

ANETA BRODZIAK, JOLANTA KRÓL, ANNA NOWACZEK

## NATURALNE SUBSTANCJE POCHODZENIA ROŚLINNEGO NEGATYWNIE ODDZIAŁUJĄCE NA ZDROWIE KRÓW ORAZ JAKOŚĆ MLEKA

### Streszczenie

Celem pracy było omówienie zagrożeń dla zdrowia zwierząt wywołanych przez naturalne substancje szkodliwe, tj. fitotoksyny i mikotoksyny pochodzące z pasz, z uwzględnieniem ich negatywnego wpływu na jakość mleka, a w konsekwencji na zdrowie człowieka. Jako najbardziej szkodliwe związki pochodzące z pasz najczęściej wymieniane są: alkaloidy, glikozydy, saponiny, olejki eteryczne i kwasy organiczne, a także toksyny produkowane przez grzyby pleśniowe. Mniejszą szkodliwością charakteryzują się natomiast: glukozynolany, kumaryny i pochodne furanokumaryny, lektyny, a także fitoestrogeny. Zarówno związki szkodliwe występujące naturalnie w zielonce i w innych paszach objętościowych, jak również mikotoksyny stanowią potencjalne zagrożenie dla zdrowia i życia zwierząt, oddziałując na ich produktywność, jak też na jakość surowców, w tym mleka. Największe zagrożenie dla zdrowia zwierząt i ludzi stanowi aflatoksyna B<sub>1</sub> z uwagi na jej udowodnione działanie nowotworowe i mutagenne. Jak wskazują raporty z systemu RASFF, rzadko dochodzi jednak do wystąpienia tego typu zagrożeń. Wynika to z selektywnego pobierania paszy przez zwierzęta, zwłaszcza wypasane, jak również z działań podejmowanych przez hodowców w ramach Dobrych Praktyk Rolniczych.

**Słowa kluczowe:** toksyny roślinne, mikotoksyny, pasza, mleko, RASFF

### Wprowadzenie

Na pastwiskach i łąkach występują m.in. gatunki roślin, które obniżają wartość pokarmową pasz i stanowią źródło substancji szkodliwych dla zdrowia zwierząt. Obecność tych substancji, w tym również trujących – tzw. fitotoksyn, związana jest najczęściej z pełnieniem przez nie różnych funkcji biologicznych w roślinie, tj. obronnych przed chorobami, szkodnikami, pasożytami i niesprzyjającymi warunkami pogo-

---

*Dr A. Brodziak, inż. A. Nowaczek, Katedra Hodowli i Ochrony Zasobów Genetycznych Bydła, dr hab. inż. J. Król, Katedra Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych, Wydz. Biologii i Hodowli Zwierząt, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin.  
Kontakt: aneta.brodziak@up.lublin.pl*

dowymi czy ochronnych przed urazami mechanicznymi. Związki te spożywane z roślinami przez zwierzęta działają w mniejszym lub większym stopniu szkodliwie na ich zdrowie [5, 7, 16]. Pobrane w małych ilościach zazwyczaj nie są szkodliwe, a nawet mogą korzystnie wpływać na organizm, np. fitoestrogeny. Związki toksyczne wytwarzane przez rośliny mogą być spożywane przez zwierzęta przypadkowo, często jednorazowo, jak i mogą być pobierane wraz z codzienną dawką pokarmową, kumulując się w organizmie. Nadmierna dawka związków szkodliwych, przykładowo w praktyce gospodarskiej spowodowana nieodpowiednim doбором gatunkowym roślin czy niewłaściwymi warunkami przechowywania pasz, może niekorzystnie wpływać na zdrowotność i produktywność zwierząt, a w konsekwencji również na jakość surowców [2, 18, 24, 31]. Odgrywa to szczególną rolę w produkcji mleka w systemach tradycyjnym i ekologicznym, w których zwierzęta w okresie wiosenno-letnim przebywają na pastwisku, a w sezonie jesienno-zimowym podstawę ich żywienia stanowi siano i sianokiszonka. W polskich warunkach klimatycznych zagrożenie ze strony naturalnych związków szkodliwych jest o wiele mniejsze niż w klimacie tropikalnym, w którym występuje większa różnorodność gatunkowa roślin szkodliwych, w tym trujących.

Ogromne straty ekonomiczne w rolnictwie powoduje rozwój toksynotwórczych grzybów pleśniowych w paszach [30]. Według szacunków FAO ok. 25 % ziarna zbóż na świecie, a według niektórych źródeł nawet do 40 %, jest skażone co najmniej jedną mikotoksyną. W przypadku kiszzonek udział prób skażonych różnymi rodzajami grzybów pleśniowych jest znacznie wyższy [13].

Celem pracy było omówienie zagrożeń dla zdrowia zwierząt wywołanych przez naturalne substancje szkodliwe, tj. fitotoksyny i mikotoksyny pochodzące z pasz, z uwzględnieniem ich negatywnego wpływu na jakość mleka, a w konsekwencji na zdrowie człowieka.

### **Regulacje prawne dotyczące naturalnych składników toksycznych właściwych dla roślin w paszach**

Pasze jako źródło niezbędnych dla zwierząt składników pokarmowych są często również nośnikami składników niepożądanych lub nawet szkodliwych. W celu ochrony zdrowia zwierząt przed nadmiernym wpływem tych substancji wydano szereg aktów prawnych, zarówno na poziomie europejskim, jak i krajowym, regulujących wymagania jakościowe dotyczące pasz. Zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 767/2009 z dnia 13 lipca 2009 r. [22] jedynie pasze bezpieczne, niewywierające bezpośredniego negatywnego wpływu na środowisko lub dobrostan zwierząt, w niezmienionym stanie, bez zafałszowań i o właściwej jakości handlowej mogą być wprowadzane na rynek i stosowane w żywieniu zwierząt.

W Polsce głównym aktem prawnym określającym wymagania dla producentów pasz jest Ustawa o paszach z dnia 22 lipca 2006 roku [28] z późniejszymi zmianami,

wykonująca postanowienia szeregu dyrektyw Wspólnoty Europejskiej w tym zakresie. Zgodnie z artykułem 15. tej ustawy zabrania się wytwarzania, wprowadzania do obrotu i stosowania w żywieniu zwierząt substancji i produktów, zwanych „substancjami niepożądanymi”, stanowiących potencjalne zagrożenie dla zdrowia ludzi lub zwierząt, dla środowiska oraz wpływających niekorzystnie na jakość produktów pochodzenia zwierzęcego w ilości przekraczającej ich dopuszczalną zawartość. Zabrania się również wytwarzania mieszanek paszowych z materiałów paszowych, które zawierają substancje niepożądane w ilości przekraczającej ich dopuszczalną zawartość. Do substancji niepożądanych w paszach zgodnie z przepisami prawa zalicza się: zanieczyszczenia nieorganiczne i związki azotu, mikotoksyny, toksyny właściwe dla roślin, związki z grupy węglowodorów chlorowanych, dioksyny i PCB, szkodliwe zanieczyszczenia biologiczne oraz dodatki paszowe, których obecność wskutek nieuniknionego zanieczyszczenia krzyżowego jest dozwolona w paszy, dla której nie są one przeznaczone. Najwyższe dopuszczalne zawartości substancji niepożądanych w paszach, zgodnie z delegacją ustawy, określił Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi Rozporządzeniem z dnia 6 lutego 2012 r. w sprawie zawartości substancji niepożądanych w paszach [20] z późniejszymi zmianami.

### **Chemiczne grupy związków szkodliwych występujących w roślinach spożywanych przez krowy**

Źródłem wielu szkodliwych substancji chemicznych dla zwierząt mogą być same rośliny, które stanowią komponent pasz, tj. skrzyp błotny, ciemnyca biała i zielona, jaskier jadowity, marek szerokolistny, rdest ostrogorzki, wilczomlecz sosnka czy zimowit jesienny. Występowanie i ilość szkodliwych roślin na łąkach i pastwiskach zależy od wielu czynników, m.in. pory roku, rodzaju gleby, jej usytuowania, nasłonecznienia, wilgotności oraz sposobu eksploatacji [7, 16, 24]. Należy przy tym zaznaczyć, że większość z tych roślin często występuje na terenach podmokłych i bagiennych, do których krowy mają ograniczony dostęp, a w związku z tym rzadziej je spożywają z zielonką. Rośliny szkodliwe mogą być jednak gromadzone w większych ilościach w paszach zimowych wytwarzanych na bazie zielonki, tj. w sianie i sianokiszonce.

Toksyczne właściwości roślin występujących w paszach dla zwierząt są uzależnione od rodzaju, stężenia, a także miejsca (części rośliny) występowania substancji aktywnych. Jako najbardziej szkodliwe najczęściej wymieniane są: alkaloidy, glikozydy, saponiny, olejki eteryczne oraz kwasy organiczne. Mniejszą szkodliwością charakteryzują się natomiast: glukozynolany, kumaryny i pochodne furanokumaryny, lektyny, a także fitoestrogeny [5, 12, 15, 24, 26].

### *Alkaloidy*

Alkaloidy stanowią grupę związków najczęściej wymienianych jako szkodliwe dla zwierząt. Występują one w roślinach w postaci soli kwasów organicznych. Powstają przede wszystkim w wyniku przemian metabolicznych aminokwasów. Zazwyczaj klasyfikowane są według budowy chemicznej (np. alkaloidy pirolizydynowe, pochodne pirydyny i piperydyny, steroidowe czy chinolinowe) lub pochodzenia (np. alkaloid maku, tytoniu, starca czy tojadu). Grupy szkodliwych alkaloidów występujących w roślinach spożywanych przez zwierzęta przedstawiono w tab. 1. Bardzo liczną grupę stanowią alkaloidy pirolizydynowe (pochodne pirolizydyny), które znajdują się w roślinach z rodziny *Asteracea*, a także z podrodzin *Senecioideae* i *Eupatoriae*. Przykładem roślin stanowiących źródło tych alkaloidów, występujących powszechnie na łąkach i pastwiskach, są: starzec, heliotrop czy krotolaria. Zawarte są także w popularnym surowcu leczniczym, jakim jest podbiał pospolity. Dodatkowym źródłem szkodliwych alkaloidów pirolizydynowych mogą być preparaty ziołowe. Ogólnie alkaloidy należą do związków silnie pobudzających ośrodkowy układ nerwowy i korę mózgową. Ich działanie polega m.in. na rozszerzaniu naczyń krwionośnych. Wśród alkaloidów pirolizydynowych znajdują się także związki o właściwościach kancerogennych i mutagennych. W związku z tym Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) wyznaczył następujące alkaloidy pirolizydynowe jako markery skażonej żywności i pasz: *Senecio* spp.: acetylerucifolina, erucifolina, jakobina, jakolina, jakonina, jakozyna, retrorsyna, senecionia, seneciofilina; *Echium* spp.: echimidyna, echiwulgaryna, wulgaryna; *Heliotropium* spp.: europina, heliotrina, lasiokarpina, izomerylykopsaminy; *Crotalaria*: fulwina, monokrotalina, retusamina, trichodesmina; *Boraginaceae* i *Eupatorium* spp.: acetylechimidyna, echimidyna, lykopsamina [9]. EFSA zaleciła zgromadzenie danych dotyczących występowania alkaloidów pirolizydynowych w żywności (w tym w mleku) i materiałach paszowych w celu określenia kryteriów analizy tych alkaloidów. Również w ramach Kodeksu Żywnościowego (*Codex Alimentarius*) podjęto prace dotyczące alkaloidów pirolizydynowych, tj. powołano grupę roboczą, której zadaniem jest opracowanie wytycznych i zasad postępowania dotyczących kontroli zachwaszczenia roślinami zawierającymi wspomniane alkaloidy w celu zredukowania zanieczyszczenia pasz i żywności [8, 12].

Działanie toksyczne wykazują również alkaloidy steroidowe należące do glikoalkaloidów będących połączeniem alkaloidów z jedną lub kilkoma cząsteczkami cukru. Związki te obecne są w roślinach należących do rodziny *Solanacea*, przykładowo alfa-solanina i alfa-czakonina w ziemniaku czy tomatyna w pomidorze. Najwięcej solaniny znajduje się w owocu ziemniaka – zielonej, niejadalnej jagodzie. Jej zawartość w kiełkach dochodzi do 500 mg/100 g. W przypadku stosowania w żywieniu krów ziemniaków, zwłaszcza pozieleniałych, nie należy podawać ich na surowo. W trakcie gotowa-

nia zawarta w nich szkodliwa solanina przechodzi do wody, tym samym nie stanowi zagrożenia dla zdrowia [5].

Alkaloidy zawarte w paszy mogą przedostawać się do mleka a z produktami mlecznymi do organizmu człowieka [5, 7, 29].

Tabela 1. Grupy szkodliwych alkaloidów występujących w roślinach spożywanych przez zwierzęta, z uwzględnieniem substancji aktywnej, ich występowania oraz działania farmakologicznego

Table 1. Groups of harmful alkaloids present in plants consumed by animals including active substances, their occurrence and pharmacological action

Grupa związków Group of compounds	Substancja czynna Active substance	Występowanie Occurrence	Działanie Effect	Źródło Reference
Alkaloidy pirolizydynowe Pyrrolizidine alkaloids	acetylerucifolina, erucifolina, jakobina, jakolina, jakonina, jakozyna, retrorsyna, senecionina, seneciofilina	starzec ( <i>Senecio spp.</i> )	brak apetytu, utrata masy ciała, agresywne zachowanie, brak koordynacji, biegunka, nadwrażliwość na światło, powiększenie i/lub uszkodzenie wątroby, marskość wątroby, działanie kancerogenne	[8, 12]
	europina, heliotrina, lasiokarpina, izomery lykopsaminy	heliotrop ( <i>Heliotropum spp.</i> )		
	acetylokopsamina, senecionina, seneciofilina, senkirikina, retrorsyna, riddelina, monokrotalina, lasiokarpina, jakonina, jakobina, hellosupina, heliotrina	krotalaria ( <i>Crotalaria spp.</i> )		
	echimidyna, echiwulgaryna, wulgaryna,	zmijowiec ( <i>Echium spp.</i> )		
	acetylechimidyna, echimidyna, lykopsamina	ogórecznikowate ( <i>Boraginaceae spp.</i> ) sadziec ( <i>Eupatorium spp.</i> )		
Alkaloidy – pochodne pirydyny i piperydyny Alkaloids – pyridine and piperidine deriv- atives	solaceina, solaneina	psianka ( <i>Solanum</i> )	zwierzęta giną w wyniku silnych skurczów	[5, 26]
	lupinina, hydroksylupilina, lupinidyna, lupanina	łubin żółty ( <i>Lupinus luteus</i> ) – najczęściej uprawiany łubin biały ( <i>Lupinus album</i> ) łubin wąskolistny ( <i>Lupinus angustifolius</i> )	właściwości toksyczne, zatrucia ostre po kilkakrotnym zjedzeniu dużej ilości ziarna, nieodwracalne zmiany w narządach, wysoka śmiertelność (nawet do 50 %)	[26]

	nikotyna	tytoń ( <i>Nicotiana tabacum</i> )	właściwości toksyczne – stanowi min. 5 % całkowitej masy tej rośliny, a dawka trująca dla bydła to 0,5 ÷ 2,0 kg zielonych liści	[26]
	konina, gammakonicaina	szczwół plamisty ( <i>Conium maculatum</i> )	drżenie mięśni szkieletowych, bezwład, porażenie mięśni oddechowych, rozszerzenie źrenic, sinica, biegunka, ból brzucha, mysi zapach moczu	[16]
Alkaloidy steroidowe Steroidal alkaloids	solanina	ziemniak ( <i>Solanum tuberosum</i> ) – zwłaszcza części zielone	mdłości, wymioty, zaburzenia żołądkowo-jelitowe z kolką i biegunką, bóle głowy, niepokój, zaburzenia krążenia i oddychania, rozszerzenie źrenic, otępienie, brak odruchów, nieżytowe i krwotoczne zapalenie przewodu pokarmowego	[6, 26]

Źródło: opracowanie własne / Source: authors' own study

### Glikozydy

Glikozydy stanowią grupę związków organicznych składających się z części cukrowej i glikonowej. Produktami ich rozpadu są najczęściej: cukier, puryny, cyjanowodor, florentyna, hydrochinon i ester metylowy kwasu salicylowego. Ogólnie wyróżnia się glikozydy cyjanotwórcze, kumarynowe i saponinowe. Szczególną uwagę należy zwrócić na glikozydy cyjanotwórcze, zawierające grupy cyjanowe, które pod wpływem  $\beta$ -glukozydazy ulegają degradacji do cyjanowodoru – jednej z najsilniejszych trucizn. Glikozydy te występują w wielu gatunkach roślin powszechnie stosowanych w żywieniu krów, tj. w koniczynie szwedzkiej i czerwonej, w lucernie białej czy w wyce siewnej. Wykazują powinowactwo do hemoglobiny, przyczyniając się do niedotlenienia tkanek. Glikozydy cyjanotwórcze wywołują porażenia ośrodkowego układu nerwowego [5, 26].

Wiele glikozydów wykazuje działanie bakteriostatyczne, np. synigryna występująca w chrzanie. Niejednokrotnie glikozydy charakteryzują się ostrym zapachem i smakiem, co również może wpływać na jakość surowców [5, 16, 24].

### Saponiny

W wielu roślinach saponiny występują w postaci glikozydów (glikozydy saponinowe). Zbudowane są z aglikonu, czyli sapogeniny połączonej z resztą cukrową wią-

zaniem *O*-glikozydowym lub estrowym. W dużej ilości występują w burakach ćwikłowych, ziemniakach, kąkolu, owsie, lucernie, soi i szpinaku, a także w innych roślinach paszowych. Wykazują one zdolność zmniejszania napięcia powierzchniowego. Negatywnym skutkiem działania glikozydów saponinowych jest hemoliza krwi, rozpad krwinek czerwonych, wymioty i biegunka, a także podrażnienie lub nawet uszkodzenie błon śluzowych. Saponiny są związkami trudno wchłaniającymi się z przewodu pokarmowego, lecz ułatwiają wchłanianie innych substancji [5, 24].

### **Kumaryny i pochodne furanokumaryny**

Przykładem związku reprezentującego tę grupę jest kumaryna. Pod względem chemicznym stanowi lakton kwasu *cis-o*-hydroksycynamonowego, dlatego zaliczana jest do laktonów. Kumaryny mogą występować w postaci wolnej lub glikozydowej (glikozydy kumarynowe). Kumaryna powszechnie występuje w trawach porastających łąki i pastwiska (przykładowo w nostrzyku (*Melilotus hill*)) oraz w roślinach motylkowych, jasnotowatych i storczykowatych. W związku z tym w większej ilości jest również często obecna w sianie. Wpływa na rozszerzanie naczyń krwionośnych, a także działa rozkurczowo, przeciwbakteryjnie, przeciwzapalnie i uspokajająco. Wskazuje się, że nie jest toksyczna dla zwierząt i człowieka. Kumaryna przekształcana jest w dikumarol, który hamuje wytwarzanie protrombiny we krwi, a w związku z tym obniża krzepliwość krwi (właściwości przeciwzakrzepowe). Z drugiej strony działa hepatotoksycznie, a także depresyjnie na układ nerwowy, wywołuje reakcje fotouczuleniowe, chorobę krwotoczną u bydła, wybroczyny i wylewy do jam ciała [24, 26].

Do grupy związków kumarynowych zaliczane są również trójpierścieniowe związki, w których pierścień furanowy połączony jest z kumaryną za pomocą różnych atomów węgla, tj. solareny, allopsolareny i izopsolareny. Związki te występują w warzywach z rodziny *Umbeliferae*, np. w selerze, pietruszce, pasternaku czy lubczyku. Uznawane są za naturalne fungicydy. Niejednokrotnie wskazuje się na ich działanie fotouczulające [5, 24].

### **Olejki eteryczne**

Pod względem budowy chemicznej olejki eteryczne stanowią mieszaninę różnych związków organicznych alifatycznych i aromatycznych, tj. alkoholi, terpenów, fenoli, węglowodorów, ketonów, aldehydów i estrów. Występują w kwiatach, liściach, korzeniach, łodygach, kłęczach, owocach i nasionach roślin, zarówno dzikich, jak i uprawnych [16, 24]. Spośród roślin występujących w Polsce zawierających olejki eteryczne należy wymienić: jałowiec zwyczajny, wrotycz pospolity, tuję, bagno zwyczajne, bylicę piołun, mięte pieprzową i szalwią lekarską. Olejki zawarte w tych roślinach spełniają funkcje lecznicze, lecz ich nadmierne spożycie może oddziaływać toksycznie na organizm krów [26]. Szczególnie toksyczny jest olejek wrotyczu pospolitego zawiera-

jący jako substancję czynną tujon. Związek ten jest szkodliwy dla ośrodkowego układu nerwowego [29].

### **Lektyny**

Lektyny określane są jako substancje białkowe, a występują najczęściej w formie glikoproteidów. Ich źródło stanowią: groch, fasola, soja, zboża, ale również pomidory i ziemniaki. W związku z tym, że wywołują niekorzystny wpływ na układ krwionośny i system immunologiczny (np. fazeina zawarta w grochu czy wicyna i konwicyna w bobie) nasiona roślin strączkowych nie powinny być spożywane przez zwierzęta w postaci surowej [5, 7].

### **Fitoestrogeny**

Do tej grupy związków o niejednorodnej budowie chemicznej zaliczane są: izo-flawony, flawonoidy, kumaryny, lignany i benzofuranokumaryny. Ich źródło stanowią: nasiona soi, słonecznika i lnu, a także lucerna, orzechy i owoce jagodowe. Związki te odznaczają się dużą aktywnością hormonalną, w związku z czym mogą być czynnikiem zaburzającym czynności endokryjne w organizmie [5].

### **Glukozynolany**

Glukozynolany to bardzo zróżnicowana grupa anionowych związków organicznych. W roślinach występują w postaci glikozydowej. Glukozynolanami określa się grupę związków występujących w dużej ilości w roślinach z rodziny kapustowatych (*Brassicacea*), tj. w kapuście białej i czerwonej, kapuście pekińskiej, brukselce, kalafiorze, brokule, rzodkwi, rzodkiewce, kalarepie, chrzanie, a przede wszystkim w rzepaku, rzepiku i gorczycy. Stanowią one wtórne metabolity roślin. Związki te ogólnie nazywane są składnikami przeciwżywniowymi pasz. Nie są one bezpośrednio szkodliwe dla krów, ale pod wpływem enzymu (mirozynazy) ulegają rozkładowi do toksycznych substancji (nitryli, tiocyjanianów i izotiocyjanianów). Co ważne, w żwaczu krów i innych zwierząt przeżuwających następuje proces ich neutralizacji, dzięki czemu nie stanowią zagrożenia dla zdrowia [5, 15].

Przepisy prawa paszowego [20, 21] określają jedynie maksymalne poziomy w odniesieniu do 5 toksyn właściwych dla roślin, tj. gossypolu, kwasu cyjanowodorowego, teobrominy, winylotiooksazolinu i lotnego olejku gorczycznego (tab. 2). W przypadku winylotiooksazolidonu ograniczenia dotyczą jedynie pasz stosowanych dla drobiu.



Tabela 2. Substancje toksyczne niepożądane w paszach, podlegające kontroli

Table 2. Undesirable toxic substances in animal feed, under the control

Grupa związków Group of compounds	Substancja czynna Active substance [21]	Max. zawartość dla bydła mlecznego Max. content for dairy cattle [mg/kg] [21]	Występowanie Occurrence	Działanie Effect
Gossypol Gossypol	gossypol (wolny)	500	nasiona bawełny ( <i>Gossypium</i> )	dorośle bydło toleruje gossypol w ilości do 800 mg/kg paszy, w ostrym zatruciu – śmierć zwierząt [26]
Glikozydy cyjanogenne Cyanogenic glycosides	kwask pruski (kwask cyjanowodorowy)	50	wyka siewna ( <i>Viciasativa</i> ), fasola ( <i>Phaseolus</i> ), koniczyna szwedzka ( <i>Trifolium hybridum</i> ), koniczyna czerwona ( <i>Trifolium pratense</i> ), lucerna biała ( <i>Medicago album</i> )	hamowanie aktywności oksydazy cytochromowej, blokowanie oddychania komórkowego, dawka śmiertelna dla zwierząt 1-3 mg/ kg m.c. [5, 26]
Teobromina (alkaloid purynowy) Theobromine (a purine alkaloid)	teobromina	300	kawa ( <i>Coffea</i> ), herbata ( <i>Camellia</i> )	silne pobudzenie ośrodkowego układu nerwowego i kory mózgowej, rozszerzenie naczyń krwionośnych [5]
Lotne olejki allilowo-gorzczyczne Volatile allyl-mustard oils	winylotiooksazolidon izotiocyjanian allilu	- 1000	kapusta ( <i>Brassica spp.</i> ), gorczyca ( <i>Sinapis</i> ), rzepak ( <i>Brassica napus L. var. napus</i> ), lnianka siewna ( <i>Camelina sativa</i> )	zaburzenia w gospodarce jodowej, zmiany czynnościowe i morfologiczne tarczycy [26]

Źródło: opracowanie własne / Source: authors' own study

W przypadku wypasanych krów, kóz i owiec występowanie substancji szkodliwych w pobieranej paszy spowodowane jest najczęściej nieodpowiednim składem gatunkowym runi pastwiskowej i łąkowej. W efekcie może dochodzić do pogorszenia zdrowotności i produktywności zwierząt, a w rezultacie jakości pozyskiwanego mleka (tab. 3). Wiele z tych szkodliwych substancji czynnych wykazuje właściwości toksyczne, dlatego w przypadku przenikania do mleka stanowią zagrożenie dla zdrowia konsumenta, np. alkaloidy, w tym geramina i germeryna, cykutotoksyna czy rycyna. Substancje szkodliwe, w tym toksyczne, z roślin prowadzą również do pogorszenia

walorów smakowo-zapachowych surowca i produktów wytwarzanych na jego bazie, co w rezultacie prowadzi do braku akceptacji takich wyrobów przez konsumentów. Przykładowo alkaloidy nadają gorzki smak mleku, a w konsekwencji również produktom mlecznym.

Tabela 3. Związki szkodliwe naturalnie występujące w roślinach i ich oddziaływanie na produkcję mleka i jego jakość

Table 3. Harmful compounds naturally occurring in plants and their harmful effect on milk production and quality

Występowanie Occurrence	Związki szkodliwe Harmful compounds	Wpływ na produkcję mleka i jego jakość / Effect on milk production and quality
Skrzyp błotny / Marsh horsetail ( <i>Equisetum palustre</i> )	alkaloidy, m.in. palustryna, palustrydyna, ekwisetyna	zmniejszona produkcja mleka, gorzki smak mleka
Turzyca / Sedge ( <i>Carex</i> )	krzemionka	zmniejszona produkcja mleka, wodnistość, zmiana barwy mleka
Szczwół płamisty / Hemlock ( <i>Conium maculatum</i> )	konina, gammakoniceina	mysi zapach mleka
Kapusta / Cabbage ( <i>Brassica</i> )	lotne olejki allilowo-gorzczyczne	pogorszenie zapachu i smaku mleka
Marek szerokolistny Great water-parsnip ( <i>Sium latifolium</i> )	olejki eteryczne, limonen, fenolokwasy, związki narkotyczne	pogorszenie jakości mleka, działanie narkotyczne mleka
Wilczomlecz sosnka Cypress spurge ( <i>Euphorbia cyparissias</i> )	saponiny, kwasy organiczne – galusowy i jabłkowy	mleko pozyskiwane od krów karmionych sianem zawierającym ponad 40 % wilczomleczu zmienia barwę i jest trujące dla człowieka
Ciemnocyfra zielona Green corn lily ( <i>Veratrum lobelianum Bernh</i> )	alkaloidy, w tym geramina i germeryna	mleko szkodliwe dla człowieka
Jaskier jadowity Celery-leaved buttercup ( <i>Ranunculus scleratus</i> )	protoanemonina, anemoniny I ranunculina	mleko szkodliwe dla człowieka
Szalej jadowity / Cowbane ( <i>Cicuta virosa</i> )	cykutotoksyna, cykutowol	mleko szkodliwe dla człowieka
Komosa biała / Lamb's quarters ( <i>Chenopodium album</i> )	alkaloidy, olejki eteryczne	mleko szkodliwe dla człowieka
Rącznik pospolity / Castorbean ( <i>Ricinus communis</i> )	rycyna	dawka śmiertelna dla człowieka to 200 mg
Zimowit jesienny Autumn crocus ( <i>Colchicum autumnale</i> )	kolchicyna	dawka śmiertelna dla człowieka to 20 - 40 mg

Źródło: opracowanie własne na podstawie [2, 16, 24, 26, 31] / Source: authors' own study on the basis of [2, 16, 24, 26, 31]

## Mikotoksyny

Mikotoksyny stanowią związki wytwarzane przez pleśnie, zwłaszcza z rodzaju *Aspergillus*, ale także przez *Penicillium* i *Fusarium*. Do powszechnie występujących w paszach dla zwierząt zalicza się: aflatoksyny (głównie B<sub>1</sub>), jak również ochratoksynę A i zearalenon.

Pasze dla zwierząt mogą ulec zanieczyszczeniu w każdym momencie, począwszy od rozwoju roślin na polu, poprzez zbiór, jak też w czasie obróbki, przechowywania i transportu. Składniki pasz mogą przechodzić do tkanek zwierzęcych i mleka, dlatego też skarmiane pasze powinny charakteryzować się wysoką jakością, wartością żywieniową i czystością mikrobiologiczną [25, 32]. Niejednokrotnie ruń łąkowa i pastwiskowa mogą być porażona pleśniami, w następstwie czego zielonka spożywana przez krowy zawiera ich metabolity. Kiszonki także mogą stanowić źródło mikotoksyn, które są wprowadzane z zanieczyszczonym surowcem poddawanym zakiszaniu lub są wytwarzane przez pleśnie rozwijające się w czasie nieprawidłowo prowadzonego procesu kiszenia [1, 26]. Szacuje się, że ok. 25 % upraw na świecie jest zanieczyszczonych grzybami pleśniowymi lub mikotoksynami, które mogą być produkowane zarówno przed zbiorem, jak i po nim [3].

Największe zagrożenie dla zdrowia zwierząt i ludzi stanowi aflatoksyna B<sub>1</sub> z uwagi na jej udowodnione działanie kancerogenne i mutagenne [10, 31]. Krowy karmione paszą zanieczyszczoną aflatoksyną B<sub>1</sub> metabolizują ją w wątrobie do mniej toksycznego metabolitu – aflatoksyny M<sub>1</sub>, która jest wydzielana wraz z mlekiem. Zaobserwowano tendencję do wzrostu poziomu tej aflatoksyny w mleku krów w okresie żywienia zimowego [30]. Aflatoksyna M<sub>1</sub> jest również spotykana w mleku kobiet spożywających produkty mleczne zanieczyszczone tą mikotoksyną [27]. Należy zaznaczyć, że aflatoksyna M<sub>1</sub>, zarówno w mleku surowym, jak i w przetworach mlecznych, jest trwała i nie ulega rozkładowi podczas obróbki cieplnej (pasteryzacji, sterylizacji UHT) i dalszych etapów produkcji wyrobów mlecznych, tj. serów, masła czy śmietany [11, 14].

Mikotoksyny przyczyniają się do rozwoju wielu chorób u zwierząt i ludzi, m.in. grzybic i mikotoksykoz [1, 4, 17]. Co ważne, Międzynarodowa Agencja ds. Badań nad Rakiem zaklasyfikowała aflatoksyny B<sub>1</sub> i M<sub>1</sub> jako związki kancerogenne [10]. W celu ochrony zdrowia zwierząt i jakości pozyskiwanych surowców określono maksymalną zawartość aflatoksyny B<sub>1</sub> w materiałach paszowych na poziomie 0,02 mg/kg, a w mieszankach paszowych dla bydła mlecznego – 0,005 mg/kg [20]. Z uwagi na negatywne oddziaływanie aflatoksyny B<sub>1</sub> na organizm ludzki Komisja Europejska ustaliła najwyższe dopuszczalne poziomy aflatoksyny M<sub>1</sub> – metabolitu aflatoksyny B<sub>1</sub> w mleku. Zgodnie z Rozporządzeniem Komisji (WE) nr 1881/2006 [23] z późniejszymi zmianami w mleku surowym i poddanym obróbce cieplnej jej poziom nie może przekraczać 0,050 µg/kg, a w preparatach do żywienia niemowląt – 0,025 µg/kg.

W celu zapewnienia bezpieczeństwa żywności i pasz w krajach Unii Europejskiej w ramach systemu RASFF (System Wczesnego Ostrzegania o Niebezpiecznej Żywności i Paszach) prowadzi się stały monitoring poziomu szkodliwych zanieczyszczeń w produktach znajdujących się w obrocie. W systemie tym nie odnotowano zgłoszeń dotyczących przekroczenia zawartości toksyn właściwych dla roślin w paszach. Głównie notowane są zgłoszenia dotyczące aflatoksyny B<sub>1</sub>. Po analizie zgłoszeń do systemu RASFF w latach 2006 ÷ 2016 zauważono, że większość alertów dotyczyła kukurydzy jako materiału paszowego. Łącznie zgłoszeń tych było 21, z czego aż 10 pochodziło z Niemiec [19]. Najczęściej kwestionowano materiały paszowe na bazie kukurydzy pochodzące z Bułgarii, Serbii i Rumunii. Spośród tych zgłoszeń 2 (z lat 2013 i 2015) dotyczyły Polski. W tym okresie dokonano również 3 zgłoszeń typu alert dotyczących zearalenonu w paszach dla zwierząt hodowlanych, tj. w soi z Argentyny – 2 i w kukurydzy z Francji – 1.

Tabela 4. Powiadomienia z systemu RASFF dotyczące występowania aflatoksyny M<sub>1</sub> w mleku i w produktach mlecznych w latach 2006 ÷ 2016

Table 4. RASFF notifications on occurrence of aflatoxin M<sub>1</sub> in milk and dairy products in the years 2006 - 2016

Rodzaj i liczba powiadomień Type and number of notifications	Kraj zgłaszający Reporting country	Kraj pochodzenia i rok Country of origin and year	Wykryty poziom Detected level	Produkt Product
Powiadomienia alarmowe Alert notifications – 5	Włochy	Włochy – 2016	0,152 µg/l	mleko i produkty mleczne
		Włochy – 2014	b.d.	mleko surowe
		Węgry – 2013	0,121 µg/kg	mleko surowe
		Węgry – 2012	0,063 - 0,073 µg/kg	mleko surowe
		Węgry (przez Słowację) – 2007	0,43 - 0,45 µg/kg	mleko surowe
Powiadomienia informacyjne godne uwagi – typu news Noteworthy information notifications of news type – 2	Włochy	Węgry – 2012	0,095 µg/kg	mleko surowe
		Słowenia – 2012	0,183 µg/kg	mleko surowe
Powiadomienia informacyjne Information notifications to follow-up – 2	Słowenia	Węgry – 2012	0,074 µg/kg	mleko surowe
	Włochy	Węgry – 2012	0,072 µg/l	mleko surowe

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [19] / Source: authors' own study on the basis of: [19]

W systemie RASFF notowane są także zgłoszenia dotyczące przekroczenia omawianych aflatoksyn w mleku i produktach mlecznych. W latach 2006 ÷ 2016 wszystkich powiadomień z tego zakresu było 9, z czego większość zgłosiły Włochy (tab. 4).

### Podsumowanie

Związki szkodliwe naturalnie występujące w zielonce i w innych paszach objętościowych, jak również mikotoksyny, stanowią potencjalne zagrożenie dla zdrowia i życia zwierząt, oddziałują na ich produktywność, jak też jakość surowców, w tym mleka. Z kolei kumulacja substancji toksycznych w pozyskiwanym mleku prowadzi do zmniejszenia bezpieczeństwa zdrowotnego produkowanych wyrobów mlecznych, stanowiąc zagrożenie dla zdrowia konsumenta. Jak wskazują raporty z systemu RASFF, rzadko jednak dochodzi do wystąpienia tego typu zagrożeń. Wynika to z faktu, że krowy pobierają pasze w sposób selektywny, omijając instynktownie rośliny o niepożądanym smaku i zapachu, wśród których znajdują się również działające szkodliwie i toksycznie. Dotyczy to zwłaszcza zwierząt wypasanych na pastwiskach i łąkach lub otrzymujących zielonkę. Większe prawdopodobieństwo wprowadzenia tych substancji związane jest ze stosowaniem pasz konserwowanych, głównie kiszonek sporządzanych z runi łąkowej czy kukurydzy. Kolejną ochroną zwierząt przeżywających przed wprowadzeniem substancji szkodliwych do organizmu jest proces trawienia, co prowadzi do zmniejszenia aktywności substancji szkodliwych w surowcach zwierzęcych, w tym w mleku. Należy również pamiętać o działaniach podejmowanych przez hodowców w ramach Dobrych Praktyk Rolniczych. Mają one na celu zapobieganie omawianym zagrożeniom poprzez eliminację gatunków niepożądanych czy zapewnienie właściwych warunków przechowywania pasz.

### Literatura

- [1] Asher R.: Zatrucie mikotoksynami krów mlecznych – opis przypadków. *Mikol. Lek.*, 2008, 15 (3), 180-185.
- [2] Borys B.: Substancje antyżywniowe w paszach roślinnych dla kóz. *Wiad. Zoot.*, 2007, XLV (1-2), 55-65.
- [3] Bryden W.L.: Mycotoxins in the food chain: Human health implications. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.*, 2007, 16, 95-101.
- [4] Cortinovis C., Pizzo F., Spicer L.J., Caloni F.: Fusarium mycotoxins: Effects on reproductive function in domestic animals – A review. *Theriogenology*, 2013, 80, 557-564.
- [5] Czerwiecki L.: Rośliny jako źródło naturalnych substancji szkodliwych dla zdrowia. *Roczn. PZH*, 2005, 3, 215-227.
- [6] Dzwolak W.: Natura nie zawsze zdrowa. Toksyny naturalne w żywności. *Bezp. Hig. Żywn.*, 2008, 3 (56), 32-33.
- [7] Dzwolak W.: Pasze jako potencjalne źródło biologicznych zagrożeń bezpieczeństwa żywności w produkcji mleka. *Przegl. Mlecz.*, 2014, 6, 29-35.

- [8] Edgar J.A., Colegate S.M., Boppré M., Molyneux R.J.: Pyrrolizidine alkaloids in food: A spectrum of potential health consequences. *Food Addit. Contam.*, 2011, 28, 308-324.
- [9] EFSA: Scientific opinion on pyrrolizidine alkaloids in food and feed. *EFSA J.*, 2011, 9, 1-134.
- [10] International Agency for Research on Cancer and World Health Organization: IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans. Vol. 82. Some Traditional Herbal Medicines, Some Mycotoxins, Naphthalene and Styrene. IARC Press, Lyon 2002, pp. 171-176.
- [11] Kamkar A.: The study of aflatoxin M1 in UHT milk samples by ELISA. *J. Vet. Res.*, 2008, 63 (2), 7-12.
- [12] Kowalczyk E., Patyra E., Kwiatek K.: Alkaloidy pirolizydynowe zagrożeniem dla zdrowia ludzi i zwierząt. *Med. Weter.*, 2015, 71 (10), 602-607.
- [13] Krzyżewski J.: Składniki antyodżywcze w dietach krów mlecznych. *Bydło*, 2008, 4, 8-13.
- [14] Oliveira C.A.F., Ferraz J.C.O.: Occurrence of aflatoxin M1 in pasteurised, UHT milk and milk powder from goat origin. *Food Control*, 2008, 18 (4), 375-378.
- [15] Patyra E., Kwiatek K.: Glukozytolany – składniki antyżywnieniowe pasz. *Życie Weter.*, 2015, 90 (10), 674-677.
- [16] Piastowska A.: Rośliny szkodliwe dla zwierząt gospodarskich. *Magazyn Weter.*, 2005, 14 (99), 45-50.
- [17] Pławińska-Czarnak J., Zarzyńska J.: Mikotoksyny w żywności pochodzenia zwierzęcego. *Mikol. Lek.*, 2010, 17 (2), 128-133.
- [18] Radkowska I.: Wykorzystanie ziół i fitogenicznych dodatków paszowych w żywieniu zwierząt gospodarskich. *Wiad. Zoot.*, 2013, LI (4), 117-124.
- [19] RASFF: Food and Feed Safety Alerts, 2016. [on line]. Dostęp w Internecie [10.12.2016]: <http://ec.europa.eu/food/safety/rasff>
- [20] Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 6 lutego 2012 r. w sprawie zawartości substancji niepożądanych w paszach. *Dz. U.* 2012 r., poz. 206 z późn. zm.
- [21] Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 25 sierpnia 2014 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie zawartości substancji niepożądanych w paszach. *Dz. U.* 2014 r., z 11.09.2014 r., poz. 1213.
- [22] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 767/2009 z dnia 13 lipca 2009 r. w sprawie wprowadzania na rynek i stosowania pasz. *Dz. U. UE L* 229/2, z 01.09.2009 r.
- [23] Rozporządzenie Komisji (WE) nr 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych. *Dz. U. UEL* 364/6, z 20.12.2006 r.
- [24] Smoczyński S.S.: Naturalne związki szkodliwe przechodzące z paszy do mleka i produktów mlecznych. *Przeg. Mlecz.*, 2015, 5, 34-40.
- [25] Suterska A.M., Zielińska K.J., Grzybowski R.A., Stecka K.M., Miecznikowski A.H., Kupryś M.P.: Wpływ wybranych szczepów z rodzaju *Lactobacillus* na ograniczenie skażenia pleśniami i ochratoksyną A kiszonek z runi łąkowej. *J. Res. Appl. Agr. Eng.*, 2009, 53 (4), 125-130.
- [26] Szkoda J.: Rośliny toksyczne dla zwierząt. *Życie Weter.*, 2008, 83 (6), 468-470.
- [27] Tchana A.N., Moundipa P.F., Tchouanguép F.M.: Aflatoxin contamination in food and body fluids in relation to malnutrition and cancer status in Cameroon. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2010, 124 (1), 178-188.
- [28] Ustawa o paszach z dnia 22 lipca 2006 roku. *Dz. U. Nr* 144, poz. 1045 z późn. zm. (*Dz. U.* z 2014 r. poz. 398, *Dz. U.* z 2015 r. poz. 1893).
- [29] Wolski T., Zwolan W., Gliński Z.: Rośliny szkodliwe dla ludzi i zwierząt. *Annales UMCS. Sectio DD: Medicina Veterinaria*, 2004, 59, 67-74.
- [30] Wróbel B.: Zagrożenia zwierząt i ludzi toksynami grzybów pleśniowych zawartych w paszach i żywności. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, 2014, 14 (3), 159-176.

- [31] Zachariasova M., Dzumana Z., Veprikova Z., Hajkova K., Jiru M., Vaclavikova M., Zachariasova A., Pospichalova M., Florian M., Hajslova J.: Occurrence of multiple mycotoxins in European feeding stuffs, assessment of dietary intake by farm animals. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 2014, 193, 124-140.
- [32] Zielińska K.J., Fabiszewska A.U., Wróbel B.: Występowanie aflatoksyn w paszach i metody ich dekontaminacji. *J. Res. Appl. Agr. Eng.*, 2014, 58 (4), 254-260.

## NATURAL SUBSTANCES OF PLANT ORIGIN ADEVERSELY AFFECTING HEALTH OF COWS AND MILK QUALITY

### S u m m a r y

The objective of the research study was to discuss risks to animal health caused by natural harmful substances, i.e. phytotoxins and mycotoxins derived from feed in view of their adverse impact on milk quality and, consequently, on human health. As the most harmful compounds derived from feed are commonly indicated alkaloids, glycosides, saponins, essential oils, and organic acids as well as toxins produced by mould. Less harmful are glucosinolates, coumarin and derivatives of furanocoumarin, lectins, and, also, phytoestrogens. Both the harmful compounds naturally occurring in fresh forage and in other bulky feeds and the mycotoxins are a potential threat to health and life of animals since they affect productivity of animals as well as the quality of raw materials including milk. The biggest threat to animal and human health is aflatoxin B<sub>1</sub> because of its proven carcinogenic and mutagenic effects. However, as it is indicated by RASFF reports, such risks rarely occur. It results from two facts: animals selectively take and consume feed, particularly the grazing animals; farmers take actions under the Good Agricultural Practices.

**Key words:** plant toxins, mycotoxins, feed, milk, RASFF ☒