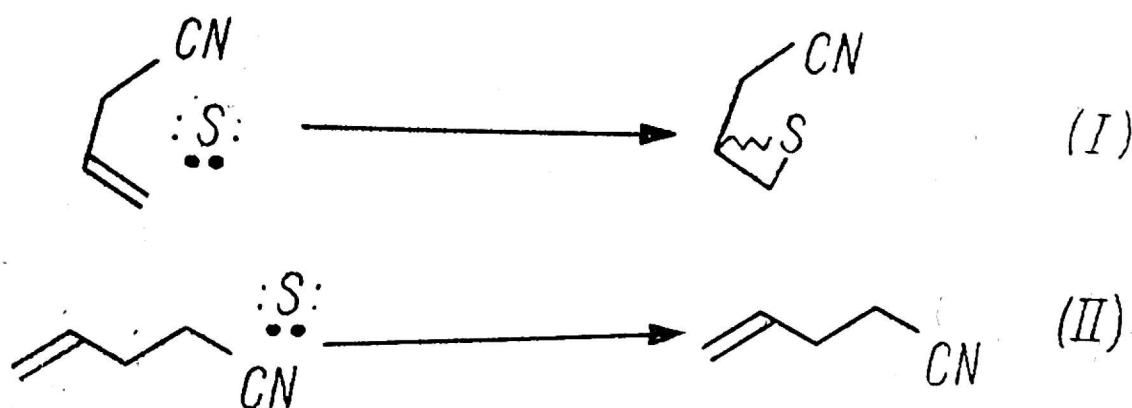
Mechanizm powstawania nitryli prawdopodobnie przebiega przez modyfikację aglukonu i reakcja zachodzi w dwóch etapach. W pośrednim etapie siarka wychwytywana jest przez łańcuch alkenylowy. Następnie w wyniku desulfuracji produktów pośrednich powstają nitryle [2].

Konformacja glukozinolatów oraz ich izomeria mają znaczący wpływ na tworzenie się nitryli. W reakcji przegrupowania Beckmana stwierdzono, że izomeria E\* sprzyja powstawaniu nitryli, podczas gdy z izomeru Z\* powstawały inne pochodne. Boczne łańcuchy glukozinolatów praw-

\* Izomeria: E — cis, Z — trans

dopodobnie mogą wychwytywać siarkę i zależne jest to od konformacji cząsteczek.

Wewnątrzcząsteczkowy wychwyt siarki zależy od konformacji „zgiętej” (I), natomiast przy powstawaniu konformacji „rozciągniętej”, (II) która tworzy się przy zmianie sił przyciągania między jonami, siarka jest odłączona, ułatwia się i powstaje nityl, ilustruje to schemat 2.



Rys. 2. Tworzenie się nityli [2]

### Ilościowa zawartość nityli

Zawartość nityli w roślinach zależna jest od różnych czynników, wśród których można wymienić wiek rośliny [13], środowisko reakcji [8, 16, 36], temperaturę reakcji [22, 27, 35], czas autolizy [13], obecność enzymu lub enzymów [24, 28, 29].

Wpływ wieku rośliny na zawartość nityli badali tylko Gill i MacLeod. Wykazali oni, że w zależności od czasu, mierzonego w dniach, jaki upłynął od momentu wykiełkowania rośliny (rzeżucha) zmniejsza się w niej ilość fenyloacetonitylu. W roślinach sześciodniowych dominował nityl, który stanowił 99% relatywnej ilości produktów uzyskanych w wyniku autolizy glukozinolatu benzylu. W roślinach trzytygodniowych ilość nitylu zmniejszyła się do 17% relatywnej ilości produktów rozpadu glukozinolatu [13].

Środowisko reakcji wpływa nie tylko na tworzenie się nityli, ale też na ich ilość. Generalnie uważa się, że w zakresach pH 3,0–3,25, ilościowa zawartość nityli pochodząca z autolizy glukozinolatu: allylu, 2-fenyloetylu, epiprogoitryny jest większa niż ilość izotiocyjanianów [8, 16].

Temperatura reakcji ma duży wpływ na tworzenie się nityli. W miarę wzrostu temperatury w granicach do 100°C ilość nityli obniża się, co związane jest z inaktywacją enzymu [35].

Natomiast w modelowych doświadczeniach prowadzonych przez MacLeod'a i wsp. [27] wykazano, że glukozinolaty allilu, benzylu i 2-fenyloetylu ogrzewane w temperaturach 170–250°C degradowane były głównie do nityli. Modelowe doświadczenia znalazły potwierdzenie w naszej pracy prowadzonej na śrucie rzepakowej przegrzanej, gdzie stwierdzono, że wysoka temperatura (około 180°C) sprzyjała tworzeniu się nityli [22].

Tabela 1

## Nitryle występujące w niektórych roślinach krzyżowych

Składnik	Wzór	Ilość nitryli w $\mu\text{g/g}$	Źródło występowania	Odnosi- nik litera- tury
<b>Nitryle alkilowe i alkenylowe:</b>				
Cyjanek allilu	$\text{CH}_2 = \text{CHCH}_2\text{C}\equiv\text{N}$	?	kapusta głowiasta (opary)	26
1-cyjano-3-metylotiopropan	$\text{CH}_3\text{S}(\text{CH}_2)_3\text{C}\equiv\text{N}$	?	kalafior (opary)	4
1-cyjano-4-metylotiobutan	$\text{CH}_3\text{S}(\text{CH}_2)_4\text{C}\equiv\text{N}$	?	brokuły (opary)	4
1-cyjano-3-metylosulfinylopropan	$\text{CH}_3\text{SO}(\text{CH}_2)_3\text{C}\equiv\text{N}$	pH 3,0 od 4 do 16	kapusta głowiasta (liście)	9
1-cyjano-4-metylosulfinylobutan	$\text{CH}_3\text{SO}(\text{CH}_2)_4\text{C}\equiv\text{N}$	?	kapusta głowiasta (liście)	9
<b>Cyjano-epitio-alkeny i cyjano-hydroksy alkeny:</b>				
1-cyjano-2,3-epitioopropan n=1	$\begin{array}{c} \text{C}\equiv\text{N} \\   \\ (\text{CH}_2)_n \\   \\ \text{S} \end{array}$	pH7,0 1,0	gorczyca (łodyga i liście)	5
1-cyjano-3,4-epitioobutan n=2	$\begin{array}{c} \text{C}\equiv\text{N} \\   \\ (\text{CH}_2)_n \\   \\ \text{S} \end{array}$	pH7,0 1,0	kapusta głowiasta (liście)	5
1-cyjano-4,5-epitio-pentan n=3	$\begin{array}{c} \text{C}\equiv\text{N} \\   \\ (\text{CH}_2)_n \\   \\ \text{S} \end{array}$	pH7,0 65,0	kapusta chińska (liście)	6
		?	rzepa (nasiona)	20
		pH7,0 1,0	rzepak (liście i łodygi)	
		pH7,0 2,0	kapusta chińska (liście)	
1-cyjano-2-hydroksy-3,4-epitio- butan	$\begin{array}{c} \text{C}\equiv\text{N} \\   \\ \text{CH}_2 \\   \\ \text{X}-\text{C}-\text{Y} \\   \\ \text{S} \end{array}$	pH5 — 5,8 300 — 4.600	rzepak (liście)	6
forma R, X=H, Y=OH				6
forma S, X=OH, Y=H				36
1-cyjano-2-hydroksy-3-buten	$\begin{array}{c} \text{Y} \quad \text{X} \\ \diagdown \quad / \\ \text{C} \\ / \quad \backslash \\ \text{CH}_2=\text{CH} \quad \text{CH}_2\text{C}\equiv\text{N} \end{array}$	pH5,0 15 000	kapusta abis. (liście)	36
forma R i S jak wyżej		pH5 — 5,8 500 — 2 000	rzepak (mąka z nasion)	34
			rzepak (liście)	36
		autoliza		
		w temp. 20°C 6—8 000	kapusta abis.	
		autoliza	(mąka z nasiona)	
		w temp. 60°C 2000		
		pH5 — 5,8 100 — 400	kapusta abis. (liście)	35
				36



## Nitryle aromatyczne:

fenylacetonytryl	$C_6H_5CH_2C\equiv N$	pH 7,0	14,0	rzeżucha (liście)	6
2-fenylpropionitryl	$C_6H_5(CH_2)_2C\equiv N$	ph 7,0	19,0	kapusta chińska (liście)	6
3-indolilacetonytryl	$NC_8H_6CH_2C\equiv N$	?		kapusta głowiasta (liście)	34

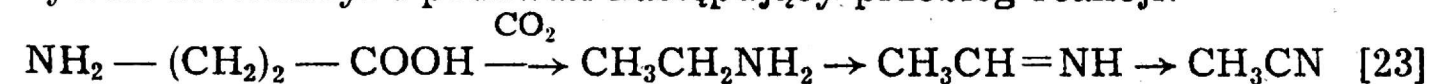
## Całkowita ilość nitryli:

pH 5,3 — 6,3	[ 110	brukselka (świeże liście)	]	9
	[ 32	brukselka (suszone liście)		
pH 5,3 — 6,3	[ 28—95	kapusta głowiasta (świeże liście)	]	9
	[ 0—40	kapusta głowiasta (suszone liście)		
	18.000	rzepak (mąka z nasion)		34

ponadte ilości nitryli odnoszą się do materiału roślinnego autolizowanego

Te zależności są dowodem, że tworzenie się nitryli przebiega drogą enzymatycznej degradacji glukozinolatów i w wyniku nieenzymatycznego rozkładu w temperaturach powyżej 100°C.

W wysokich temperaturach nitryle mogą powstawać nie tylko z degradacji glukozinolatów, ale też z rozkładu niektórych aminokwasów. Lien i Nawar z rozkładu  $\beta$  — alaniny w temperaturze 180—270°C otrzymywali acetonitryl i podawali następujący przebieg reakcji:



Wiadomości o termicznych zmianach glukozinolatów są ważne z uwagi na możliwość zapobiegania w tworzeniu się z nich nitryli w warzywach poddawanych zabiegom termicznym.

Ilościowe udziały niektórych nitryli w roślinach krzyżowych podano w tab. 1. Z zestawienia tego wynika że rzepak i kapusta abisyńska zawierają znacznie większe ilości nitryli niż pozostałe wymienione tam rośliny. Związane jest to prawdopodobnie z ilościową zawartością glukozinolatów epi- i progoitryny występujących odpowiednio w kapuście abisyńskiej i rzepaku. Odtłuszczone powietrznie suche nasiona kapusty abisyńskiej zawierają od 7 do 9% epiprogoitryny, a nasiona rzepaku od 2 do 4% progoitryny. Znacznie mniej bo około 0,6% epi- i progoitryny występuje w liściach tych roślin, co zmniejsza w nich zawartość nitryli ale mechanizm przemian glukozinolatów w nasionach i liściach jest taki sam [36]. W nasionach rzepaku około 50% progoitryny przemieniane jest w 1-cyano-2-hydrokso-3-buten. Natomiast Daxenbichler [9] podaje, że w kapuście głowiastej w środowisku o pH 3,0 większość powstałych nitryli pochodzi nie z progoitryny, ale z innych glukozinolatów.

### *Występowanie nitryli w roślinach krzyżowych*

Wśród nitryli występujących w roślinach wykryto nitryle alkenylowe, alkenylowe, cyjano-epitio-alkeny (epitio nitryle), cyjano-hydrokso-alkeny oraz nitryle aromatyczne (tab. 1).

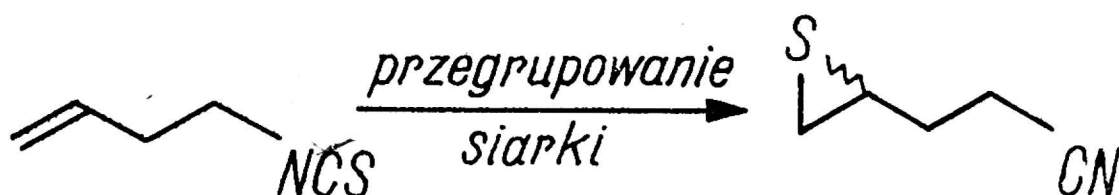
### Nitryle alkenylowe i alkenylowe

Niektórzy autorzy podają, że alkenylowe nitryle są artefaktem i nie stwierdzają ich obecności w roślinach [6]. Jednak liczne badania potwierdzają obecność nitryli alkenylowych, które powstają głównie w oparach podczas gotowania warzyw kapustnych [1, 4, 26]. W brokułach wykryto cyjanin 4-metylotiobutyli, który powstawał z izotiocyjanianu 4-metylotiobutyli [4]. W kalafiorach stwierdzono relatywnie dużą ilość izotiocyjanianu 3-metylotiopropylu, z którego powstawał 1-cyano-3-metylotiopropyl [4]. W oparach gotowanej kapusty znajduje się znaczna ilość cyjanku allilu (nitryl 3-butenylu), który pochodzi z rozkładu synigriny [1].

W kapuście kwaszonej stwierdzono relatywnie duże ilości nietlotnych nitryli 1-cyano-3-metylosulfinylopropanu i 1-cyano-4-metylosulfinylobutanu oraz 1-cyano-3-metylotiopropanu [9]. Dwa pierwsze nitryle są utlenionymi pochodnymi glukozinolatów 3-metylotiopropylu i 4-metylotiobutylu. Zawartość tych związków w poszczególnych częściach morfologicznych kapusty jest różna [38].

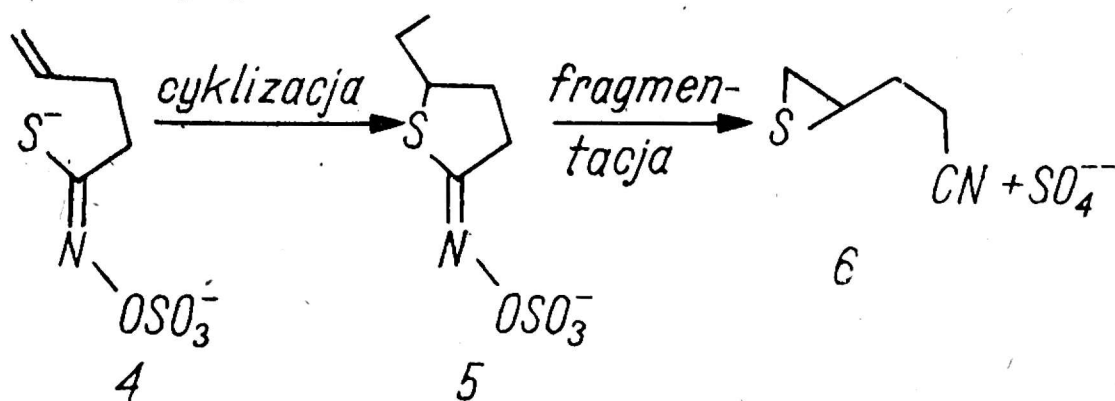
### Cyano-epitio-alkeny i cyano-hydroksy-alkeny

W grupie nitryli na uwagę zasługują cyano-epitio-alkeny, które prawdopodobnie powstają z alkenylowych izotiocyjanianów w wyniku przegrupowania siarki przebieg reakcji podano na schemacie 3 [5, 6, 20]. Podawana jest też inna droga formowania się tych związków w wyniku reakcji insercji, w której singletowy wzbudzony atom siarki wprowadzany jest do wiązania C—H i przechodzi w podstawowy stan tripletowy [2].



Rys. 3. Tworzenie się epitionitryli

Alternatywną drogą do tej ostatniej jest formowanie epitionitryli przez wewnątrzcząsteczkową cyklizację siarczku nitrylu 4 do dwupierścieniowego izotioazolu 5, który następnie może przekształcać się do epitionitryli 6 wg schematu 4. Czynniki, które determinują powstawanie związków nie są znane. Prawdopodobnie natywne tioglukozydazy roślin odpowiedzialne są za powstawanie epitionitryli. Reakcje te przebiegają tylko przy udziale enzymów, jeżeli one są zniszczone, końcowym produktem są nitryle lub izotiocyjaniany. Ponadto epitionitryle występują tylko w ekstraktach świeżych roślin krzyżowych i przypuszczalnie spełniają tam ważne funkcje [5, 6, 19].



Rys. 4. Alternatywna droga tworzenia się epitionitryli [2]

Do grupy cyano-hydroksy-epitio-alkenów należą dwa enacjomery, forma R i S 1-cyano-2-hydroksy-3,4-epitiobutanu (CN-tiobutanu), które

powstają zamiast goitryny, jako anomery 1-cyjano-2-hydroksy-3-butenu (CN-butenu). Tworzenie się anomerów następuje podczas autolizy nasion i liści rzepaku oraz kapusty abisyńskiej. Prekursorami związków są dwa największe glukozinolaty: progoitryna i epiprogoitryna obecne odpowiednio w rzepaku i kapuście abisyńskiej [8, 36].

Udowodniono, że tworzenie się CN-tiobutanu zamiast CN-butenu w rzepaku i kapuście abisyńskiej zależy od związku, który nie ma właściwości enzymatycznych, ale jest kofaktorem tioglukozydazy [7, 29]. Określono go skrótem ESP (epithio specifier protein), prawdopodobnie jest to niskocząsteczkowe białko lub glikoproteid. Niektórzy autorzy przypuszczają, że występowanie ESP zależy od obecności alkenylowych glukozinolatów [19]. Rolę jaką spełnia ESP przyrównuje Tookey do roli alfa-laktoalbuminy w syntezie laktozy [29]. Białka o podobnych działaniach występują również w innych roślinach krzyżowych [7, 18, 28].

Jeżeli w jakimkolwiek stopniu występuje autoliza podczas przygotowywania mąki rzepakowej wówczas, zamiast goitryny, powstaje CN-buten, który jest aglukonem o największym stężeniu, inne aglukony są w śladowych ilościach [31, 35].

### Nitryle aromatyczne

Dalszą grupę omawianych związków stanowią aromatyczne nitryle, które powstają z aromatycznych glukozinolatów. Etapem przejściowym są prawdopodobnie aromatyczne izotiocyjaniiny z których to przez odłączenie siarki powstaje aromatyczny nitryl [6].

W liściach kapusty występuje w dużych ilościach glukobrassicina [25, 28, 37]. Glukozinolat ten zawierający pierścień indolowy w środowisku kwaśnym przechodzi w 3-indolilacetonitryl [34]. W oparach kapusty w relatywnie dużych ilościach występuje izotiocyjaniin 2-feniloetylu, z którego powstaje feniloetylocyjaniin (2-fenilopropionitryl) [4]. Nitryl ten obserwowano również w nasionach rzepaku. Wysoka temperatura, stosowana podczas odgoryczania śruty rzepakowej, sprzyjała powstawaniu relatywnie dużej ilości 2-fenilopropionitrylu [22].

Metodyka chromatografii gazowej, powszechnie używana do oznaczania pochodnych glukozinolatów, jest nie przydatna do oznaczania pochodnych aromatycznych tj. glukobrassiciny i sinalbiny. Część aglukonów aromatycznych jest nie wykrywana. Związane jest to z niestabilnością związków podczas analizy [30].

### Efekt biologiczny

Doświadczenia żywieniowe przeprowadzono głównie z dodatkiem nitryli powstających podczas autolizy z epiprogoitryny i progoitryny [18, 32, 34, 35]. Mimo że 1-cyjano-2-hydroksy-3-buten nie jest goitrogeny

to toksyczność jego jest około ośmiu razy większa niż goitryny, ilustrują to dane w tab. 2 [34]. Podobne działanie toksyczne wykazuje 1-cyjano-2-hydrokso-3,4-epitiobutan. Wprawdzie biologiczne działanie cyjano-epitioalkenów nie jest dokładnie poznane, ale uważa się, że mogą one być toksyczne, ponieważ mogą wywołać biologiczną alkylację [2].

Działanie nitryli jest szczególnie niebezpieczne dla młodych zwierząt (szczury, myszy, kurczęta), one są bardziej wrażliwe na CN-buten niż zwierzęta dorosłe [32].

Tabela 2

## Toksyczne działanie nitryli i goitryny [34]

Składnik	LD <sub>50</sub> mg/kg ciężaru ciała
1-cyjano-2-hydrokso-3-buten	170
1-cyjano-2-hydrokso-3,4-epitiobutan	178
Goitryna	1260—1415

Diety z dodatkiem 0,48 mg nitryli/g wpływały na obniżenie ciężaru ciała zwierząt doświadczalnych. Histopatologiczne badania wykazały, że komórki wątroby zwierząt doświadczalnych żywionych dietą z dodatkiem nitryli zawierają niezwykle małą ilość glikogenu, przy braku innych zmian patologicznych [18]. Natomiast inne badania wykazały zmiany w wątrobie i nerkach wywołane dodatkiem nitryli do diety. U zwierząt doświadczalnych obserwowano, powiększenie, megalocytozę i włóknistość wątroby oraz hyperplazję przewodów żółciowych. Nerki tych zwierząt były również powiększone z powodu uszkodzenia komórek nabłonkowych [34, 35].

Efekt biologiczny opisany powyżej dotyczył nitryli powstających z glukozinolatów kapusty abisyńskiej i rzepaku, nieznanym jest efekt biologiczny innych nitryli występujących w warzywach kapustnych.

Pochodne glukozinolatów, izotiocyjaniany i goitryna wchodzi w interakcję z białkami. Mechanizm interakcji jest odmienny w dwóch grupach tych związków [3]. Dotychczas brak jest danych o interakcji białek z nitrylami, a możliwość zajścia takiej reakcji obniżałaby wartość biologiczną śrutu rzepakowej.

Podsumowując należy stwierdzić, że mechanizm tworzenia się nitryli nie jest w dostatecznym stopniu wyjaśniony. Dalsze prace nad wyjaśnieniem zagadnienia powinny być prowadzone, ponieważ poznanie przebiegu reakcji pozwoliłoby ukierunkować zabiegi hodowlane i technologiczne tak aby przeciwdziałać tworzeniu się tych związków.



## Wnioski

1. Tworzenie się nitryli z glukozinolatów zachodzi głównie przy udziale katalizy enzymatycznej.
2. Termiczne zabiegi do 100°C hamują powstawanie nitryli w materiale roślinnym, natomiast wyższe temperatury w granicach 170—250°C powodują degradację glukozinolatów tylko do nitryli.
3. Dwa nitryle obecne w nasionach kapusty abisyńskiej i rzepaku: 1-cyjano-2-hydroksy-3-buten i 1-cyjano-2-hydroksy-3,4-epitiobutan, występują w stężeniach wielokrotnie większych niż nitryle powstające w warzywach kapustnych.
4. Toksyczność 1-cyjano-2-hydroksy-3-buten i 1-cyjano-2-hydroksy-3,4-epitiobutanu jest około ośmiu razy większa niż goitryny.

## LITERATURA

1. Bailey S. i in.: *J. Food Sci.*, 26, 163, 1961.
2. Benn M.: *Pure Appl. Chem.*, 49, 197, 1977.
3. Bjorkman R.: *Phytochemistry*, 12, 1585, 1975.
4. BATTERY R., i in.: *J. Agric. Food Chem.*, 24, 829, 1976.
5. Cole R.: *Phytochemistry*, 14, 2293, 1975.
6. Cole R.: *Phytochemistry*, 15, 759, 1976.
7. Cole R.: *Phytochemistry*, 17, 1563, 1978.
8. Daxenbichler M., VanEtten C., Wolff I.: *Biochemistry*, 5, 692, 1966.
9. Daxenbichner M., VanEtten C., Spencer G.: *J. Agric. Food Chem.*, 25, 121, 1977.
10. Daxenbichner M., VanEtten C., Williams P.: *J. Agric. Food Chem.*, 27, 34, 1979.
11. Friis P., Larsen P., Olsen C.: *J. Ch. Soc. Perkin Trans. I*, 661, 1977.
12. Gil V., MacLeod A.: *Phytochemistry*, 19, 227, 1980.
13. Gil V., MacLeod A.: *Phytochemistry*, 19, 1365, 1980.
14. Gil V., MacLeod A.: *Phytochemistry*, 19, 1369, 1980.
15. Gil V., MacLeod A.: *Phytochemistry*, 19, 1657, 1980.
16. Gil V., MacLeod A.: *Phytochemistry*, 19, 2547, 1980.
17. Josefsson E.: *Phytochemistry*, 6, 1617, 1967.
18. Josefsson E.: *J. Sci. Food Agric.*, 26, 1299, 1975.
19. Kauola N., MacLeod A., Gil V.: *Phytochemistry*, 19, 1053, 1980.
20. Kirk J., MacDonald A.: *Phytochemistry*, 13, 2611, 1974.
21. Kjaer A., Madson O., Maeda Y.: *Phytochemistry*, 14, 1285, 1978.
22. Klepacka M., Rutkowski A.: *Acta Alim. Pol.*, w druku.
23. Lien Y., Nawar W.: *J. Food Sci.*, 39, 914, 1974.
24. Luthy J., Benn M.: *Phytochemistry*, 18, 208, 1979.
25. McGregor D.: *Can. Plant Sci.*, 58, 795, 1978.
26. MacLeod A., MacLeod J.: *J. Sci. Food Agric.*, 19, 273, 1968.
27. MacLeod A., Panesar S., Gil V.: *Phytochemistry*, 20, 977, 1981.

28. Mullin W., Sahasrabudhe M.: J. Inst. Can. Sci. Technol. Aliment 11, 50, 1978.
29. Tokey H.: Can. J. Biochem., 51, 1654, 1973.
30. Olsen O., Sorensen H.: J. Agric. Food Chem., 28, 43, 1980.
31. Papas A., Camplell L., Cansfield P.: Can. J. Anim. Sci., 59, 119, 1979.
32. Papas A., Camplell L., Cansfield P.: Can. J. Anim. Sci., 59, 133, 1979.
33. Rutkowski A., Kozłowska H.: Preparaty żywnościowe z białka roślinnego WNT-W-wa 1981.
34. VanEtten C., Daxenbichler M., Wolff L.: J. Agric. Food Chem., 17, 483, 1969.
35. VanEtten C., i in.: Cereal Chem., 46, 145, 1969.
36. VanEtten C., Daxenbichler M.: J. Agric. Food Chem., 19, 194, 1971.
37. VanEtten C., i in.: J. Agric. Food Chem., 24, 452, 1976.
38. VanEtten C., i in.: J. Agric. Food Chem., 27, 648, 1979.

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO ROLNICZE I LEŚNE POLECA

JERZY JUSZCZAK

## INTENSYWNA PRODUKCJA MLEKA

WARSZAWA 1982 R., S. 111, NAKŁ. 30 000 EGZ., CENA ŻŁ 50,—

Jest to książka z popularnej serii „Technika-Postęp-Rolnictwo”. Autor podkreśla, iż produkcja mleka może być wówczas efektywna, jeżeli będzie to produkcja intensywna. Aby spełniony został ten warunek musimy mieć krowy o wysokiej wydajności mlecznej. Wymaga to wysokich nakładów finansowych, materiałowych i robocizny. Niestety średnia wydajność mleka 2 700 kg od krowy rocznie świadczy o ekstensywnej produkcji mleka w Polsce. Zwłaszcza gospodarstwa indywidualne o produkcji wielokierunkowej nie są w stanie prowadzić intensywnej produkcji mleka. Wynika to również z braku wiedzy fachowej użytkowników krów mlecznych. Autor wskazuje na konieczność intensywnej produkcji mleka zwłaszcza w gospodarstwach indywidualnych w obecnym okresie, kiedy mamy tak ograniczoną produkcję białka zwierzęcego. Na wstępie publikacji Autor omawia organizację gospodarstw specjalizujących się w produkcji mleka. Podaje wskazówki dla rolników, które powinny być wzięte pod uwagę przy wyborze kierunku gospodarstwa.

Następnie Autor omawia efektywność produkcji mleka. Podano przykłady zależności wartości uzyskanej produkcji. Aby można było uzyskać właściwe efekty ilościowe i jakościowe należy mieć dobre krowy. Autor wskazuje na czynniki decydujące o doborze krów do gospodarstwa indywidualnego (rola czynników genetycznych, wybór rasy).

Podstawowym warunkiem opłacalności chowu krów mlecznych jest ich płodność. Dalszą część książki Autor poświęca temu zagadnieniu zwracając uwagę na: technikę rozrodu krów i użytkowanie rozplodowe krów mlecznych.

W dalszej części Autor zajmuje się sprawami żywienia krów mlecznych podkreślając specyfikę żywienia bydła oraz potrzeby pokarmowe jak również organizację bazy paszowej bydła mlecznego zaznaczając, iż żywienie racjonalne krów mlecznych to żywienie tanie. Autor podaje przykłady pasz stosowanych w żywieniu bydła mlecznego oraz technikę żywienia w zależności od pory roku. Wskazuje także na różnice w żywieniu krów wysokomlecznych i będących w różnych okresach cyklu produkcyjnego.

Dalsza obszerna część książki poświęcona jest zagadnieniom dojenia krów i obchodzenia się z mlekiem. Znajomość prawidłowości tych zabiegów wpływa na większą mleczność lub jej obniżenie, dlatego wszystkie zabiegi związane z ubojem są tak ważne.

Następnym ważnym elementem w produkcyjnych oborach mlecznych jest odchów cieląt, zwłaszcza jałowic przeznaczonych do reprodukcji własnego stada.

Ostatni rozdział traktuje o zabiegach pielęgnacyjnych krów mlecznych i młodziży. Omówiono takie czynności jak: czyszczenie bydła, pielęgnowanie racic, korekcja rogów, na końcu podano charakterystykę pomieszczeń przeznaczonych dla krów mlecznych.

Książka przeznaczona jest dla rolników specjalizujących się w chowie bydła mlecznego, jak również dla pracowników służby rolnej.

Zalecana dla bibliotek wojewódzkich i gminnych.