

# Żywnienie jako czynnik modyfikujący skład kwasów tłuszczowych w produktach pochodzenia zwierzęcego

Teresa Banaszekiewicz

Akademia Podlaska w Siedlcach

Tłuszcze zwierzęce zawierają dużo kwasów nasyconych, głównie kwas palmitynowy i stearynowy, a z nienasyconych oleinowy, natomiast tłuszcze roślinne są bogatym źródłem niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych, głównie linolowego i linolenowego. Również dobrym źródłem egzogennych kwasów tłuszczowych są ryby i skorupiaki morskie.

Najwięcej kwasu alfa-linolenowego zawiera olej lniany, zaś linolowego – olej słonecznikowy i sojowy. Olej rzepakowy zawiera zarówno kwas linolenowy, jak i linolowy, w korzystnych dla organizmu proporcjach 1:2-3. Oleje rybne są źródłem kwasu eikozapentaenowego i dokozaheksaenowego z rodziny *n-3*.

Zasadnicze działanie w organizmie zwierząt i ludzi wykazują kwasy długołańcuchowe powstające z kwasu linolowego i linolenowego na drodze przemian enzymatycznych lub dostarczane w produktach naturalnych.

## Funkcje i efekty działania wybranych kwasów tłuszczowych

Kwasy nasycone krótko- i średniołańcuchowe (do 10 atomów węgla) są łatwo absorbowane z krwi i szybko utleniane, dostarczając organizmowi energii.

Nasycone kwasy tłuszczowe o łańcuchach zawierających powyżej 10 atomów węgla są również źródłem energii i ich spożycie winno być ściśle dopasowane do potrzeb energetycznych organizmu. Spośród nich kwasy laurynowy, mirystynowy i palmitynowy mają tendencję do podwyższania cholesterolu i lipoprotein o niskiej gęstości, określanych jako LDL, w surowicy krwi, podczas gdy kwas stearynowy nie wykazuje

**Tabela 1**  
Udział energii z poszczególnych kwasów tłuszczowych w ogólnej ilości energii pochodzącej z tłuszczu

Rodzaj kwasu	Procent energii
Kwasy nasycone	8,0
Kwasy jednonienasycone	13,0
Kwasy wielonienasycone:	
linolowy C 18:2 <i>n-6</i>	7,0
linolenowy C 18:3 <i>n-3</i>	1,0
eikozapentaenowy C 20:5	1,0
dokozaheksaenowy C 22:6 <i>n-3</i>	1,0

takiego działania. Wszystkie kwasy nasycone zwiększają tendencję płytek krwi do agregacji, powodując niebezpieczeństwo zakrzepów.

Kwasy tłuszczowe jednonienasycone, głównie kwas oleinowy, wykazują właściwości hipolipidemiczne, obniżają zarówno ogólny poziom cholesterolu, jak i frakcji LDL. Jemu to przypisywane jest korzystne oddziaływanie na obniżenie częstotliwości występowania choroby wieńcowej u mieszkańców krajów basenu Morza Śródziemnego, gdzie w diecie 15-20% energii pochodzi z oleju z oliwek, szczególnie bogatego w kwas oleinowy.

Wielonienasycone kwasy tłuszczowe, w zależności od położenia pierwszego wiązania podwójnego, można podzielić na dwie grupy – omega *n-6* i omega *n-3*. Wielonienasycone kwasy tłuszczowe ważne ze względów żywieniowych różnią się strukturą, metabolizmem oraz pełnionymi funkcjami i wywierają efekty.

Poznanie różnorodnych efektów działania kwasów tłuszczowych wskazuje, w jaki sposób lipidy zawarte w diecie i wzajemne proporcje kwasów w nich występujących mogą przyspieszać i nasilać, względnie opóźniać i łagodzić, przebieg chorób degeneracyjnych, takich jak: arterioskleroza, artretyzm, łuszczyca czy zakłócenia funkcji systemu immunologicznego. Skład tłuszczu pokarmu, poprzez selektywny wpływ na metabolizm lipoprotein, może zatem w znacznym stopniu oddziaływać na stan zdrowotny organizmu.

Tłuszcz dostarczany zwierzętom w paszach pochodzenia roślinnego jest źródłem egzogennych kwasów tłuszczowych, do których należą kwas linolowy z rodziny *n-6* oraz alfa-linolenowy z rodziny *n-3*. Te dwa kwasy stanowią macierzyste formy dla dwóch rodzin kwasów (*n-6* i *n-3*), z których na drodze przemian enzymatycznych powstają niezbędne długołańcuchowe wielonienasycone kwasy tłuszczowe, tj. kwas arachidonowy (C 20:4 *n-6*) oraz eikozapentaenowy (C 20:5 *n-3*) i dokozaheksaenowy (C 22:6 *n-3*). Z kwasów tych syntetyzowane są substancje biologicznie czynne, a wśród nich prostaglandyny, zaliczane do hormonów tkankowych. Substancje

**Tabela 2**  
Zmiany w składzie tłuszczu mleka wynikające z zastosowania preparatu tłuszczowego w dawkach pokarmowych dla krów (wg Brzoński, 1998)

Wyszczególnienie	Chroniony preparat tłuszczowy (% suchej masy dawki)			
	0 kontrolna	3	6	9
Tłuszcz, %	3,91	3,74	3,89	4,15
Cholesterol ogólny, mg/100 ml	11,01	9,70	10,43	9,89
Kwasy tłuszczowe mleka, % sumy:				
linolowy C 18:2 (LA)	1,52	1,52	2,05	1,94
linolenowy C 18:3 (ALNA)	0,58	0,58	0,63	0,62
eikozapentaenowy C 20:5 (EPA)	0,016	0,015	0,013	0,015
dokozaheksaenowy C 22:6 (DHA)	0,180	0,188	0,182	0,155
UFA	22,10 <sup>B</sup>	24,06 <sup>AB</sup>	30,64 <sup>AB</sup>	31,82 <sup>A</sup>
MUFA	19,69 <sup>B</sup>	21,65 <sup>AB</sup>	26,75 <sup>AB</sup>	28,98 <sup>A</sup>
PUFA-3	0,78	0,78	0,82	0,79
PUFA-6	1,63	1,62	2,19	2,06
DFA	29,54 <sup>b</sup>	32,39 <sup>ab</sup>	37,91 <sup>ab</sup>	40,89 <sup>a</sup>

UFA – nienasycone  
MUFA – jednonienasycone  
PUFA-3 – wielonienasycone z rodziny *n-3*  
PUFA-6 – wielonienasycone z rodziny *n-6*  
DFA – hipocholesterolemiczne

**Tabela 3**  
**Procentowy udział niektórych kwasów tłuszczowych w lipidach ogólnych mięsa kurcząt (wg Torgowskiego i wsp., 1997)**

Kwasy tłuszczowe	Grupa							
	I smalec 4,8/3,4%		II olej lniany 4,8/3,4%		III smalec 9,4/7,9%		IV olej lniany 9,4/7,9%	
	koguty	kurki	koguty	kurki	koguty	kurki	koguty	kurki
Linolowy C 18:2 <i>n-6</i>	9,64	9,19	12,5	13,1	10,2	9,57	17,1	16,5
Linolenowy C 18:3 <i>n-3</i>	0,92	0,87	13,1	14,6	0,81	0,74	25,0	25,9
Arachidowy C 20:4 <i>n-6</i>	0,42	0,37	0,34	0,22	0,43	0,29	0,29	0,16

te wpływają m.in. na regulację czynności układu sercowo-naczyniowego, ciśnienie krwi, formowanie się skrzepów wewnątrznaczyniowych, stężenie trójglicerydów w osoczu krwi, odpowiedź immunologiczną i procesy zapalne, rozwój nowotworów, regulację czynności hormonów, funkcje nerek, odczuwanie bólu.

Poznanie efektów działania kwasów z rodziny *n-6* jako prekursorów eikozanoidów i kwasów z rodziny *n-3* jako ich inhibitorów, wymagało zrewidowania poglądów dotyczących zapotrzebowania na wielonienasycone kwasy tłuszczowe (PUFA) w dziennej racji pokarmowej. Niektórzy autorzy wyrażają pogląd, że proporcje między kwasami *n-6* i *n-3* powinny układać się jak 3:1, inni nawet 1:1, a jeszcze inni 4-10:1 lub średnio 6:1. Na podstawie obecnej wiedzy, przy założeniu, że około 30% energii w diecie może pochodzić z tłuszczu, udział poszczególnych kwasów tłuszczowych w ogólnej ilości energii z tłuszczu powinien wynosić od 1 do 13% (tab. 1).

Poprzez stosowanie w żywieniu zwierząt pasz wzbogacanych tłuszczem można oddziaływać na skład i jakość uzyskiwanych produktów zwierzęcych, powodując zmiany w zawartości lipidów neutralnych, fosfolipidów, cholesterolu oraz poszczególnych kwasów tłuszczowych.

#### **Oddziaływanie poprzez żywienie na wartość dietetyczną produktów pochodzenia zwierzęcego**

Produkty pochodzenia zwierzęcego zajmują poczesne miejsce w bilansie żywności (i tak będzie chyba nadal), dlatego ważne jest ustalenie, jak za pomocą odpowiedniego żywienia można oddziaływać na skład mleka, mięsa i jaj, np. przez podwyższenie zawartości białka i niektórych składników mi-

**Tabela 4**  
**Wpływ wytlóków rzepakowych na skład kwasów tłuszczowych w tkankach zwierzęcych (wg Nurnberga i wsp., 1997)**

Wyszczególnienie	Stonina RK*, %			Mięśnie RK*, %		
	0	10	20	0	10	20
Wieprzki						
linolowy C 18:2	9,06	10,33	11,0	7,68	7,24	7,30
linolenowy C 18:3	0,74	1,21	1,59	0,45	0,55	0,64
PUFA	9,92	11,73	12,76	8,8	10,0	10,60
Loszki						
linolowy C 18:2	10,11	11,78	12,72	8,17	8,77	10,02
linolenowy C 18:3	0,83	1,39	1,78	0,48	0,63	0,83
PUFA	11,52	13,96	14,72	10,6	11,59	12,78

\*RK – udział wytlóków rzepakowych w dawkach  
 PUFA – wielonienasycone kwasy tłuszczowe

neralnych, a głównie składu lipidów zawartych w tych produktach, zapobiegając niedoborowi NNKT w dietach ludzi.

W ostatnich latach prowadzone są liczne badania dotyczące modyfikowania składu kwasów tłuszczowych mleka, mięsa i jaj poprzez zastosowanie w żywieniu zwierząt większej ilości kwasów nienasyconych dostarczanych w postaci nasion roślin oleistych, olejów uzyskanych z tych nasion, soli wapniowych kwasów tłuszczowych olejów roślinnych czy oleju rybnego. Prowadzone badania dotyczą głównie wzbogacania produktów w kwas

oleinowy, linolowy oraz alfa-linolenowy, a ostatnio również w eikozapentaenowy i dokozaheksaenowy.

**Modyfikowanie składu tłuszczu mleka.** Spośród podstawowych składników mleka tłuszcz podlega największym zmianom na skutek żywienia. Na jego zawartość w mleku wpływa spożycie pasz objętościowych i ich struktura fizyczna, a ponadto koncentracja cukrów strukturalnych oraz łatwo fermentujących. Tradycyjną metodą regulowania zawartości tłuszczu w mleku jest różnicowanie stosunku pasz treściwych do objętościowych w dawkach dla krów. Cechą charakterystyczną tłuszczu mleka jest obecność krótkołańcuchowych kwasów nasyconych. Tłuszcz zawarty w mleku krowim jest bogaty w kwasy nasycone, natomiast ubogi w wielonienasycone. W składzie tłuszczu mleka dominują nasycone kwasy tłuszczowe stanowiące ok. 68% sumy kwasów, a wśród nich laurynowy, mirystynowy i palmitynowy. Pozostałe to jednonienasycone, głównie oleinowy, stanowiące ok. 29% i wielonienasycone kwasy tłuszczowe, głównie linolowy i linolenowy, stanowiące ok. 3% tłuszczu mleka. Zawartość kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka determinuje ich skład w produktach otrzymanych z mleka.

Stosowanie dodatku tłuszczu w żywieniu krów stwarza możliwość zmiany składu kwasów tłuszczowych mleka oraz poprawy jego walorów dietetycznych. Ma to ogromne znaczenie dla produkcji mleka o zmienionych walorach odżywczych oraz produktów jego przetwarzania, jak masło, śmietana czy sery. Przeprowadzone badania wskazują, że spożywanie masła o istotnie obniżonym udziale kwasów laurynowego, mirystynowego i palmitynowego oraz podwyższonym oleinowego, linolowego i linolenowego powoduje istotny spadek poziomu cholesterolu całkowitego i jego frakcji LDL w osoczu krwi ludzi.

Specyfiką przemian tłuszczu w żwaczu jest biohydrogenacja. Pomimo biohydrogenacji nienasyconych kwasów tłuszczowych w żwaczu krów bezpośrednio podawanie olejów roślinnych prowadzi z reguły do wzrostu udziału nienasyconych kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka. Metodami bardziej efektywnymi, porównywalnymi dla zwierząt monogastrycznych, jest podawanie tłuszczu chronionego przed biohydrogenacją w żwaczu. Formy tłuszczu chronionego, to:

- całe nasiona roślin oleistych, m.in. rzepaku, lnu;
- preparaty olejów roślinnych chronionych otoczką kazeinową;

**Tabela 5**  
Zawartość kwasów tłuszczowych w żółtkach jaj, mg/g żółtka (wg Niemca i wsp., 1998)

Kwasy tłuszczowe	Grupa	
	kontrolna	doświadczalna (8% nasion rzepaku)
SFA		
palmitynowy C 16:0	70,65	71,72
stearynowy C 18:0	23,16	23,41
MUFA		
palmitoleinowy C 16:1	11,08	10,34
oleinowy C 18:1	137,23	133,14
PUFA <i>n</i> -3		
alfa-linolenowy C 18:3	1,92	2,99
eikozapentaenowy C 20:5	0,03	0,19
dokozaheksaenowy C 22:6	1,41	1,52
PUFA <i>n</i> -6		
linolowy C 18:2	46,24	62,82
arachidonowy C 20:4	4,53	4,39

- sole wapniowe kwasów tłuszczowych;
- amidy kwasów tłuszczowych.

Podając krowom tłuszcz chroniony można uzyskać mleko o zmienionym profilu kwasów tłuszczowych. Przedstawione w tabeli 2 dane wskazują, że zastosowanie chronionego preparatu tłuszczowego zawierającego 71% kwasów tłuszczowych nienasyconych w ilości 3, 6 i 9% suchej masy dawki podnosi w tłuszczu mleka zawartość kwasów nienasyconych o ok. 44%, jednonienasyconych o ok. 47% oraz hipocholesterolemicznych o ok. 38%.

Składnikiem mleka naturalnie w nim występującym jest sprzężony kwas linolowy (SKL), potocznie nazywany kwasem żwaczowym. Termin SKL odnosi się do izomerów geometrycznych (*cis* i *trans*) i pozycyjnych (9,11; 10,12) kwasu linolowego, stanowiących naturalny składnik wielu produktów, głównie tłuszczu mleka i mięsa zwierząt przeżuwających. Dwa izomery wykazują szczególnie wysoką aktywność biologiczną. Związek ten posiada wiele swoistych właściwości funkcjonalnych (czynnika zapobiegającego otyłości, antymiażdżycowego, antynowotworowego i stymulującego układ odpornościowy), a jego zawartość w produktach pochodzenia zwierzęcego, np. w mleku, można stosunkowo łatwo modyfikować poprzez żywienie. SKL zastosowany jako dodatek do paszy może modyfikować stosunek tłuszczowo-mięsny w tuszy oraz obniżyć poziom cholesterolu we krwi. Jego oddziaływanie przeciwnowotworowe zostało udowodnione na zwierzętach modelowych. Wypas krów na pastwisku, jako jedynej dostępnej paszy, podwaja (z 4,6 do 10,9 mg/g) udział SKL w tłuszczu mleka.

**Zawartość kwasów tłuszczowych w lipidach mięsa zwierząt nieprzeżuwających.** Wysoka wartość energetyczna natłuszczanych pasz dla drobiu, szczególnie brojlerów (3200-3300 kcal/kg), przy zachowaniu odpowiedniego poziomu lizyny i metioniny, pozwala uzyskać wysokie tempo wzrostu i dobrą konwersję paszy na przyrost.

Dodanie do mieszanek 3-5% tłuszczów nie obniża wartości różnej tuszek drobiowych, chociaż dodanie niektórych olejów w niewielkim stopniu może zwiększać odtuszczenie tuszek. Poprzez stosowanie tłuszczów w żywieniu zwierząt rzeźnych można wpływać na skład kwasów tłuszczowych mięsa.

<p>Odcinek dla wplacającego</p> <p>Zł ..... gr .....</p> <p>Słownie</p> <p>Wplacający .....</p> <p>Dokładny .....</p> <p>Adres .....</p> <p>Polskie Towarzystwo Zootechniczne ul. Kaliska 9, 02-316 WARSZAWA konto - PEKAO SA, IV O/W-wa nr 12401053-85001024-2700-401112-001</p> <p>Datownik ..... Podpis przyjm. ....</p> <p>Oplata Zł ..... gr .....</p>	<p>Odcinek dla posiadacza rachunku</p> <p>Zł ..... gr .....</p> <p>Słownie</p> <p>Wplacający .....</p> <p>Dokładny .....</p> <p>Adres .....</p> <p>Polskie Towarzystwo Zootechniczne ul. Kaliska 9, 02-316 WARSZAWA konto - PEKAO SA, IV O/W-wa nr 12401053-85001024-2700-401112-001</p> <p>Datownik ..... Podpis przyjm. ....</p> <p>Oplata Zł ..... gr .....</p>	<p>Odcinek dla poczty/banku</p> <p>Zł ..... gr .....</p> <p>Słownie</p> <p>Wplacający .....</p> <p>Dokładny .....</p> <p>Adres .....</p> <p>Polskie Towarzystwo Zootechniczne ul. Kaliska 9, 02-316 WARSZAWA konto - PEKAO SA, IV O/W-wa nr 12401053-85001024-2700-401112-001</p> <p>Datownik ..... Podpis przyjm. ....</p> <p>Oplata Zł ..... gr .....</p>	<p>Odcinek dla banku</p> <p>Zł ..... gr .....</p> <p>Słownie</p> <p>Wplacający .....</p> <p>Dokładny .....</p> <p>Adres .....</p> <p>Polskie Towarzystwo Zootechniczne ul. Kaliska 9, 02-316 WARSZAWA konto - PEKAO SA, IV O/W-wa nr 12401053-85001024-2700-401112-001</p> <p>Datownik ..... Podpis przyjm. ....</p> <p>Oplata Zł ..... gr .....</p>
---	--	---	--

Prenumerata

„Przegląd Hodowlany”

miesiąc

liczba egzemplarzy:

Prenumerata

„Przegląd Hodowlany”

miesiąc

liczba egzemplarzy:

Prenumerata

„Przegląd Hodowlany”

miesiąc

liczba egzemplarzy:

Prenumerata

„Przegląd Hodowlany”

miesiąc

liczba egzemplarzy:

Tabela 6

Zawartość kwasów *n*-3 we frakcji lipidowej żółtka jaja, % sumy kwasów (wg Koreleskiego i wsp., 1998)

Grupa	Kwas linolenowy	Kwas dokozaheksanowy	Stosunek <i>n</i> -6/ <i>n</i> -3
I (kontrolna)	0,38	0,88	9,11
II (tłuszcz rybny)	0,32	2,13	5,11
III (olej rzepakowy)	0,29	1,40	8,55

Mięso kurcząt brojlerów jest podatne na kształtowanie składu kwasów tłuszczowych pod wpływem dodanego tłuszczu. Korzystne zmiany w strukturze kwasów tłuszczowych, zarówno mięsa białego jak i czerwonego brojlerów, można uzyskać przy stosowaniu do natłuszczania oleju rzepakowego czy lnianego lub nasion tych roślin.

Jak wynika z tabeli 3, użyty do natłuszczania olej lniany spowodował zdecydowany wzrost procentowej zawartości kwasów tłuszczowych wielonienasyconych – linolowego i linolenowego, natomiast obniżenie poziomu kwasu arachidonowego, a także poprawę stosunku PUFA:SFA i PUFA*n*-6:PUFA*n*-3 w mięsie kurcząt rzeźnych.

Modyfikowanie składu kwasów tłuszczowych w mięsie wieprzowym jest znacznie trudniejsze niż w mięsie drobiowym, co szczególnie dotyczy obniżenia zawartości kwasów nasyconych. W wyniku skarmiania nasion rzepaku, wytlóków czy oleju rzepakowego obserwuje się podwyższenie zawartości kwasów oleinowego i linolenowego. Zastosowanie w dawkach dla świń 20% wytlóków rzepakowych zwiększyło ilość kwasów tłuszczowych wielonienasyconych w tłuszczu słoniny i mięsa o kilka punktów procentowych (tab. 4).

Modyfikowanie mięsa wieprzowego jak na razie wydaje się możliwe w zakresie zwiększenia w nim kwasów jednonienasyconych i wielonienasyconych, głównie linolenowego, oraz obniżenia stosunku kwasów *n*-6/*n*-3, a w niewielkim stopniu do obniżenia ogólnej ilości kwasów nasyconych.

Ostatnio zwraca się uwagę na wzbogacenie mięsa zwierząt nieprzeżuwiających w sprzężony kwas linolowy, co prowadzi do poprawy stosunku tłuszczowo-mięsnego. Dodatek SKL do paszy dla kurcząt brojlerów powoduje pogorszenie przyrostów masy ciała i wykorzystania paszy, jednak istotnie obniża udział tłuszczu w tuszce przy wzroście udziału tkanki mięśniowej.

**Zawartość kwasów tłuszczowych w jajach.** Metody żywieniowe kształtowania składu jaja kurzego dotyczą głównie lipidów żółtka, w tym składu kwasów tłuszczowych. Skład kwasów tłuszczowych jaj daje się dosyć łatwo modyfikować na drodze żywieniowej. Jak wykazały badania przeprowadzone na nioskach, zastosowanie mieszanki wzbogaconej w kwas oleinowy prowadziło do wzrostu tego kwasu w żółtkach jaj. Jaja te wykorzystane następnie w żywieniu ludzi nie miały ujemnego wpływu na poziom cholesterolu i jego aterogenicznej frakcji związanej z LDL w surowicy krwi i były porów-

nywalne do wyników uzyskanych w grupie ludzi nie spożywających jaj.

Duże zainteresowanie budzi możliwość modyfikowania udziału wielonienasyconych kwasów tłuszczowych we frakcji lipidowej żółtka jaja, jak i stosunek kwasów *n-6/n-3*, niekorzystnie przesuniętego na rzecz kwasu linolowego i jego metabolitów. W tym celu wykorzystywane są zarówno tłuszcze roślinne, np. zawarte w nasionach roślin oleistych, jak i oleje rybne bogate w kwasy tłuszczowe z rodziny kwasu alfa-linolenowego.

Na podstawie przedstawionych w tabeli 5 wyników można stwierdzić, że nasiona rzepaku podwójnie uszlachetnionego modyfikują skład kwasów tłuszczowych w żółtku, zwiększając zawartość kwasów wielonienasyconych z rodziny *n-3* o-

raz linolowego, a obniżają nieco poziom kwasu arachidonowego i tym samym podnoszą wartość odżywczą jaj.

Wprowadzenie do mieszanki olejów rybnego i rzepakowego (tab. 6) spowodowało zwiększenie poziomu kwasu dokozaheksaenowego oraz zawężenie stosunku kwasów z rodziny *n-6/n-3* we frakcji lipidowej żółtka jaja. Najwyższy stosunek kwasów *n-6/n-3* uzyskano stosując olej rybny.

Podawanie nioskom olejów roślinnych wydaje się mniej efektywne, w stosunku do zwiększania zawartości kwasu dokozaheksaenowego w lipidach żółtka jaja, niż olejów rybnych. Należy jednak zwrócić uwagę na poziom olejów rybnych w mieszankach dla niosek, gdyż mogą one niekorzystnie wpływać na walory smakowe jaj.

## Wpływ alkaloidów sporyszu na zdrowie i produktywność zwierząt gospodarskich

Antoni Baranowski<sup>1</sup>, Wolfgang Richter<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IGiHZ PAN w Jastrzębcu,

<sup>2</sup>Bawarski Krajowy Instytut Produkcji Zwierzęcej w Grub

Sporyszem (*Secale cornutum*) nazywane są przetrwalniki pasożytniczego grzyba buławinki czerwonej (*Claviceps purpurea*), porażającego ponad 600 różnych gatunków traw oraz większość zbóż uprawianych na ziarno. Intensywność występowania sporyszu uwarunkowana jest przede wszystkim przebiegiem pogody w okresie poprzedzającym kwitnienie zbóż i rozwój ziarna. Wilgotna, chłodna pogoda sprzyja rozwojowi grzyba, natomiast sucha i ciepła pogoda ogranicza jego ekspansję, zmniejszając także ryzyko infekcji zbóż. Niezależnie jednak od przebiegu pogody – podlegającej w naszej strefie klimatycznej znacznemu corocznemu zróżnicowaniu – największe porażenie sporyszem wykazuje zawsze ży-

Tabela 1  
Alkaloidy sporyszu i ich toksyczność

Nazwa alkaloidu	Wzór chemiczny	Toksyczność (króliki, dożylnie) DL <sub>50</sub> (mg/kg m.c.)*
Ergometryna	C <sub>19</sub> H <sub>23</sub> O <sub>2</sub> N <sub>3</sub>	3,20
Ergokomina	C <sub>31</sub> H <sub>39</sub> O <sub>5</sub> N <sub>5</sub>	0,90
Ergokryptyna (α i β)	C <sub>32</sub> H <sub>41</sub> O <sub>5</sub> N <sub>5</sub>	1,00 i 0,80
Ergotamina	C <sub>33</sub> H <sub>35</sub> O <sub>5</sub> N <sub>5</sub>	3,00
Ergokrystyna	C <sub>35</sub> H <sub>39</sub> O <sub>5</sub> N <sub>5</sub>	1,90

\*DL<sub>50</sub> – dawka letalna=ilość substancji toksycznej wyrażona w mg/kg masy ciała, powodująca śmierć połowy grupy zwierząt doświadczalnych

to, pszenżyto oraz pszenica, a znacząco niższe jęczmień i owies. Zboża chlebne zanieczyszczone sporyszem zawierającym toksyczne alkaloidy były też przyczyną notowanych w Europie (zwłaszcza w XVI i XVII wieku) częstych, powtarzających się wraz z falami głodu, masowych zatruc ludzi (5-10 g sporyszu stanowi dawkę śmiertelną).

Alkaloidy zawarte w sporyszu należą do grupy około 30 różnych związków chemicznych pochodnych kwasu lizergowego (C<sub>16</sub>H<sub>16</sub>O<sub>2</sub>N<sub>2</sub>). Do najważniejszych alkaloidów sporyszu należą: ergotamina, ergometryna, ergokryptyna (α + β), ergokornina oraz ergokrystyna. Działanie toksyczne alkaloidów polega na dysfunkcji układu neurohormonalnego oraz porażeniu mięśni gładkich, prowadzącego w ostrych stanach zatruc do blokady ośrodką oddechowego i śmierci zwierząt. Zatrucia ostre zwierząt alkaloidami sporyszu należą jednak do przypadków incydentalnych, mających dla hodowcy mniejsze znaczenie niż bezobjawowe chroniczne formy ergotyizmu, powodujące systematyczną biologiczną destrukcję organizmu i obniżenie produktywności zwierząt. Toksyczność poszczególnych alkaloidów (tab. 1) może wahać się w szerokich granicach (np. DL<sub>50</sub> dla ergokryptyny β i ergometryny wynosi odpowiednio 0,80 mg i 3,20 mg/kg masy ciała) i z tego wzglę-

Tabela 2  
Wpływ sporyszu na zdrowie i produktywność zwierząt

Zwierzęta	Udział sporyszu w dziennej dawce pokarmowej	Efekty zatrucia
Krowy	10 g/szt.	zmniejszenie wydajności mlecznej
Opasy	0,5%	zmniejszenie pobrania paszy
Trzoda chlewna	1,4%	nekroza uszu
Tuczniaki	0,7%	utrata apetytu, zmniejszenie przyrostów
Lochy	0,7%	poronienia, zanik syntezy mleka
Prosięta	0,1%	zmniejszenie przyrostów
Klaczki	4-10 g/szt.	zanik tkanki gruczołowej wymienia, zmniejszenie wydzielania mleka
Owce maciorki	6 g/szt.	zmniejszenie pobrania paszy, zmniejszenie wydzielania mleka
Kury nioski	1,0%	zmniejszenie nieśności
	3,0%	nekroza grzebienia
Brojlery kurze	0,2%	zmniejszenie pobrania paszy
Kaczki	1,0%	przypadki śmiertelne