

*Katedra Hodowli Koni i Jeździectwa Wydziału Bioinżynierii Zwierząt

**Katedra Nauk Klinicznych Wydziału Medycyny Weterynaryjnej

***Zakład Żywienia Zwierząt Wydziału Bioinżynierii Zwierząt
Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie

ADRIANA ŚWISTOWSKA*, ZYGMUNT KULETA**, ARTUR STOPYRA**,
DARIUSZ MINAKOWSKI***, RYSZARD TOMCZYŃSKI*

Zastosowanie makucha lnianego w żywieniu koni sportowych

The use of linseed cake in sport horses nutrition

STRESZCZENIE

Makuch lniany jest bardzo wartościowym surowcem paszowym zarówno pod względem zawartości białka i tłuszczu, jak i licznych walorów dietetycznych, takich jak między innymi obecność śluzu powlekającego nasiona, czy znaczna zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych. Przeprowadzone badania pozwoliły stwierdzić, że dodatek 990 g makucha dziennie do dawki pokarmowej nie wpływa szkodliwie na zdrowie koni, ani też nie osłabia ich wydolności w czasie wysiłku fizycznego. Z tego względu dodatek makucha lnianego do dawki pokarmowej dla koni sportowych jest godny polecenia.

Słowa kluczowe: konie, żywienie, makuch lniany, krew, surowica, testy wysiłkowe, pasze, dodatki paszowe

WSTĘP

W hodowli i chowie zwierząt żywienie było zawsze jednym z najważniejszych czynników decydujących o ich osiągnięciach produkcyjnych. Tylko odpowiednie żywienie zapewnia pełne wykorzystanie zapisanych w genach możliwości.

Ustalenie dawek żywieniowych koniom w treningu i startującym w zawodach polega na skomponowaniu optymalnego poziomu składników pokarmowych: białka, węglowodanów i tłuszczów oraz energii, pozwalających na pokrycie zapotrzebowania i wspomagających szybką regenerację organizmu bez zbytecznego obciążania przewodu pokarmowego.

Taką paszą może być makuch lniany, uboczny produkt powstający przy mechanicznym wytłaczaniu oleju z nasion lnu. Skład chemiczny i wartość pokarmową makucha lnianego przedstawia tabela 1. Białko makucha charakteryzuje się wysoką przyswajalnością i dobrą jakością, jego strawność waha się w granicach od 85 do 90% [Barowicz, Brzóska 1996]. Pod względem jakości ustępuje nieco białku soi, z powodu mniejszej zawartości lizyny [Sasimowski i Budzyński 1981]. Istotną i korzystną cechą tej paszy jest znaczna zawartość tryptofanu, aminokwasu niezwykle rzadko spotykanego w białku roślinnym (tab. 2).

Tabela 1. Skład chemiczny i wartość pokarmowa makucha lnianego
Table 1. Chemical composition and energy value of linseed cake

Wyszczególnienie Specification	Makuch lniany Linseed cake	
Sucha masa (%) Dry matter (%)	88,9	89,46
Popiół surowy (%) Crude ash (%)	7,2	
Białko ogólne (%) Crude protein (%)	30,2	33,6
Tłuszcz surowy (%) Ether extract (%)	8,9	10,02
Włókno surowe (%) Crude fiber (%)	9,9	9,56
Związki bezazotowe wyciągowe (%) Azotfree extractives (%)	33,7	31,16
Energia strawna (MJ) Digestible energy (MJ)	11,5	13,6
Białko ogólne strawne (%) Digestible crude protein (%)	266	
Źródło Source	Normy żywienia koni Horse feeding norms	Badania własne Autors' own studies

Tabela 2. Zawartość aminokwasów w białku makucha lnianego oraz w innych paszach
wysokobiałkowych, g/kg (badania własne)

Table 2. Amino acid composition of protein of linseed cake and other high-protein fodders, g/kg
(authors' own studies)

Wyszczególnienie Specification	Białko ogólne Crude protein	Lizyna Lys	Metionina + cystyna Met + Cys	Treonina Thr	Tryptofan Trp
Makuch lniany Linseed cake	33,6	12,1	11,76	12,1	4,37
Śruta poekstrakcyjna sojowa Soybean meal	44,9	27,7	13,10	17,7	6,1
Śruta poekstrakcyjna rzepakowa Rapeseed meal	35,1	19,0	15,8	15,4	4,6
Bobik Horse bean	26,8	17,7	5,3	9,9	2,4
Groch Pea	20,9	15,0	5,2	7,9	1,9
Łubin żółty Yellow lupine	38,5	19,3	11,6	12,3	3,1

Bardzo ważną cechą makucha lnianego jest wysoki poziom energii (11,5–12,5 MJ ES), związany ze znacznym udziałem tłuszczu (ok. 10%). Ma to szczególnie istotne znaczenie w żywieniu koni sportowych, których zapotrzebowanie na energię w czasie wysiłku wzrasta niemal dwukrotnie [Sasimowski i Budzyński 1981]. Tłuszcz makucha lnianego jest także bogatym źródłem nienasyconych kwasów tłuszczowych, wśród których zwraca uwagę niezwykle wysoki poziom kwasu α -linolenowego, stanowiącego ponad 50% wszystkich kwasów (tab. 3). Równie bogate w nienasycone kwasy tłuszczowe są tylko tłuszcze ryb i ssaków morskich [Jamróz i Potkański 2001].

Tabela 3. Skład kwasów tłuszczowych w makuchu lnianym, % sumy zidentyfikowanych kwasów tłuszczowych [Grela 1995]

Table 3. Fatty acids composition of linseed cake, % of total identified fatty acids [Grela 1995]

Kwasy tłuszczowe – Fatty acids		%
Laurynowy	12:0	0,19
Mirystynowy	14:0	0,18
Palmitynowy	16:0	5,52
Palmitynoleinowy	16:1	0,38
Stearynowy	18:0	4,28
Oleinowy	18:1	21,06
Linolowy	18:2*6	13,43
α -linolenowy	18:3*3	54,26
γ -linolenowy	18:3*6	0,00
Eikozenowy	20:1	0,56
Erukowy	22:1	0,14
Kw. tłuszczowe nasycone, SFA – saturated fatty acids		10,17
Kw. tłuszczowe jednonienasycone, MUFA – monounsaturated fatty acids		22,14
Kw. tłuszczowe wielonienasycone, PUFA – polyunsaturated fatty acids		67,69

Kolejną charakterystyczną cechą makucha lnianego jest wysoka zawartość włókna, sięgająca 10%. Znaczna ilość włókna ogranicza stosowanie tej paszy w żywieniu zwierząt monogastrycznych, jednak dzięki wysokiej aktywności mikroflory jelita ślepego konia, może być stosowana w żywieniu tych zwierząt. W tym przypadku włókno wpływa wręcz korzystnie na układ pokarmowy konia, stymulując ruchy perystaltyczne jelit. Stosowanie pasz o nadmiernej koncentracji energii i składników pokarmowych wpływa negatywnie na perystaltykę jelit i trawienie z powodu niskiej zawartości włókna i niekorzystnych w związku z tym warunków dla rozwoju pozytywnej mikroflory zasiedlającej przewód pokarmowy [Sasimowski i Budzyński 1981]. Dlatego makuch lniany może stanowić uzupełnienie dawki pokarmowej dla konia. Wysoka zawartość włókna w makuchu wynika z obecności łusek nasion lnu. W odróżnieniu od nasion innych roślin oleistych, łuski te, jak podają Jamróz i Potkański [2001], pokryte są warstwą śluzu, który, powlekając błony przewodu pokarmowego zwierząt, działa ochronnie, łagodzi podrażnienia oraz stany zapalne.

Po analizie tych informacji, podjęto badania, których celem było określenie przydatności makucha lnianego w żywieniu koni sportowych.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono na 7 koniach użytkowanych sportowo w konkurencji skoków przez przeszkody. Były to konie rasy wielkopolskiej (5 koni) oraz pełnej krwi angielskiej (2 konie), pochodzące ze stajni doświadczalnej Katedry Hodowli Koni i Jeździectwa Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie.

W ponaddwumiesięcznym okresie badań konie żywiono zgodnie z normami dla zwierząt gospodarskich i poddawano zbliżonym obciążeniom fizycznym. Aby wykazać wpływ makucha lnianego na wybrane wskaźniki krwi i wyniki badania klinicznego w spoczynku i po wysiłku, czterokrotnie przeprowadzono testy wysiłkowe:

- pierwszy we wstępnym okresie żywieniowym, w którym koniom podawano kontrolną dawkę pokarmową, składającą się z gnieczonego owsa oraz siana łąkowego;
- dwa testy w okresie żywienia koni doświadczalną dawką pokarmową, w której 1,2 kg owsa zastąpiono 990 g makucha lnianego, podawanego w 3 odpasach po 330 g; okres ten trwał 60 dni, a testy przeprowadzono w połowie i na koniec tego okresu;
- czwarty test 7 dni po przejściu z żywienia koni dawką doświadczalną na żywienie dawką kontrolną.

Podczas testów wysiłkowych koni pod jeźdźcem poddawano je następującym obciążeniom: 5 min kłusa i 10 min galopu. Dawki owsa dostosowano do indywidualnych potrzeb koni. Ich skład i wartość odżywcza przedstawia tabela 4.

Tabela 4. Skład i wartość odżywcza kontrolnych dawek pokarmowych
Table 4. Composition and nutritive value of control diets

Konie Horses	Darling Joving Lach	Akapit Bolero Passat	Dante	
Skład dawek Composition of diets	5 kg siana 3,6 kg owsa 5 kg hay 3.6 kg oat	5 kg siana 5,4 kg owsa 5 kg hay 5.4 kg oat	5 kg siana 7,2 kg owsa 5 kg hay 72 kg oat	
Sucha masa, kg Dry matter, kg	7,47	9,06	10,65	
Energia strawna, MJ Digestible energy, MJ	80,18	100,52	120,86	
Białko ogólne, g Crude protein, g	1036	1249	1462	
Białko ogólne strawne, g Digestible crude protein, g	699	867,2	1034,6	
Tłuszcz surowy, g Ether extract, g	247,6	321,4	395	
Włókno surowe, g Crude fibre, g	1515,4	1675,6	1835,8	
Koncentracja Concentration	Energia strawna, MJ/kg s.m. Digestible energy	10,73	11,09	11,35
	Białko ogólne, g/kg s.m. Crude protein	138,69	137,86	137,28
	Białko ogólne strawne, g/kg s.m. Digestible crude protein	93,57	95,72	97,15
	Tłuszcz surowy, g/kg s.m. Ether extract	33,15	35,47	37,09
	Włókno surowe, g/kg s.m. Crude fibre	202,86	184,94	172,38

U każdego konia przed oraz bezpośrednio po teście określano temperaturę wewnętrzną, liczbę tętna i oddechów oraz pobierano krew do analizy z żyły szyjnej zewnętrznej. Krew pobierano do kalibrowanych probówek napylnych dwupotasowym EDTA (oznaczenia hematologiczne), zawie-

rających fluorek sodowy i dwupotasowy EDTA (badanie zawartości glukozy i kwasu mlekowego w osoczu). Do wykonania pozostałych badań biochemicznych i enzymatycznych pobierano krew do próbek z polipropylenu z granulatem do szybkiego wykrzepiania, następnie krew wirowano z prędkością 3000 obr/min przez 20 min.

We krwi oznaczono następujące wskaźniki: stężenie hemoglobiny (HGB), liczbę krwinek czerwonych (RBC), liczbę krwinek białych (WBC), liczbę hematokrytową (HCT), średnią objętość krwinki czerwonej (MCV), średnią masę hemoglobiny w krwince czerwonej (MCH), średnie stężenie hemoglobiny w krwince czerwonej (MCHC) – za pomocą licznika hematologicznego Vet ABC-18t-my ABX Hematologie; aktywność aminotransferazy asparaginianowej (ASP) i alaninowej (ALT) – przy użyciu spektrofotometru Epoll 20; aktywność kinazy kreatynowej (CK) – za pomocą zestawów firmy Cormay; aktywność dehydrogenazy mleczanowej (LDH) – za pomocą zestawu firmy Analco; stężenie glukozy w osoczu – metodą oksydazową, przy zastosowaniu odczynników firmy Cormay, za pomocą spektrofotometru Epoll 20; parametry gospodarki wodno-elektrolitowej – stężenie Na^+ , K^+ , Cl^- w surowicy – oznaczone metodą jonoselektywną za pomocą analizatora Easy Lyte Plus; stężenie kwasu mlekowego w osoczu – metodą enzymatyczną z oksydazą mleczanową, przy użyciu odczynników firmy bio-Merieux; pH krwi oznaczono aparatem Ciba Corning 248. Wyniki opracowano statystycznie programem Statistica.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Doświadczalne dawki paszy (tab. 5) miały zbliżoną wartość energetyczną jak dawki kontrolne (tab. 4). Mimo to, dodatek makucha spowodował wzrost zawartości tłuszczu surowego w dawce o ok. 50 g, natomiast jego koncentracja wzrosła o ok. 6 g/kg suchej masy. Pasza ta jest tym bardziej godna polecenia, że stwierdzono pozytywny wpływ dodatków tłuszczowych na pobieranie i wykorzystanie energii [Hambleton i in. 1980, Meyer i Potter i in. 1992, Rychlik i in. 1995, Sallmann 1996].

Zwiększony udział tłuszczu w dawce doświadczalnej z makuchem pozwolił również na zmniejszenie jej masy o 210 g, przy zachowaniu takiego samego poziomu energii jak w dawce kontrolnej. Powoduje to mniejsze obciążenie przewodu pokarmowego [Berger i Ketz 1974].

Statystycznie istotne różnice pomiędzy średnimi spoczynkowymi wartościami badanych wskaźników z poszczególnych testów zanotowano tylko w przypadku liczby tętna, stężenia glukozy, kwasu mlekowego i aktywności dehydrogenazy mleczanowej w surowicy badanych koni. Wyniki analizy krwi oraz badania klinicznego zestawiono w tab. 6 i 7.

Stan kliniczny koni doświadczalnych sprawdzany przed i po każdym teście wysiłkowym nie budził zastrzeżeń. Wysoka wartość tętna zaobserwowana w teście pierwszym (46–57/min) była najprawdopodobniej skutkiem stresu, ponieważ konie znalazły się w nowej sytuacji. Nie należy więc doszukiwać się tu wpływu żywienia koni dawką z udziałem makucha lnianego.

Stężenie glukozy w surowicy wzrosło od 4,77 mmol/l w czasie żywienia dawką kontrolną do 6,19 mmol/l po 60 dniach podawania koniom dawki z udziałem makucha lnianego. Natomiast zawartość glukozy w 6 dni po zakończeniu podawania makucha wynosiła 5,46 mmol/l i była porównywalna do stężenia obserwowanego u koni w drugim okresie żywieniowym (5,47 mmol/l). Świadczy to o stopniowym powrocie tej wartości do wielkości wyjściowych, a tym samym potwierdza, że zauważona zmiana spowodowana była dodatkiem do dawki pokarmowej makucha lnianego. Glukoza jest dość stabilnym wskaźnikiem, utrzymującym się w okresie spoczynku w granicach 5–6,5 mmol/l [Szarska 2002, Krumrych 2003]. Spadek poziomu glukozy poniżej 4 mmol/l może świadczyć

o nieprawidłowym żywieniu, przemęczeniu lub przetrenowaniu koni [Szarska 1999, Stopyra 2002]. Wzrost stężenia glukozy w osoczu badanych koni, mieszczący się w granicach wartości referencyjnych [Krumrych 2003], wydaje się być zjawiskiem korzystnym, związanym z wyższym udziałem tłuszczu w dawce pokarmowej [Harkins i in. 1992].

Tabela 5. Skład i wartość odżywcza doświadczalnych dawek pokarmowych
Table 5. Composition and nutritive value of experimental diets

Konie Horses		Darling Joving Lach	Akapit Bolero Passat	Dante
Skład dawek Composition of diets		5 kg siana 2,4 kg owsa 990 g makucha Inianego 5 kg hay 2,4 kg oat 990 g linseed cake	5 kg siana 4,2 kg owsa 990 g makucha Inianego 5 kg hay 4,2 kg oat 990 g linseed cake	5 kg siana 6 kg owsa 990 g makucha Inianego 5 kg hay 6 kg oat 990 g linseed cake
Sucha masa, kg Dry matter, kg		7,3	8,89	10,48
Energia strawna, MJ Digestible energy, MJ		80,08	100,42	120,76
Białko ogólne, g Crude protein, g		1227	1440	1653
Białko ogólne strawne, g Digestible crude protein, g		881,24	1048,64	1216,04
Tłuszcz surowy, g Ether extract, g		297,59	371,39	445,19
Włókno surowe, g Crude fibre, g		1503,24	1663,44	1823,64
Koncentracja Concentration	Energia strawna, MJ/kg s.m. Digestible energy	10,97	11,29	11,52
	Białko ogólne, g/kg s.m. Crude protein	168,08	161,98	157,73
	Białko ogólne strawne, g/kg s.m. Digestible crude protein	120,72	117,96	116,03
	Tłuszcz surowy, g/kg s.m. Ether extract	40,77	41,78	42,48
	Włókno surowe, g/kg s.m. Crude fibre	205,92	187,11	174,01

W okresie skarmiania makucha Inianego również stężenie kwasu mlekowego w surowicy koni uległo podwyższeniu. Najwyższą wartość tego wskaźnika (0,8 mmol/l), wysoko istotnie różną od wartości zanotowanych w pozostałych pobraniach, zanotowano po 60 dniach podawania koniom doświadczalnej dawki pokarmowej. Jednakże wartość ta nadal odpowiadała wartości tego wskaźnika u zdrowych koni [Krumrych 2003].

Tabela 6. Wyniki analizy morfologicznej krwi koni doświadczalnych w spoczynku
 Table 6. Results of morphological blood analysis of experimental horses at rest

Wskaźniki Indicators	Test I n = 7			Test II n = 7			Test III n = 6			Test IV n = 5		
	\bar{x}	S	V	\bar{x}	S	V	\bar{x}	S	V	\bar{x}	S	V
WBC, 10 ⁹ /l	6,24	0,70	11,28	6,41	0,76	11,85	6,62	1,16	17,51	6,62	0,70	10,60
RBC, 10 ¹² /l	8,24	1,11	13,44	7,85	1,20	15,28	7,52	0,57	7,59	7,33	0,52	7,03
HGB, g/l	135,43	14,19	10,48	130,43	19,71	15,11	128,83	10,11	7,85	124,20	9,99	8,04
HCT, l/l	0,40	0,04	9,86	0,39	0,06	14,92	0,37	0,03	7,27	0,37	0,03	7,73
MCV, fl	48,57	2,94	6,04	49,29	3,50	7,10	49,83	2,99	6,01	49,80	3,42	6,87
MCH, pg	16,53	1,16	7,04	16,64	1,07	6,41	17,18	1,27	7,40	16,98	1,37	8,09
MCHC, g/l	340,29	3,59	1,06	338,29	3,82	1,13	344,67	6,22	1,80	340,00	3,24	0,95
PLT, 10 ⁹ /l	284,14	121,39	42,72	249,71	120,57	48,28	339,33	254,69	75,06	251,60	100,38	39,90

Tabela 7. Wyniki analizy biochemicznej krwi oraz badania klinicznego koni doświadczalnych w spoczynku

Table 7. Results of biochemical blood analysis and clinical tests of experimental horses at rest

Wskaźniki Indicators	Test I n = 7			Test II n = 7			Test III n = 6			Test IV n = 5		
	\bar{x}	S	V	\bar{x}	S	V	\bar{x}	S	V	\bar{x}	S	V
Glu, mmol/l	4,77 ^{bCd}	6,05	4,43	5,47 ^{ac}	0,35	6,40	6,19 ^{Abd}	0,32	5,13	5,46 ^{ac}	0,21	3,88
Na, mmol/l	136,53	0,44	9,17	137,54	3,25	2,36	138,55	1,59	1,15	141,50	3,48	2,46
K, mmol/l	106,47	6,05	4,43	105,80	0,95	0,90	105,07	0,69	0,65	106,70	1,11	1,04
Cl, mmol/l	9,14	1,07	11,69	9,43	2,30	24,38	8,33	1,03	12,39	9,80	1,64	16,77
Kw. mlek., mmol/l	0,53 ^C	0,12	22,29	0,48 ^C	0,12	24,85	0,8 ^{ABD}	0,16	20,56	0,52 ^C	0,10	19,89
pH	7,40	0,02	0,29	7,39	0,01	0,16	7,39	0,02	0,21	7,38	0,01	0,09
AST, U/l	278,86	31,58	11,32	295,29	113,24	38,35	242,5	36,89	15,21	302,6	29,91	9,88
ALT, U/l	4,75	1,28	1,21	4,42	0,15	3,40	4,35	0,31	7,04	4,39	0,45	10,27
LDH, U/l	578,43 ^{Bcd}	217,59	37,62	302,86 ^A	56,74	18,73	395,0 ^a	81,19	20,56	409,0 ^a	87,76	21,46
CK, U/l	373,14	107,16	28,72	263,29	27,26	10,36	257	36,70	14,28	308,4	97,69	31,68
Temperatura, °C Temperature	37,16	0,48	1,30	37,49	0,33	0,89	37,50	0,43	1,14	37,34	0,32	0,86
Tętno, licz. uderzeń/min Pulse, beats/min	46,571 ^{BCd}	23,59	45,12	30,0 ^A	9,93	33,11	29,67 ^A	4,63	15,62	32,8 ^a	2,68	8,18
Oddechy, min Breaths	19,71	5,35	27,11	17,00	3,79	22,27	17,83	5,08	28,46	14,40	1,14	7,92

a, b, c, d $p \leq 0,05$ A, B, C, D $p \leq 0,01$

Enzymy wskaźnikowe pojawiają się w surowicy po uszkodzenia tkanek lub narządów. Wzrost aktywności określonych enzymów pozwala na zdiagnozowanie uszkodzenia danej tkanki czy narządu [Malinowska 1997, Stopyra 2002]. Enzymami specyficznymi dla tkanki mięśniowej są: kinaza kreatynowa (CK), dehydrogenaza mleczanowa (LDH) i w mniejszym stopniu transaminazy – asparaginianowa (AST) i alaninowa (ALT) [Angielski 1985, Szarska 1999, Krumrych 2003]. W analizowanym doświadczeniu tylko aktywność dehydrogenazy mleczanowej ulegała zmianom istotnym statystycznie. W trakcie żywienia koni dawką z udziałem makucha lnianego nastąpił spadek aktywności tego enzymu z 578,43 do 302,86 U/l. Jednakże spadek aktywności enzymów wskaźnikowych nie ma znaczenia diagnostycznego [Krumrych 2003], poświadczając tym samym brak szkodliwego wpływu dawki pokarmowej z udziałem makucha lnianego na układ mięśniowy koni.

Wysiłek fizyczny powoduje znaczne zmiany w fizjologii organizmu i znajduje to odbicie w wartościach wskaźników hematologicznych i biochemicznych oraz w wynikach badania klinicznego. Również w opisywanym doświadczeniu można było zauważyć znaczne zmiany wartości badanych parametrów na skutek wysiłku. Między innymi nastąpił wzrost liczby krwinek czerwonych (RBC), co obserwowali również w swoich badaniach Munoz i in. [1996] oraz Stopyra [2002]. W tabelach 8 i 9 zestawiono średnie różnice pomiędzy wartościami analizowanych wskaźników przed i po wysiłku w poszczególnych testach. W większości wskaźników nie różniły się one statystycznie. Statystycznie istotne zmiany zanotowano tylko w przypadku stężenia glukozy w osoczu i chlorków w surowicy oraz liczby tętna i oddechów.

Tabela 8. Różnice między wartościami wskaźników morfologicznych krwi koni doświadczalnych w spoczynku i po wysiłku

Table 8. Differences between morphological blood indicators of experimental horses at rest and after exertion

Wskaźniki Indicators	Test I n = 7	Test II n = 7	Test III n = 6	Test IV n = 5
WBC, 10 ⁹ /l	0,714	0,971	1,367	1,300
RBC, 10 ¹² /l	1,350	1,320	1,532	1,756
HGB, g/l	22	20	2,267	27,800
HCT, l/l	0,070	0,068	0,080	0,089
MCV, fl	0,286	0,286	0,333	0,200
MCH, pg	-0,086	-0,157	-0,267	-0,200
MCHC, g/l	-4,286	-5,571	-8,333	-5,200
PLT, 10 ⁹ /l	-40,857	39,286	69,500	-29,200

Stężenie glukozy (Glu) w osoczu w czasie wysiłku jest odbiciem stanu równowagi między zużywaniem tego substratu przez pracujące mięśnie a jej uwalnianiem z wątroby w procesie glikogenolizy [Szarska 2002]. Długotrwały lub intensywny wysiłek powoduje utrzymanie stężenia glukozy na stałym poziomie lub jego wzrost [Hyypa i in. 1997, Szarska 1999]. Natomiast w omawianym doświadczeniu wysiłek fizyczny powodował spadek stężenia glukozy w osoczu. Podobne wyniki uzyskał Stopyra [2002]. Wg tego autora może to świadczyć o zaburzeniu mechanizmów utrzymujących stały poziom węglowodanów we krwi i ich nadmiernym zużyciu. Ponieważ spadek ten notowany był zarówno przed, jak i w czasie żywienia koni dawkami doświadczalnymi, nasuwa się wniosek, że nie był on

spowodowany uzupełnieniem dawki pokarmowej o makuch lniany. Statystycznie istotnie mniejszy spadek średniej wartości spoczynkowego stężenia glukozy w osoczu w pierwszym teście był spowodowany bardzo niskim poziomem glukozy u jednego z koni doświadczalnych (2,96 mmol/l), znacznie odbiegającym od wartości u pozostałych koni.

Tabela 9. Różnice między wartościami wskaźników biochemicznych krwi oraz wynikami badania klinicznego koni doświadczalnych w spoczynku i po wysiłku

Table 9. Differences between biochemical blood indicators and clinical tests of experimental horses at rest and after exertion

Wskaźniki Indicators	Test I n = 7	Test II n = 7	Test III n = 6	Test IV n = 5
Glu, mmol/l	-0,543 ^{BCD}	-1,614 ^A	-1,927 ^A	-1,940 ^A
Na, mmol/l	4,700	1,029	0,800	1,580
K, mmol/l	-0,169	0,229	0,090	0,382
Cl, mmol/l	0,771 ^{BCd}	-2,971 ^A	-3,217 ^A	-2,300 ^a
Kw. mlek. – lactic, mmol/l	0,019	-0,011	-0,023	0,040
pH	-0,006	-0,003	-0,004	-0,005
AST, U/l	29,286	10,000	48,667	31,400
ALT, U/l	1,571	0,286	1,500	0,400
LDH, U/l	-18,429	53,857	5,000	66,000
CK, U/l	-8,714	24,714	-2,333	24,000
Temperatura, °C Temperature	0,786	0,500	0,800	0,800
Tętno, licz. uderzeń/min Pulse, beats/min	11,143 ^{Cd}	23,429 ^c	39,333 ^{Ab}	36,400 ^a
Oddechy/min Breaths	29,714 ^{Bd}	7,000 ^A	19,667	12,800 ^a

a, b, c, d $p \leq 0,05$

A, B, C, D $p \leq 0,01$

Elektrolity są niezwykle ważne dla zachowania homeostazy organizmu, zwłaszcza sód (Na) i potas (K) [Szarska 2002]. Żywienie koni dawkami pokarmowymi z udziałem makucha lnianego nie spowodowało istotnych statystycznie zmian zawartości tych elektrolitów w surowicy koni doświadczalnych w okresie spoczynku. Po wysiłku wartości tych wskaźników zachowywały się podobnie we wszystkich testach, co poświadcza brak wpływu żywienia koni dawkami pokarmowymi z udziałem makucha lnianego na wielkość zmian w poziomie tych elektrolitów po wysiłku.

Natomiast różne reakcje na wysiłek zanotowano w przypadku stężenia chlorków w surowicy koni doświadczalnych. Jak podają liczne źródła, wysiłek fizyczny powoduje spadek stężenia chlorków w surowicy [Andrews i in. 1995, Stopyra 2002]. Powodem jest wydalanie tych jonów z potem wraz z jonami sodowymi w postaci chlorku sodu [Geor i McCutcheon 1998a, b, McCutcheon i Geor 1998]. Tak też zachowywał się ten wskaźnik w okresie podawania koniom makucha lnianego.

W analizowanym doświadczeniu nie zaobserwowano wzrostu stężenia kwasu mlekowego po wysiłku w osoczu koni doświadczalnych w żadnym teście. Świadczy to o tlenowym charakterze stosowanych obciążeń fizycznych [Szarska 1999] oraz o braku negatywnego wpływu żywienia koni dawkami z udziałem makucha lnianego na ich wydolność.

Istotny wzrost wartości wskaźników klinicznych nastąpił po wysiłku fizycznym, co jest zjawiskiem naturalnym, związanym z przyspieszeniem przemian metabolicznych [Hodgson i in. 1993, Geor i in. 1995, Gottlieb-Vedi i in. 1996b, Munoz i in. 1996, Szarska 1999].

Dość interesujące wyniki zanotowano w przypadku powysiłkowych wartości tętna i oddechów koni doświadczalnych. Pod koniec skarmiania doświadczalnych dawek pokarmowych (test III i IV) nastąpił niepokojący wzrost liczby tętna, istotnie wyższy od różnic z pierwszych dwóch testów. Znaczne wahania zaobserwowano także w liczbie oddechów koni doświadczalnych. Ponieważ wahania te zanotowano zarówno w czasie podawania makucha lnianego, jak i przed, trudno dopatrywać się tu wpływu żywienia. Najprawdopodobniej były one wywołane przez inne czynniki przeprowadzanych testów.

Wartości pozostałych wskaźników zmieniały się pod wpływem wysiłku podobnie w całym okresie trwania doświadczenia i w kolejnych testach nie różniły się między sobą statystycznie (tab. 8 i 9).

Należy podkreślić, że wartości spoczynkowe wszystkich badanych wskaźników odpowiadały wartościom referencyjnym [Urbaniak-Czajka 2001, Krumrych 2003].

WNIOSKI

1. Dodatek makucha lnianego wzbogaca dawkę pokarmową w tłuszcz, zwiększając koncentrację energii w dawce, co pozwala na zmniejszenie jej objętości.
2. Wzbogacenie dawki pokarmowej w makuch lniany nie wpływa szkodliwie na zdrowie koni, o czym świadczy utrzymanie spoczynkowych wartości wskaźników hematologicznych, biochemicznych i klinicznych w granicach wartości referencyjnych.
3. Dodatek makucha lnianego do dawki pokarmowej nie zmienia reakcji organizmu koni na stosowane obciążenia fizyczne, a w przypadku stężenia chlorków w surowicy nawet ją poprawia.

PIŚMIENNICTWO

- Andrews F., Geiser D., White S., Williamson L., Maykuth P., Green E. 1995. Haematological and biochemical changes in horses competing in 3 Star horse trial and 3-day-event. *Equine Vet. J. Suppl.* 57–63.
- Angielski S. 1985. *Biochemia kliniczna i analityka*. PZWL, Warszawa, 16–19, 255–296, 340–356.
- Barowicz T., Brzóska F. 1996. Zastosowanie pełnych nasion lnu w dawkach pokarmowych dla tuczników. *Trzoda Chlew.*, 34.10, 40-42.
- Berger H., Ketz H.A. 1974. *Trawienie, wchłanianie i przemiana pośrednia u zwierząt*. PWRiL, Warszawa.
- Geor R., McCutcheon L., Ecker G., Lindinger M. 1995. Thermal and cardiorespiratory responses of horses to submaximal exercise under hot and humid conditions. *Equin. Vet. J. Suppl.*, 20, 125–132.
- Geor R., McCutcheon L. 1998a. Hydration effects on physiological strain of horses during exercise-heat stress. *J. Appl. Physiol.*, 84, 2042–2051.
- Geor R., McCutcheon L. 1998b. Thermoregulatory adaptations associated with training and heat acclimation. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.*, 14, 97–120.
- Gottlieb-Vedi M., Essen-Gustacsson B., Lindholm A. 1996b. Cardio-respiratory plasma lactate response to exercise with low draught resistances in standardbred trotters. *Zentr. Veterin. A.*, 43, 635–641.

- Grela R.E. 1995. Skład chemiczny i przydatność paszowa wytluszczony z nasion roślin oleistych. *Prz. Hod.*, 9, 24–25.
- Hambleton P.L., Slede L.M., Hamar D.E., Kienholz E.W., Lewis L.D. 1980. Dietary fat and exercise conditioning effect on metabolic parameters in the horses. *J. Anim. Sci.*, 5, 1330–1336.
- Hodgson D., McCutcheon L., Byrd S. 1993. Dissipation of metabolic heat in the horse during exercise. *J. Appl. Physiol.*, 74, 1161–1170.
- Hyypä S., Rasanen L., Poso A. 1997. Resynthesis of glycogen in skeletal muscle from standard-bred trotters after repeated bouts of exercise. *A. J. Vet. Res.*, 58, 162–166.
- Jamróż D., Potkański A. 2001. *Żywienie zwierząt i paszoznawstwo*. Wyd. Nauk. PWN Warszawa.
- Krumrych W. 2003. Wskaźniki laboratoryjne krwi koni – wartości referencyjne i interpretacja. Państwowy Instytut Weterynaryjny, Puławy.
- Malinowska A. 1997. *Biochemia zwierząt*. Wyd. SGGW, Warszawa.
- McCutcheon L., Geor R. 1998. Sweating. Fluid and ions losses and replacement. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.*, 14, 75–95.
- Meyer H., Sallmann H.P. 1996. Fettfütterung beim Pferd. *Über. Tierernähr.*, 24, 199–227.
- Munoz A., Castejon F., Rubio M., Vivi R., Aguera E., Escribano B., Santisteban R. 1996. How erythrocyte and plasma lactate concentrations are related in Andalusian horses during an exercise test and recuperation. *J. Equine Sci.*, 7, 35–42.
- Normy żywienia koni. 1991. Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN, Jabłonna. Omnitech Press, Warszawa.
- Potter G.D., Hughes S.L., Julen T.R., Swinney D.I. 1992. A review of research on digestion and utilization of fat by the equine. *Pferdeheilkunde 1. Europaisch Konferenz über die Ernährung des Pferdes*. Tierärztliche Hochschule Hannover, Sonderdruck, 119–123.
- Rychlik A., Tomczyński R., Kuleta Z., Masztalerz I., Kaczor K. 1995. Wpływ źródła energii dawki pokarmowej i obciążeń treningowych na wybrane metabolity krwi koni. *Acta Acad. Agricult. Tech. Ost., Veterinaria*, 22, 47–58.
- Sasimowski E., Budzyński M.J. 1981. *Żywienie koni*. PWRiL, Warszawa.
- Stopyra A. 2002. Wskaźniki gospodarki tlenowej i aktywność wybranych enzymów surowicy koni w warunkach ekstremalnego wysiłku. *Med. Wet.*, 58(7), 543–548.
- Szarska E. 1999. *Badania laboratoryjne w treningu koni*. Agencja Reklamowa „Crex” s.c. Warszawa.
- Szarska E. 2002. Wykorzystanie badań diagnostycznych krwi do oceny stanu zdrowia i zaawansowania treningowego koni wyczynowych. Wyd. SGGW, Warszawa.
- Urbaniak-Czajka B. 2001. *Koń zdrowy jak...* Multico Oficyna Wydawnicza, Warszawa.

SUMMARY

The aim of the study was to estimate the usefulness of linseed cake in sport horses nutrition through determination of the influence of this fodder on performance and health of the horses. The studies involved 7 horses taking part in a horse jumping competition. During the period of the experiment there were conducted four times clinical examinations and blood analysis at rest and after exertion. Before the first test the horses were fed on control diets without linseed cake. Then for 60 days they were fed on experimental diets with linseed cake. Tests were conducted in the middle and at the end of this period. The last test was conducted 6 days after returning to feeding horses on control diets. It was observed that the diet with linseed cake was not harmful for horses' health, and it did not change their physiological reaction during the exertion. Moreover, thanks to many dietary virtues, linseed cake seems to be a desirable fodder in horse feeding.

Key words: horses, nutrition, linseed cake, blood, serum, exertion tests, fodder, fodder supplements