

PRZEMIANY AMINOKWASÓW I BIAŁEK W PROCESIE ZAKISZANIA ROŚLIN ŁĄKOWYCH

ОБМЕН АМИНОКИСЛОТ И ПРОТЕИНОВ В ПРОЦЕССЕ СИЛОСОВАНИЯ
ЛУГОВЫХ РАСТЕНИЙ

AMINO ACIDS AND PROTEINS TRANSFORMATION IN MEADOW PLANT
ENSILAGE PROCESS

WITOLD PODKÓWKA

Pracownia Paszoznawstwa Katedry Żywienia Zwierząt WSR w Olsztynie

W procesie zakiszania pasz zielonych w wyniku działalności mikroorganizmów i enzymów tkankowych, następują zmiany biochemiczne w składnikach pokarmowych, a w szczególności w węglowodanach i związkach azotowych. Przemiany węglowodanów zostały dość dokładnie zbadane i wyjaśnione (1, 9, 17, 18, 25, 26) z udziałem autorów polskich (12, 13, 21). Mało natomiast uwagi poświęcono badaniom przemian związków azotowych, mimo, że zagadnienie to jest ważne.

W procesie kiszenia pasz zielonych rozpad białka należy podzielić na dwa etapy. Pierwszy etap to hydrolityczny rozpad białka do aminokwasów, drugi natomiast to dezaminacja i dekarboksylacja aminokwasów do CO_2 , H_2O , NH_3 i innych produktów. Powstawanie wolnych aminokwasów w czasie fermentacji należy uważać za proces pożądany, ponieważ aminokwasy są łatwiej przyswajalne przez organizm zwierzęcy niż białka. Drugi natomiast etap, w którym aminokwasy ulegają dalszym przemianom należy uważać za niepożądany, gdyż prowadzi do strat ilościowych i jakościowych. Z tych też względów proces kiszenia winien przebiegać w ten sposób, aby drugi etap rozpadu białka ograniczyć do minimum. Badania Kirscha (7) wykazały, że w rozpadzie białka w procesie kiszenia biorą udział głównie enzymy roślinne, których działalność można zahamować przez obniżenie kwasowości podłoża poniżej pH — 4,5. Dlatego przy zakiszaniu winno się tą krytyczną granicę kwasowości osiągnąć w jak najszybszym czasie, a tym samym zapobiegamy niekorzystnym przemianom białka.

O rozpadzie białka w procesie zakiszania można wnioskować na podstawie zmian w zawartości azotu białkowego, rozpuszczalnego w wodzie i alkoholu oraz azotu amoniakalnego. Ilość azotu białkowego oraz rozpuszczalnego w wodzie i alkoholu wskazuje, jak daleko posunął się rozpad hydrolityczny białka, natomiast ilość amoniaku jest wykładnikiem rozpadu aminokwasów. Określając ilość azotu amoniakalnego możemy ogólnie wnioskować o intensywności procesu rozpadu aminokwasów, lecz nic nie wiemy, które z aminokwasów uległy dezaminacji i dekarboksylacji.

Przemianami aminokwasów w procesie zakiszania pasz zielonych zajmował się Barnett (1), Scharrer i Räker (19, 20), Ter-Karapetjan i współpracownicy (22, 23), Drozdenko (3, 4, 5), Jécsai (6), Kirchmeier i Kiemeier (8), z polskich autorów Masłowski i współpracownicy (10) oraz Podkowska (15).

Badania cytowanych autorów wykazały, że w procesie zakiszania zielonek następuje duży spadek zawartości niektórych aminokwasów. W porównaniu do materiału wyjściowego spadek ten może dochodzić do 30% i więcej. Jécsai (6) podaje, że wartość biologiczna białka kiszonki w porównaniu do materiału wyjściowego zmalała o 15%. Podkowska (15) w swoich badaniach stwierdził, że spadek zawartości aminokwasów uzależniony jest od stosowanych preparatów chemicznych przy zakiszaniu lucerny.

W pracach swych autorzy określali straty aminokwasów z różnicy ich zawartości w materiale wyjściowym i kiszonki. Ten sposób obliczania strat jest niewłaściwy, ponieważ zmiany w zawartości poszczególnych aminokwasów mogą być wynikiem ubytku innych składników w kiszonce np. cukru. Faktyczne straty można określić dopiero na podstawie różnicy ilości załadowanych w zielonce i wybranych w kiszonce poszczególnych aminokwasów (metoda bilansowa).

Ponieważ w literaturze nie spotkano prac, które omawiałyby równocześnie zagadnienia rozpadu białka i przemian aminokwasów oraz ich strat w procesie zakiszania, wydawało się celowym przeprowadzenie takich badań. Zadaniem pracy było prześledzenie zmian w zawartości azotu ogólnego, białkowego, rozpuszczalnego w wodzie i alkoholu, amoniaku i w zawartości poszczególnych aminokwasach, jak również ustalenie strat aminokwasów metodą bilansową. W tym celu zakiszono porost łąkowy, w którym oznaczono zawartość suchej masy, azotu białkowego, ogólnego, rozpuszczalnego w wodzie i 80% alkoholu etylowym, azotu amoniakalnego oraz zawartość następujących aminokwasów: kwas asparaginowy i glutaminowy, histydyna, arginina, lizyna, cystyna, tyrozyna, prolina, seryna, glicyna, alanina, treonina, leucyna, izoleucyna, walina, tryptofan i fenyloalanina, jak również pH. Oznaczenia te

wykonano w poszczególnych dniach fermentacji i po zakończeniu procesu kiszenia.

Zawartość aminokwasów w materiale wyjściowym i w kiszonkach oznaczono metodą elektroforezy wysokonapięciowej opisanej przez Żebrowską (27).

Tabela 1

Zmiany zawartości suchej masy, pH i frakcji azotowych w procesie zakiszenia runi łąkowej

Wiek kiszonki w dniach	Sucha masa w procentach	pH	Procentowa zawartość w suchej masie				N-NH ₃ w mg% w suchej masie
			azot ogólny	azot białkowy	azot rozpuszczalny w		
					wodzie	alkoholu	
Material wyjściowy	26,94	5,84	1,749	1,113	0,605	0,385	36,45
1	25,52	4,58	1,825	1,151	0,796	0,665	79,81
3	24,90	4,28	1,900	1,125	0,941	0,836	121,72
6	26,34	4,01	1,923	1,098	1,048	0,910	133,86
9	25,04	3,94	1,901	1,058	1,205	1,029	162,73
16	24,72	3,89	1,894	1,067	1,218	1,024	142,40
23	25,35	3,92	1,900	1,102	1,205	1,014	143,86
31	25,28	3,95	1,954	1,112	1,220	1,010	153,38
62	25,07	3,97	1,983	1,107	1,208	1,002	154,24
141	24,66	3,95	1,756	0,951	1,092	1,028	158,24

W tabeli 1 podano zmiany w zawartości suchej masy, pH i frakcji azotowych w procesie kiszenia. Dane te wskazują, że zawartość poszczególnych frakcji azotowych zmienia się w procesie fermentacji. Zmiany te są uzależnione od kwasowości podłoża. Wartości pH obrazują szybkość procesu zakwaszania środowiska. Od chwili załadowania zielonki do zbiornika pH zaczęło się szybko obniżać i 3 dnia osiąga wartość 4,28. W ciągu następnych trzech dni obniża się do 4,01, następnie dziewiątego dnia osiąga wartość 3,94 i od tego czasu do końca badań utrzymuje się na jednakowym poziomie.

Zawartość azotu ogólnego w zakiszonym surowcu wynosi 1,749% w suchej masie. W ciągu pierwszych dni fermentacji wzrasta zawartość azotu ogólnego. Ten wzrost zawartości azotu ogólnego należy tłumaczyć ubytkiem cukrów, które zostały zużytkowane przez bakterie do produkcji kwasów. Przemawia za tym również fakt, że z chwilą obniżenia się pH do 4,00, w wyniku czego uległa zahamowaniu dalsza przemiana cukrów na kwasy, ilość azotu ogólnego utrzymuje się na jednakowym poziomie.

Ilość azotu białkowego w ciągu pierwszych dziewięciu dni fermentacji ciągle maleje, następnie do końca obserwacji utrzymuje się na jedna-

kowym poziomie: Obniżenie zawartości azotu białkowego powoduje wzrost ilości azotu rozpuszczalnego w wodzie i alkoholu oraz azotu amoniakalnego. Celem jaśniejszego zobrazowania zmian, jakie zaszły w procesie fermentacji w poszczególnych frakcjach azotowych wyrażono je w stosunku procentowym do azotu ogólnego (tabela 2). W materiale

Tabela 2

Stosunek procentowy poszczególnych frakcji azotowych do azotu ogólnego
w procesie zakiszania runi łąkowej

Wiek kiszonki w dniach	Azot ogólny	Azot białkowy	Azot rozpuszczalny w		Azot amoniakalny
			wodzie	alkoholu	
Materiał wyjściowy	100,0	63,6	34,5	22,2	2,0
1	100,0	63,0	43,6	36,4	4,3
3	100,0	59,2	49,5	34,0	6,4
6	100,0	57,0	54,4	47,3	6,9
9	100,0	55,6	63,3	54,1	8,5
16	100,0	56,3	64,3	54,0	7,4
23	100,0	58,0	63,4	53,3	7,5
31	100,0	56,9	62,4	51,6	7,8
62	100,0	55,8	60,9	50,5	7,7
141	100,0	54,2	62,2	58,5	9,0

wyjściowym na azot białkowy przypada 63⁰%, natomiast na azot rozpuszczalny w wodzie 34⁰%, w alkoholu 22⁰% azotu ogólnego. Po 6 dniach fermentacji przy pH wynoszącym 4,01 azot białkowy stanowi 57⁰%, natomiast azot rozpuszczalny w wodzie 54⁰%, w alkoholu 47⁰% azotu ogólnego. W ciągu następnych 3 dni fermentacji, kiedy pH obniżyło się do 3,94, zanotowano jedynie wzrost zawartości azotu rozpuszczalnego w wodzie i alkoholu, przy nieznacznym spadku zawartości azotu białkowego. Od 9 dnia fermentacji, kiedy kwasowość utrzymuje się na jednakowym poziomie, nie stwierdzono istotnych zmian w ilości azotu białkowego oraz rozpuszczalnego w wodzie i alkoholu. Kiszonka po 141 dniach przechowywania, zawierała jedynie więcej azotu rozpuszczalnego w alkoholu i azotu amoniakalnego.

Zawartość azotu białkowego w zakiszonym poroście łąkowym jest znacznie niższa niż podaje literatura. Greenhill (cyt. za Barnettem) wykazał, że w poroście pastwiskowym na azot białkowy przypada od 77 do 88⁰% azotu ogólnego, natomiast w naszych badaniach na azot białkowy przypada 63,6⁰% azotu ogólnego. Niską zawartość azotu białkowego można tłumaczyć intensywnym nawożeniem łąki na wiosnę. Również Nehring (11) podaje, że w trawach intensywnie nawożonych na azot białkowy przypada mniejszy procent azotu ogólnego.

Rozpad białka do amoniaku zaznacza się szczególnie silnie w pierwszych dniach fermentacji. W ciągu pierwszych 3 dni ilość azotu amoniakalnego w stosunku do azotu ogólnego zwiększyła się z 2 na 6,4%. W następnych dniach fermentacji ilość azotu amoniakalnego w stosunku do azotu ogólnego wzrosła do około 7,5%, utrzymując się na tym poziomie przez cały okres obserwacji.

Otrzymane wyniki są zgodne z wynikami podanymi przez Barnetta (1), Czesnakowa i Żabotńskiego (2), Watsona i Nasha (25). Cytowani badacze wykazali, że w kiszonkach dobrej jakości o pH zbliżonym do 4,00 rozpad białka jest nieznaczny. Szybkie zakwaszenie podłoża eliminuje rozwój bakterii proteolitycznych, masłowych, jak również hamuje działalność enzymów tkankowych, które powodują rozpad białka w procesie zakiszenia.

Stwierdzone zmiany w zawartości poszczególnych frakcji azotowych znajdują potwierdzenie w badaniach nad zawartością aminokwasów. W tabeli 3 podano wyniki badań zawartości aminokwasów w materiale wyjściowym i w kiszonkach po 3, 9, 31 i 141 dniach fermentacji. Zawartość aminokwasów podano w gramach na 16 g azotu ogólnego. W zakiszanej zielonce stwierdzono występowanie następujących aminokwasów: kwas asparaginowy, kwas glutaminowy, histydyna, arginina, lizyna, cystyna, tyrozyna, prolina, seryna, glicyna, alanina, treonina, leucyna + + izoleucyna, walina, tryptofan, fenyloalanina. Aminokwasy te występowały w poszczególnych dniach fermentacji, jak również po 141 dniach przechowywania kiszonki. Od trzeciego dnia fermentacji stwierdzono występowanie w kiszonce aminokwasu ornityny i kwasu aminomasłowego.

Badania ilościowe nad zawartością poszczególnych aminokwasów w procesie fermentacji, jak również po 141 dniach przechowywania kiszonki, wykazały spadek ilości poszczególnych aminokwasów (tab. 3 i 4).

Zmiany w zawartości aminokwasów uzależnione są od kwasowości podłoża. W pierwszych trzech dniach fermentacji przy pH powyżej 4,3 w wyniku aktywnej działalności enzymów wywołujących procesy dezaminacji i dekarboksylacji, następuje obniżenie zawartości większości aminokwasów i wzrost zawartości azotu amoniakalnego. Z chwilą obniżenia się pH do 4,00 i poniżej, działalność enzymów powodujących rozpad aminokwasów ulega zahamowaniu, w wyniku czego zmiany są nieznaczne.

Podobne wyniki otrzymali Masłowski i współpracownicy (10). Wykazali oni, że przy kwasowości kiszonki poniżej pH 4,4 zmiany w zawartości aminokwasów są nieznaczne. Również Kirchmeier i Kiemeyer (8) wykazali, że w kiszonkach z traw o pH 5,9 na azot

Tabela 3

Zmiany pH, zawartość azotu ogólnego, amoniakalnego i aminokwasów w procesie zakiszenia runi łąkowej
(Zawartość aminokwasów podano w gramach na 16 g azotu ogólnego)

Wyszczególnienie	Materiał wyjściowy	Wiek kiszonki w dniach			
		3	9	31	141
pH	5,84	4,28	3,94	3,95	5,95
Zawartość azotu ogólnego w masie świeżej w procentach	0,471	0,473	0,476	0,493	0,433
Zawartość N-NH ₃ w mg% masie świeżej	9,819	30,308	40,747	38,774	39,021
Stosunek N-NH ₃ do N-ogólnego w procentach	2,0	6,4	8,5	7,8	9,0
Kwas asparaginowy	12,30	11,45	10,17	9,67	9,14
Kwas glutaminowy	13,48	12,42	10,05	9,68	9,54
Histydyna	2,08	1,94	1,90	2,40	2,38
Arginina	4,06	4,01	3,85	3,48	3,32
Lizyna	5,56	5,32	4,99	4,82	4,40
Cystyna	1,20	1,18	1,15	1,10	1,03
Tyrozyna	3,26	3,05	2,95	2,83	2,66
Prolina	3,69	3,40	3,15	3,10	3,04
Seryna	3,59	3,40	3,25	3,08	3,01
Glicyna	5,62	5,03	4,70	4,78	4,85
Alanina	6,56	7,66	8,41	8,67	8,65
Treonina	6,46	6,68	6,97	6,39	5,94
Leucyna + izoleucyna	10,81	10,16	9,85	9,55	9,25
Walina	3,79	3,40	3,12	3,01	2,93
Tryptofan	1,61	1,40	1,35	1,30	1,27
Fenyloalanina	4,26	4,27	4,68	5,08	5,66
Suma aminokwasów	88,33	84,77	80,54	78,94	77,07
Indeks aminokwasowy Osera	63,9	61,0	59,1	59,9	58,9

aminokwasów przypadają 44,8% azotu ogólnego, natomiast 85,9% w kiszonkach dobrej jakości o pH 4,5.

W procesie zakiszenia porostu łąkowego stwierdzono przez cały okres obserwacji jedynie wzrost alaniny i fenyloalaniny. W porównaniu do materiału wyjściowego w kiszonce po 141 dniach przechowywania wzrosła zawartość alaniny o 31,8%, natomiast fenyloalaniny o 32,8%. Wzrost zawartości tych aminokwasów wskazuje, że mogą one być syntetyzowa-

Tabela 4

Stosunek procentowy poszczególnych aminokwasów kiszonki do aminokwasów materiału wyjściowego

Wyszczególnienie	Materiał wyjściowy	Wiek kiszonki w dniach			
		3	9	31	141
Kwas asparaginowy	100,0	93,0	82,6	78,6	74,3
Kwas glutaminowy	100,0	92,1	74,5	71,8	70,7
Histydyna	100,0	93,2	91,3	115,3	114,4
Arginina	100,0	98,7	94,8	85,7	81,7
Lizyna	100,0	95,6	89,7	86,6	79,1
Cystyna	100,0	98,3	95,8	91,6	85,8
Tyrozyna	100,0	93,5	90,4	86,8	81,5
Prolina	100,0	92,1	85,3	84,0	82,3
Seryna	100,0	94,7	90,5	85,7	83,8
Glicyna	100,0	89,5	83,6	85,0	86,2
Alanina	100,0	116,7	128,2	132,1	131,8
Treonina	100,0	103,4	107,8	98,9	91,9
Leucyna + + izoleucyna	100,0	93,9	91,1	88,3	85,5
Walina	100,0	89,7	82,3	79,4	77,3
Tryptofan	100,0	86,9	83,8	80,7	78,8
Fenylalanina	100,0	100,2	109,8	119,2	132,8

ne przez mikroorganizmy rozwijające się w procesie kiszenia, jak również powstawać z innych aminokwasów w drodze przemian biochemicznych. Maślowski i współpracownicy (10) podają, że istnieje możliwość przemiany tyrozyny w fenyloalaninę, a kwasu asparaginowego w alaninę. Do podobnych wniosków doszli również Barnett (1) oraz Meister i współpracownicy (cyt. za Scharrerem i Rakerem (19, 20).

Ciekawe a trudne do wyjaśnienia jest kształtowanie się zawartości histydyny i treoniny. W pierwszym okresie fermentacji (do dziewiątego dnia) wzrasta zawartość treoniny, następnie maleje, natomiast zawartość histydyny kształtuje się odwrotnie; w pierwszym okresie maleje, a następnie rośnie.

Pojawienie się ornityny i wzrost jej zawartości w procesie kiszenia przy jednoczesnym obniżeniu zawartości argininy, można tłumaczyć enzymatycznym rozpadem argininy do ornityny. Spadek zawartości kwasu glutaminowego zachodzi równocześnie ze wzrostem ilości kwasu γ -aminomasłowego. Należy przypuszczać, że kwas γ -aminomasłowy może powstawać z kwasu glutaminowego w wyniku jego dekarboksylacji.

W pozostałych aminokwasach stwierdzono obniżenie ich zawartości wynoszące około 20%. Największy ubytek stwierdzono w kwasie glutaminowym (30%), a najmniejszy w treoninie (8%).

Zmiany biochemiczne w aminokwasach w procesie kiszenia wywołane działalnością enzymów roślinnych i bakteryjnych wpływają na obniżenie wartości biologicznej białka. Obliczona wartość biologiczna białka według indeksu aminokwasowego Osera przedstawia się następująco: 63,9 dla zakiszanej zielonki, 61,0 dla kiszonki w trzecim dniu fermentacji, 59,1 w dziewiątym a 59,9 w trzydziestym pierwszym dniu fermentacji, natomiast 58,8 dla kiszonki po 141 dniach przechowywania. Obniżenie wartości biologicznej białka w procesie zakiszania porostu łąkowego wynosiło 5,1%.

Porównując zawartość aminokwasów w zakiszanej zielonce z ich zawartością w wyprodukowanej kiszonce, trudno jest ustalić wysokość strat. Wysokość strat obliczona metodą bilansową podaje tabela 5.

Tabela 5

Straty aminokwasów przy zakiszaniu porostu łąkowego. (Straty obliczono metodą bilansową)

Wyszczególnienie	Załadowano g	Wybrano g	Różnica	
			g	%
Zielona masa*)	345,00	325,00	20,00	5,7
Kwas asparaginowy	1248,90	803,72	445,18	35,6
Kwas glutaminowy	1368,96	838,82	530,14	38,7
Histydyna	211,14	209,30	1,84	0,8
Arginina	412,27	291,85	120,42	29,2
Lizyna	564,42	386,75	177,67	31,4
Cystyna	121,78	90,35	31,43	25,8
Tyrozyna	330,85	233,67	97,18	29,3
Prolina	374,67	267,15	107,52	28,6
Seryna	364,32	264,55	99,77	27,3
Glicyna	570,63	426,40	144,23	25,2
Alanina	666,19	760,50	+94,31	+14,1
Treonina	655,84	522,27	133,57	20,3
Leucyna + izo- leucyna	1097,79	813,47	284,32	25,8
Walina	384,67	257,40	127,27	33,0
Tryptofan	163,18	111,47	51,71	31,6
Fenylalanina	432,63	497,57	+64,94	+15,0
Suma aminokwasów	8968,24	6775,24	2193,00	24,4

*) Ilość załadowanej zielonki i wybranej kiszonki podano w kg.

Z wyliczeń tych wynika, że straty powyżej 30% dotyczyły kwasu asparaginowego (35,6%), kwasu glutaminowego (38,7%), lizyny (31,4%), waliny (33,0%) i tryptofanu (31,6%). Minimalne straty stwierdzono dla histydyny (0,8%). Wzrost zawartości alaniny i fenylalaniny w porównaniu do ilości załadowanej do zbiornika w zakiszanej zielonce wynosił

o 14,1% dla alaniny i 15,0% dla fenyloalaniny. Dla pozostałych aminokwasów straty wahają się od 20 do 30%. W 345,0 kg załadowanej do zbiornika zielonki znajdowało się 8968,24 g wszystkich aminokwasów, natomiast w 325,0 kg wydobytej kiszonki stwierdzono 6775,24 g. Straty w procesie kiszenia wynosiły 2193,00 g, co stanowi 24,4%. Należy zaznaczyć, że średnie straty aminokwasów są znacznie niższe, ponieważ w wyliczeniach tych nie uwzględniono ilości ornityny i kwasu γ -aminomasłowego, gdyż nie oznaczano ich ilościowo.

Przeprowadzone obliczenia wykazują, że straty aminokwasów są znacznie niższe, niż podawano w dotychczasowych badaniach.

Na podstawie przeprowadzonych badań należy stwierdzić, że:

- 1) rozpad białka w procesie kiszenia ustaje z chwilą obniżenia się kwasowości kiszonki poniżej pH 4,2,
- 2) faktyczne straty aminokwasów można ustalić metodą bilansową, a nie z różnicy zawartości w materiale wyjściowym i w kiszonce,
- 3) w procesie zakiszenia istnieje możliwość przemiany jednego aminokwasu w drugi.

LITERATURA

1. Barnett A. J. C.: Silage fermentation London, Butterwarths Scientific Publications, 1954.
2. Czesnakow W. A., Zabolinski G. H.: Trudy Wsiesojuz. Inst. siel-skochoz. mikrobiol., t. 7, s. 95 (1935).
3. Drozdenko N. P.: Żiwotnowodstwo, nr 12, s. 80 (1959).
4. Drozdenko N. P.: Wiestn. sielskoch. Nauki, nr 3, s. 88 (1965).
5. Drozdenko N. P.: Siłosowanje i tiechnologia kormow. Izd. „Kołos”, Mo-skwa, s. 65, (1964).
6. Jecsai G.: Allattenyesztes, t. 12, s. 73 (1963).
7. Kirsch W.: Futterkonservierung, nr 2, s. 127 (1930).
8. Kirchmeier O., Kiemeier F.: Z. Tierphysiol., Tierernähr u. Futtermit-telk., t. 17, s. 264 (1962).
9. Kivimäe A.: Futterkonservierung, nr 1, s. 82, (1956).
10. Masłowski P., Minakowski W., Kim-Gun-Ho: Rocz-ki Nauk roln., Ser. A, t. 87, s. 99 (1962).
11. Néhring K.: Ogólne żywienie zwierząt, Warszawa, PWRiL, (1959).
12. Podkówka W.: Rocz-ki Nauk roln., Ser. B, t. 79, s. 279 (1962).
13. Podkówka W.: Zesz. nauk. WSR w Olsztynie, z. 14, s. 127, (1962).
14. Podkówka W.: Zesz. nauk. WSR w Olsztynie, z. 16, s. 397 (1963).
15. Podkówka W.: Zesz. nauk. WSR w Olsztynie, z. 18, s. 69 (1964).
16. Podkówka W.: Rocz-ki Nauk roln., Ser. B, t. 84, s. 129 (1964).
17. Rydin C., Nilsson R., Toth L.: Archiv f. Mikrobiol., nr 23, s. 376 1956).
18. Rydin C.: Archiv f. Mikrobiol., nr 27, s. 82 (1957).
19. Scharer K., Raker K.: Z. Tierphysiol. Tierernähr u. Futtermittelk t. 13, s. 65 (1958).

20. Scharrer K., Räker K.: Z. Tierphysiol. Tierernähr u. Futtermittelk. t. 14, s. 108 (1959).
21. Smyk B.: Roczniki Nauk roln., Ser. B, t. 71, s. 313 (1957).
22. Tier-Karapetian M. A., Aarian E. Ch., Pietrosjan W. A.: Trudy Arm. N. I. Inst. Žiwotnow i wietierin., t. 6 s. 44 (1962).
23. Teir-Karapietian M. A., Pietrosjan W. A.: Siłosowanie i tiechnologia kormow. Izd. „Kołos”, Moskwa, ss. 138 (1964).
24. Toth L., Rydin C., Nilsson R.: Archiv f. Mikrobiol., nr 25 (1956).
25. Watson S. J., Nash M. J.: The conservation of grass and forage crops. Oliver and Boyd, Edinburg and London (1960).
26. Zimmer E.: Landbauforsch. Völkenrode, nr 13, s. 105 (1963).
27. Żebrowska T.: Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., z. 41, s. 3 (1963).

РЕЗЮМЕ

В настоящем труде обсуждаются результаты опытов по обмену аминокислот и протеинов в процессе силосования луговых растений. Установлено, что распад протеинов в силосе заканчивается с моментом снижения кислотности до рН 4,2 и ниже. При такой кислотности нельзя было установить изменений в содержании протеинового азота растворимого в воде и спирте, равно как и аммиачного азота, а также наличия отдельных аминокислот. Потери аминокислот исчисленные по методу балансов составляли 24,4%.

SUMMARY

In the present work the investigation results concerning transformations of amino acids and proteins in the process of meadow plants ensilage are discussed. It has been stated that the protein decomposition in the silage ceased with the moment of decreasing acidity below pH 4.2. At that acidity value no changes have been stated, either in protein nitrogen acidity, at dissolving in water and alcohol, or in ammonia nitrogen and in individual amino acids content. The amino acids losses, calculated by the balance method, amounted to 24.4 per cent.