

PRÓBY WYKORZYSTANIA SERWATKI W PRODUKCJI PASZ TREŚCIWYCH DLA CIELĄT *

*Tadeusz Obrusiewicz, Tadeusz Czaplak, Anna Grzybek,
Roman Hejft*

Zakład Maszyn i Urządzeń Przemysłu Rolno-Spożywczego
Politechniki Białostockiej

WSTĘP

Serwatka jest cennym surowcem paszowym, jednakże ze względu na stosunkowo dużą zawartość wody (około 93%) stanowi produkt nietrwały i wymagający dużej pojemności magazynowej. Dopiero jej wysuszenie likwiduje powyższe niedogodności.

Spośród metod suszenia serwatki najbardziej interesujące wydaje się suszenie jej na nośniku. Siano i susz z traw niższych klas jakościowych stanowiące dość pokaźny odsetek produkowanych pasz [1], ze względu na stosunkowo wysoką zawartość włókna surowego i niską zawartość białka w bezpośrednim skarmianiu nie przedstawiają większej wartości pokarmowej. Połączenie serwatki z sianem lub suszem z traw pozwoliłoby na podwyższenie wartości pokarmowej tych surowców, a równocześnie dzięki wysokiej nawilżalności siana (łatwość wchłaniania wody) umożliwiłoby wprowadzenie do mieszanek paszowych dużej ilości serwatki.

Zużycie ciepła przy suszeniu serwatki na nośniku celulozowym, a konkretnie na suszu traw, przy tendencji wzrostu kosztów paliwa, skłania również do rozważenia metody produkcji paszy z udziałem serwatki z pominięciem procesu suszenia. W przypadku stosowania jako nośnika siana wysuszonego w sposób naturalny (na łące), problem ten nie byłby tak ostry jak przy stosowaniu nośnika uzyskanego z zielonek metodą suszenia sztucznego.

Zbadanie możliwości suszenia serwatki na nośniku z siana z udziałem

* Praca wykonana w ramach problemu węzłowego nr 09.1.8 koordynowanego przez Instytut Zootechniki w Krakowie.

łem innych komponentów paszowych oraz porównanie tej metody — tak pod względem technologicznym, technicznym jak i efektywności ekonomicznej — z wytwarzaniem paszy drogą mieszania serwatki w proszku z komponentami sypkimi stanowi przedmiot niniejszej pracy.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Do doświadczeń użyto: serwatkę płynną, serwatkę w proszku, susze z traw i lucerny, susz buraczany i ziemniaczany, śruty lnianą, sojową i jęczmienną, otręby pszenne, drożdże pastewne, słomy owsianą i jęczmienną oraz inne uzupełniające komponenty jak mocznik, siarczan amonu, sól pastewną, mieszankę mineralną „Mikrofos” i fosforan dwuwapniowy. Komponenty te w różnych zestawach użyto do produkcji dziesięciu mieszanek paszowych (tab. 1). Receptury poszczególnych mieszanek opracował Instytut Zootechniki w Krakowie.

Łącznie wyprodukowano metodą suszenia serwatki na nośniku około 118 ton pasz (8 mieszanek) i metodą mieszania serwatki w proszku z komponentami sypkimi około 11 ton pasz (2 mieszanki). Produkcję mieszanek obu metodami prowadzono na skalę przemysłową w SKR Sztabin, WPGR Knyszyn i Kombinacie PGR „Wizna” w Grondach Woniecko. Wyrób prowadzono na przełomie 1975/1976 roku.

Uzyskane pasze przekazano — zgodnie z decyzją Koordynatora — do badań żywieniowych na cielętach zakładom doświadczalnym Instytutu Zootechniki w Krakowie.

Zastosowane w mieszankach komponenty oraz gotowe pasze poddano badaniom chemicznym. W badaniach tych uwzględniono:
w serwatce

- kwasowość w °SH przez miareczkowanie 1/4 n ługiem sodowym wobec fenoloftaleiny [3],
 - zawartość białka ogólnego metodą Kjeldahla [3],
 - zawartość laktozy metodą redukcyjną Bertranda [3],
 - zawartość popiołu metodą podaną przez Budślawskiego [3],
 - zawartość suchej masy przez suszenie w temperaturze 104°C do stałej wagi [3],
 - zawartość tłuszczu metodą butyrometryczną [3],
- w pozostałych komponentach paszowych i gotowych mieszankach:
- wilgotność metodą suszenia [16],
 - białko ogólne surowe metodą Kjeldahla [16],
 - tłuszcz surowy metodą ekstrakcyjną przy czasie ekstrakcji w aparacie Soxhleta 10 godzin [6],
 - włókno surowe stosując gotowanie przez 30 minut w rozcieńczonych kwasach i zasadach [16],

Tabela 1

Receptury doświadczalnych mieszanek paszowych dla cieląt

Nazwa komponentu	SYMBOL MIESZANKI										
	SCI	SCII	SCIII	SCIV	SCV	SCVI	SCVII	SCVIA	SCVII	SCVIII	SCIX
Susz traw	73,0	72,0	74,0	46,0	48,0	46,0	—	—	—	—	—
Susz lucerny	—	—	—	—	—	—	50,0	39,5	46,0	44,0	—
Susz buraczany	10,0	10,0	4,5	—	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Susz ziemniaczany	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Śruta sojowa	—	—	9,0	10,0	5,0	5,0	—	—	—	—	—
Śruta jęczmienna	12,0	10,5	5,0	—	30,0	30,0	30,0	30,0	30,5	30,5	30,5
Śruta lniana	—	—	—	—	—	—	5,0	5,0	7,0	7,0	7,0
Otręby pszenne	—	—	—	40,0	—	—	—	—	—	—	—
Drożdże pastewne	—	—	4,5	—	3,0	—	—	—	3,0	—	3,0
Słoma owsiana	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Słoma jęczmienna	—	—	—	—	—	—	—	10,0	—	—	—
Mocznik	2,0	4,5	—	—	—	—	1,5	2,0	—	—	2,0
Siarczan amonu	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sól pastewna	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5
„Mikrofos”	2,0	2,0	2,0	2,5	3,0	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0
Fosforan dwuwapniowy	0,5	0,5	0,5	0,5	—	—	0,5	0,5	—	—	—
Razem:	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	106,0
Serwatka płynna kg	500,0	500,0	500,0	500,0	—	—	500,0	500,0	500,0	500,0	500,0
Serwatka w proszku kg	—	—	—	—	25,0	25,0	—	—	—	—	—

wartość komponentu

- popiół przez spalanie [16],
- mocznik metodą ze wskaźnikiem Tashiro [18].

Pobieranie prób komponentów i pasz wykonano według obowiązujących metod [11, 15].

Ponadto badaniom fizycznym poddano granule; w zakres tych badań weszły określenia:

- wielkości na podstawie pomiarów suwmiarką średnicy i długości 10 wybranych losowo granul,
- wytrzymałości mechanicznej za pomocą wstrząsarki laboratoryjnej przy 200 obr/min w ciągu 10 minut. Obliczono potem procent wagowy granul nierozkruszonych, okruchów i miazgi,
- gęstości na zasadzie odważania 10 granul do wyskalowanego cylindra o pojemności 100 cm³, wypełnionego 50 cm³ eteru naftowego. Z przyrządu objętości cieczy obliczono gęstość granul,
- porowatość przez napełnienie granulami naczynia miarowego i zalanie ich toluenem tak by zostały wypełnione wolne przestrzenie,
- masy nasypowej przez zważenie granul luźno nasypanych do wyskalowanego naczynia o pojemności 2 dm³.

WYNIKI BADAŃ I ICH OMÓWIENIE

CECHY KOMPONENTÓW

Skład chemiczny serwatki użytej do produkcji pasz doświadczalnych zestawiono w tabeli 2, pozostałych komponentów paszowych w tabeli 3.

Tabela 2

Skład chemiczny serwatki płynnej i w proszku użytych do produkcji pasz doświadczalnych

Składniki	Serwatka płynna		Serwatka w proszku [%]
	średnia zawartość [%]	wahania zawartości [%]	
Sucha masa	6,09	5,34-6,96	95,4
Białko ogólne	0,69	0,54-0,76	12,6
Laktoza	4,16	3,55-4,70	72,9
Tłuszcz	0,10	0,05-0,20	1,8
Popiół	0,57	0,50-0,59	8,0
Kwasowość °SH	7,2	6,7-11,3	—

Cechy chemiczne serwatki użytej do produkcji pasz doświadczalnych (tab. 2) odpowiadały wymogom stawianym serwatce podpuszczkowej [5]. Niskie temperatury otoczenia (produkcja pasz miała miejsce w okresie późnej jesieni i zimy) sprzyjały utrzymaniu serwatki w stanie świeżości. Świadczy o tym stosunkowo niska jej kwasowość (7,2 °SH) oraz

Skład chemiczny komponentów paszowych użytych do produkcji pasz doświadczalnych*

Składniki	Cechy chemiczne														
	sucha masa [%]			białko surowe [%]			włókno surowe [%]			tłuszcz surowy [%]			popiół surowy [%]		
	średnia zawartość	wahania zawartości	średnia zawartość	wahania zawartości	średnia zawartość	wahania zawartości	średnia zawartość	wahania zawartości	średnia zawartość	wahania zawartości	średnia zawartość	wahania zawartości	średnia zawartość	wahania zawartości	
Susz z traw	89,5	88,1-92,4	16,11	13,10-19,15	26,38	23,45-27,88	2,39	2,12-2,60	8,67	8,08-9,87					
Susz buraczany	90,6	89,0-94,0	7,25	4,94-8,98	4,60	4,06-6,16	0,27	0,17-0,36	3,23	2,82-3,66					
Susz ziemniaczany	88,4	86,5-92,2	7,07	6,04-8,11	2,33	1,88-2,46	0,22	0,18-0,28	3,88	3,71-3,95					
Śruta jęczmienna	88,0	86,3-90,3	12,27	9,01-14,09	4,62	4,20-4,83	1,96	1,70-2,40	2,48	1,98-2,58					
Śruta sojowa	90,4	89,1-91,5	43,53	40,55-48,85	5,75	4,34-6,03	1,46	1,08-1,60	6,15	5,05-6,22					
Śruta lniana	89,2	88,0-91,8	29,9	28,82-38,33	10,35	8,06-10,89	1,21	9,94-10,80	5,92	5,80-5,96					
Otręby pszenne	86,0	85,1-90,3	13,56	13,09-15,54	9,58	9,23-11,12	3,10	3,00-3,48	5,00	4,86-5,13					
Drożdże pastewne	88,7	84,1-93,1	46,65	42,16-47,93	—	—	1,17	1,03-1,40	8,08	7,03-8,52					
Słoma owsiana	86,5	83,5-86,9	3,69	3,25-3,81	38,81	35,04-41,28	1,60	1,44-1,73	5,73	5,60-5,78					
Słoma jęczmienna	86,0	82,8-88,0	3,46	3,11-3,55	39,40	38,19-41,55	1,41	1,33-1,48	5,40	5,32-5,44					

* Dane są średnimi z 12 oznaczeń.

wysoka zawartość laktozy (4,16%). Pora roku sprzyjała również stosunkowo wysokiej zawartości białka (0,69%).

Skład chemiczny pozostałych komponentów paszowych (tab. 3) nie odbiegał w sposób istotny od składu określonego w recepturach paszowych [17]. Występujące wahania w zawartości poszczególnych składników (białko surowe, włókno surowe) były konsekwencją użycia do produkcji komponentów pochodzących od różnych dostawców.

TECHNOLOGIA WYTWARZANIA PASZ

- Zgodnie z założeniami do produkcji paszy zastosowano dwie metody:
- suszenie serwatki na nośniku (metoda I),
 - mieszanie serwatki w proszku z komponentami sypkimi (metoda II).

Suszenie serwatki na nośniku

Produkcja paszy doświadczalnej obejmowała następujące czynności technologiczne:

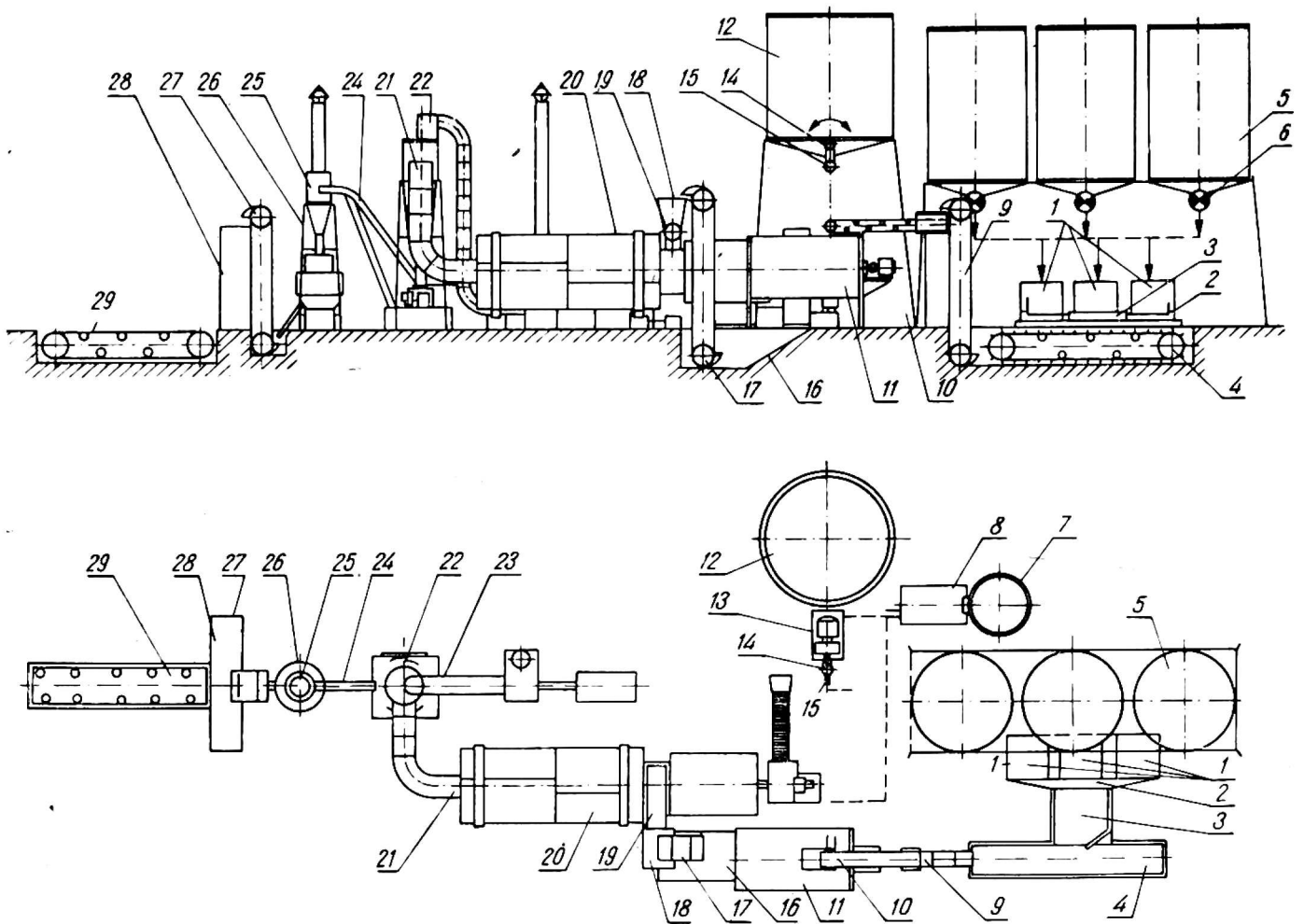
- przygotowanie komponentów paszowych,
- mieszanie komponentów,
- suszenie,
- granulowanie,
- pakowanie.

Linia technologiczna, opracowana przez Zakład Maszyn i Urządzeń Przemysłu Rolno-Spożywczego Politechniki Białostockiej, umożliwiającą przeprowadzenie powyższych procesów składa się z następujących podstawowych urządzeń (rys. 1): wagi automatycznej 1, zbiorników na komponenty suche 5, zbiorników na serwatkę 12, dozowników 6, mieszarek 8, 11, suszarni bębnowej 20, granulatorów 26 i workownicy 28.

Wydajność urządzenia wynosiła 1 tonę paszy na godzinę.

Przygotowanie komponentów paszowych. Każdą partię komponentów paszowych przed produkcją poddawano badaniu pod względem składu chemicznego, fizycznego i cech organoleptycznych. Następnie wyniki porównywano z normami przedmiotowymi i ustalano udział procentowy poszczególnych komponentów w taki sposób by gotowy produkt zawierał określone w recepturze ilości składników. Moczniki, sól kuchenną, fosforan dwuwapniowy czy mieszanek mineralną w przypadku wystąpienia zbryleń rozdrabniano mechanicznie 7. Pozostałe komponenty gromadzono w zbiornikach zlokalizowanych nad mieszarkami 5, 12. Podane w recepturze ilości poszczególnych komponentów paszowych ze zbiorników dozowane były (6) względnie ważone na wagach automatycznych 1 i następnie kierowane do mieszanek bębnowych.

Mieszanie komponentów. Nawilżanie siana i innych kom-



Rys. 1. Schemat linii produkcji paszy, metoda I. 1 — waga automatyczna FWK 30, 2 — kosz przenośnika taśmowego (wykonanie specjalne), 3 — przenośnik taśmowy PT-5, 4 — przenośnik łańcuchowy do zboża, 5 — zbiornik komponentów (wykonanie specjalne), 6 — dozownik komponentów, 7 — rozdrabniacz nawozów mineralnych, N-406, 8 — mieszalnik komponentów mineralnych (wykonanie specjalne), 9 — przenośnik kubekowy (wykonanie specjalne), 10 — przenośnik taśmowy, 11 — mieszarka bębnowa MB-300/R, 12 — zbiornik serwatki $V = 20\ 000\ l$ (wykonanie specjalne), 13 — agregat pompowy XPC-31, 14 — zawór (wykonanie specjalne), 15 — przepływomierz RWL m, 16 — zbiornik przejściowy, 17 — przenośnik kubekowy (wykonanie specjalne), 18 — nadstawka podajnika surowca (wykonanie specjalne), 19 — podajnik surowca suszarni M 801, 20 — bęben suszarni M 801, 21 — łącznik rozładowczy suszarni M 801, 22 — cyklon główny suszarni M 801, 24 — przewody suszarni M 801, 25 — cyklon granulatora HO61, 26 — zestaw urządzeń do granulowania HO61, 27 — przenośnik kubekowy, 28 — workownica suszarni M 801, 29 — przenośnik taśmowy PT-5

ponentów włóknistych serwatką wymagało pewnego czasu, przy czym był on uzależniony od jakości komponentu i stosunku wagowego tych surowców do serwatki. Dla zapewnienia ciągłości produkcji zastosowano kilka mieszarek 11 pracujących cyklicznie. Po wymieszaniu uzyskana gęstość zawierała około 75% serwatki.

Suszenie. Wymieszane komponenty przenośnikiem kubekowym 17 ze zbiornika przejściowego 16 przenoszone były na podajnik surowca 19 suszarni bębnowej 20.

Proces suszenia odbywał się w bębnie suszarni typu SB, do którego wymieszane komponenty, jak już podano, przekazywano podajnikiem surowca 19. Bęben suszarniczy 20 ogrzewano gazami spalinowymi pochodzącymi z pieca. Proces suszenia przebiegał następująco: ogrzane w piecu powietrze o temperaturze 400-500°C włączane było przy pomocy wentylatorów, do bębna obracającego się na łożyskach rolkowych wokół osi podłużnej. Suszony materiał przekazywany był do bębna współprądowo w miejscu o najwyższej temperaturze powietrza. Czas stykania się suszonego materiału z gorącym powietrzem był taki, że nie ulegał on ogrzaniu powyżej 100°C. Działo się to dzięki ogromnej powierzchni parowania i dużej zawartości wody w cząstkach suszonego materiału — zetknięcie się gorącego powietrza z silnie rozdrobnionymi cząstkami nawilżonej gęstwy powoduje gwałtowny spadek temperatury wewnątrz bębna. Temperatura powietrza wylotowego wynosiła 65-90°C.

Suszony materiał przesuwany był wewnątrz bębna (podnoszenie i opadanie) za pomocą obracających się wraz z bębniem przegród (pólek) stalowych i powietrza włączanego przez wentylatory.

Wysuszone cząstki paszy przenoszone były pneumatycznie (gazami spalinowymi) poprzez łącznik rozładowczy suszarni 21 do cyklonu głównego suszarni 22, gdzie następowało oddzielenie paszy od gazów spalinowych. Z cyklonu głównego 22 pasza przechodziła do młynów bijakowych 23. Wysuszony i rozdrobniony w młynach bijakowych produkt miał postać sypką, jednolitą o zawartości wody około 10%.

Granulowanie. Granulowanie przeprowadzono na granulatorze 26 firmy Simon Barron typ Hyflo 50 (rys. 1) przy użyciu matrycy typu pierścieniowego o średnicy 4 mm. Długość granul ustalono na 6-8 mm. Proces granulacji przebiegał następująco: wysuszona, sypka pasza kierowana była do kosza zasypowego, skąd poprzez oczyszczacz mechaniczny i elektromagnetyczny przedostawała się do mieszarek. Z mieszarek przenośnikiem czerpakowym i ślimakowym kierowana było do dwóch komór skąd własnym ciężarem dostawała się na granulatory. W czasie granulacji pasza poddawana była działaniu pary wodnej o ciśnieniu 3-4 atm. Granule chłodzone były następnie w komorach chłodniczych. Cząstki paszy, które nie uległy zgranulowaniu były pneumatycznie kierowane z komór chłodniczych na granulatory.

Pakowanie. Zgranulowana pasza przenośnikiem kbelkowym 27 (rys. 1) podawana była do workownicy 28, skąd po zapakowaniu w worki papierowe (wielowarstwowe o pojemności 40 kg) i mechanicznym zszyciu, przenośnikiem taśmowym 29 przekazywana była do magazynu.

Opisany wyżej proces technologiczny pozwolił na uzyskanie mieszanek paszowych dla cieląt o składzie zgodnym z wymaganiami receptur. Susz z traw wykazał zdolność wchłaniania serwatki w stosunku 1 : 5-1 : 6

(na 1 część suszu 5-6 części serwatki). Niezbędny czas nawilżania suszu serwatką wynosił kilkanaście minut. Dłuższego okresu nawilżania wymagały śruty; w okresie kilkunastu minut wchłaniały one serwatkę w stosunku 1 : 2. Dłuższy od kilkunastu minut okres nawilżania komponentów stałych serwatką płynną przy naprzemiennej pracy trzech mieszarek umożliwił zachowanie ciągłości produkcji. Dobre wyniki osiągnięto w zakresie rozpuszczania w serwatce mocznika, soli kuchennej, „Mikrofosu” i fosforanu dwuwapniowego. Mocznik dodawano w celu częściowego zastąpienia białka naturalnego inną formą azotu stanowiącą źródło syntezy białka [12]. Dokładne rozprowadzenie mocznika w paszy poprzez jego rozpuszczenie w serwatce płynnej przed procesem suszenia stanowi jedną z podstawowych korzyści tej metody produkcji.

Dzięki przeprowadzonemu procesowi granulacji zawarty w granulach mocznik ulegał wolniej rozkładowi w żwaczu niż mocznik znajdujący się w paszy sypkiej, dzięki czemu azot jest lepiej w tym przypadku wykorzystany [2, 4]. Granulacja podnosi również wartość pokarmową paszy oraz wpływa dodatnio na ilościowe jej spożywanie i wykorzystanie, a zatem i przyrosty wagowe zwierząt [14]. Proces granulacji spowodował wzrost gęstości paszy sypkiej 4-5-krotnie, co dało dodatkowe korzyści w postaci obniżenia kosztów opakowań i transportu, zmniejszenia powierzchni na składowanie oraz oszczędności wynikające z zadawania paszy zwierzętom (zmniejszenie strat powstałych z rozsypywania pasz). Na podkreślenie zasługuje skuteczność granulacji (wytrzymałość mechaniczna granul) czego dowodem było uzyskanie tylko około 1% okuchów i miału. Zawartość wody w paszach wahała się w granicach od 8,82% do 11,8%, średnio 10,5% (tab. 4) co gwarantowało jej trwałość [10]. Zawartość białka ogólnego surowego kształtująca się w granicach średnio od 17,05% do 18,52% w paszach bez dodatku mocznika i od 17,15% do 21,02% z dodatkiem mocznika odpowiadały wymogom założonym przez receptury. Białko pochodzące z serwatki (albumina i globulina) stanowiło w paszach dość pokaźną pozycję wynoszącą około 3%. Wysoka wartość biologiczna białek serwatkowych w znacznym stopniu podnosiła wartość żywienia mieszanek paszowych. W wyniku nawilżenia siana 5-krotną ilością serwatki w gotowej paszy uzyskano około 25% suchej masy serwatki.

Jasiorowski [8] podaje, że białko siana lucerny suszone w wyższych temperaturach podlega w dużo mniejszym stopniu dezaminacji w żwaczu niż białko z siana suszonego na pokosach. W mieszankach doświadczalnych stosowano siano w ilości od 46% do 74% lub susz lucerny w ilości od 34% do 50% ogólnego składu. Mączce z siana występującej w paszy w ilości 20-25% przypisywane są doskonałe wyniki w wychowie cieląt [7].

Skład chemiczny pasz doświadczalnych*

Rodzaj paszy	Cechy chemiczne																								
	sucha masa [%]			mocznik [%]			białko surowe [%]			włókno surowe [%]			tłuszcz surowy [%]			popiół [%]									
	średnia zawartość	wahania zawartości	średnia zawartość	wahania zawartości	średnia zawartość	wahania zawartości	średnia zawartość	wahania zawartości	średnia zawartość	wahania zawartości	średnia zawartość	wahania zawartości	średnia zawartość	wahania zawartości	średnia zawartość	wahania zawartości	średnia zawartość	wahania zawartości							
SC-I	88,38	88,20-89,60	0,75	0,50-1,00	17,15	16,10-18,25	13,25	12,24-14,30	2,57	2,46-2,60	10,89	10,70-11,14	SC-II	90,10	89,56-90,98	ślady	—	17,03	16,15-17,90	14,01	13,19-14,56	2,35	2,30-2,51	10,96	10,66-11,20
SC-III	89,86	89,53-90,60	ślady	—	17,66	17,43-17,88	13,74	13,40-14,24	2,63	2,48-2,79	11,52	11,35-12,02	SC-IV	90,50	90,18-91,18	ślady	—	17,15	16,52-17,84	10,77	9,91-11,50	2,94	2,90-3,10	11,25	11,04-11,67
SC-VIA	88,67	88,21-89,27	1,20	1,00-1,50	20,67	18,59-21,30	13,83	13,55-14,09	2,37	2,15-3,55	10,06	9,93-10,64	SC-VII	89,22	89,00-89,91	0,80	0,70-1,00	17,27	16,66-17,61	14,08	13,42-14,58	2,19	2,05-2,31	11,77	11,64-12,44
SC-VIII	90,00	90,05-91,00	ślady	—	18,52	18,20-19,02	13,23	12,80-13,66	2,37	2,20-2,56	9,48	9,40-10,09	SC-IX	88,75	88,24-89,48	1,20	1,00-1,50	21,02	20,55-21,63	10,96	10,52-11,27	2,39	2,18-2,48	9,02	8,92-9,95
SC-V	89,90	88,41-90,70	0,00	—	14,50	14,10-16,06	8,11	8,07-8,51	2,32	2,22-2,40	8,97	8,72-9,10	SC-VI	89,60	89,03-91,40	0,70	0,70-0,80	21,66	20,76-21,84	9,58	8,84-10,66	2,31	2,20-2,38	8,89	8,70-9,00

* Wyniki są średnimi z 12 oznaczeń.

Zawartość włókna surowego w suszu traw wynosiła średnio 26,71% (tab. 3). W następstwie wymieszania z serwatką (i innymi komponentami) nastąpiło obniżenie tego składnika w gotowej paszy o około 50% (tab. 4). Ma to dość istotne znaczenie żywieniowe, ponieważ przy wyższej zawartości włókna w paszy maleje jej strawność [9]. Przy zastosowaniu dodatku serwatki możliwe jest użycie do produkcji, suszu traw i siana niższej jakości, stanowiących stosunkowo wysoki odsetek suszu traw łąkowych [1].

Zastosowanie serwatki między innymi jako źródła białka ma również uzasadnienie ekonomiczne, serwatka jest bowiem najtańszym źródłem tego składnika. Jak podaje Pachulski [13] koszt nabycia 1 kg białka w serwatce wynosi 3,37 zł, w maślanie 16,67 zł, w otrębach pszennych 26,64 zł, w mleku odtłuszczonym 45,45 zł.

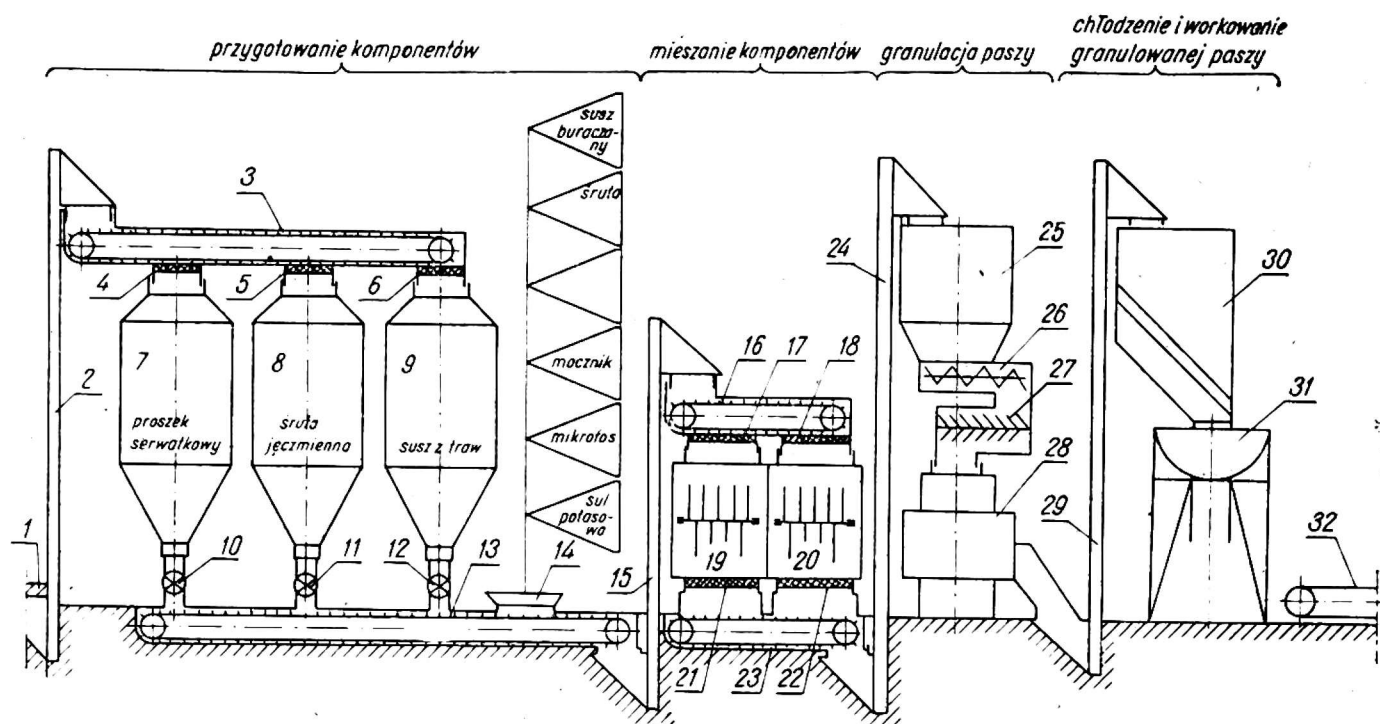
Koszt suszenia serwatki metodą rozpyłową jest bardzo wysoki [13]. Przy jednakowej wydajności odparowania wody na godzinę, zdolność zagęszczania serwatki jest o połowę niższa niż mleka odtłuszczonego, a zatem dla zagęszczenia określonej ilości serwatki trzeba użyć wyparkę o dwukrotnie wyższej wydajności niż dla takiej samej ilości mleka odtłuszczonego. Niedostateczne wykorzystanie mocy przerobowej suszarni do zielonek pozwala na ich użycie do suszenia serwatki po jej wymieszaniu z sianem względnie innymi nośnikami. Suszenie serwatki na nośniku okazało się metodą technologicznie przydatną. W metodzie tej nie zachodzi potrzeba zagęszczania serwatki co eliminuje koszt instalowania wyparkek. Poza tym współczynnik wykorzystania ciepła jest bardzo wysoki, gdyż ogrzewanie w procesie suszenia jest bezpośrednie. Należy tu podkreślić, że nie zmieniając zasadniczego przeznaczenia czynnych w kraju 240 suszarni do zielonek, poprzez zainstalowanie kilku dodatkowych urządzeń (zbiorniki, mieszarki, młyny bijakowe, granulatory) istnieje możliwość uruchomienia dodatkowej produkcji paszy pełnowartościowej (na bazie siana i serwatki) w okresach ich przestoju.

Mieszanie serwatki w proszku z komponentami sypkimi

W metodzie tej proces technologiczny obejmował następujące czynności:

- przygotowanie komponentów paszowych,
- mieszanie komponentów,
- granulowanie paszy sypkiej,
- pakowanie.

Produkcję doświadczalną prowadzono na urządzeniach przemysłowych o wydajności 3 tony na godzinę. Na linię technologiczną opracowaną przez Zakład Maszyn i Urządzeń Przemysłu Spożywczego Politechniki



Rys. 2. Schemat linii produkcji pasz metoda II. 1 — zasyp komponentów, 2 — transporter kubekowy, 3 — transporter zgarniający, 4, 5, 6 — zasuwa dozująca, 7 — zbiornik na proszek serwatkowy, 8 — zbiornik na śrutę jęczmienną, 9 — zbiornik na susz z traw, 10 — dozownik proszku serwatkowego, 11 — dozownik śruty jęczmiennej, 12 — dozownik suszu z traw, 13 — transporter zgarniający, 14 — zasyp komponentów, 15 — transporter kubekowy, 16 — transporter zgarniający, 17, 18 — zasuwa dozująca, 19, 20 — mieszalnik komponentów, 21, 22 — zasuwa dozująca, 23 — transporter zgarniający, 24 — transporter kubekowy, 25 — zbiornik na sybką paszę, 26 — transporter ślimakowy, 27 — mikser, 28 — granulator lub brykietciarka, 29 — transporter kubekowy, 30 — chłodnica granulowanej paszy, 31 — workownica z dozownikiem, 32 — przenośnik taśmowy

Białostockiej składały się następujące urządzenia (rys. 2): zbiorniki na komponenty 7, 8, 9, dozowniki 10, 11, 12, mieszarki 19, 20, granulator 28 i workownica 31.

Przygotowanie komponentów paszowych. Komponenty paszowe przewidziane recepturą przed przyjęciem do produkcji były zbadane pod względem zawartości składników chemicznych, cech fizycznych i organoleptycznych. Uzyskane wyniki porównano z wymaganiami norm przedmiotowych, po czym ustalono procentowy udział komponentów w takich ilościach by gotowy produkt odpowiadał wymogom żywieniowym (zgodność z recepturą).

Odpowiadające normom przedmiotowym komponenty kierowano kolejno do kosza zasypowego 1 skąd za pośrednictwem przenośnika kubekowego 2 i przenośnika zgarniającego łopatkowego 3 podawane były do zbiorników 7, 8, 9. Następnie odmierzane poprzez dozownik 10, 11, 12 w określonych recepturą ilościach dostawały się na transporter 13, który przynosił je poprzez zasyp 14 oraz transportery kubekowy 15 i zgarniający 16 do mieszarek 19, 20.

Mieszanie komponentów. Proces mieszania realizowany był w mieszarkach (rys. 2) 19, 20 i mikserze 27. Praca mieszarek przebiegała cyklicznie: w czasie mieszania w mieszarce pierwszej 19 następowało zasypywanie komponentów do mieszarki drugiej 20, z kolei w czasie mieszania w mieszarce drugiej 20 miało miejsce wysypywanie mieszaniny z mieszarki pierwszej 19, a następnie jej napełnianie. Wymieszane komponenty poprzez zasowy dozujące 21, 22 podawane były na transporter 23 i dalej transporterem kbelkowym 24 do zbiornika paszy sypkiej 25.

Granulowanie. Proces granulowania paszy sypkiej przeprowadzono na granulatorze firmy Simon Barron typ Hyflo 50 (rys. 2) 28 przy zastosowaniu matryc pierścieniowych o średnicy 4 mm. W czasie granulowania pasza poddawana była działaniu pary wodnej o ciśnieniu 3-4 atm, a następnie tłoczona przez matrycę. Uformowane granule poddawane były chłodzeniu, a cząstki paszy, które nie uległy zgranulowaniu ponownie kierowane były do granulacji.

Pakowanie. Zgranulowana i schłodzona pasza kierowana była do workownicy (rys. 2) 31 gdzie poddawana była pakowaniu w worki wielowarstwowe o pojemności 40 kg. Po mechanicznym zszyciu worków, przenoszono je za pomocą przenośnika taśmowego 32 do magazynu.

Sposób uzyskiwania paszy przez wymieszanie proszku serwatkowego z suchymi komponentami jest w porównaniu do metody suszenia serwatki na nośniku celulozowym mniej skomplikowany pod względem technologicznym jak i aparaturowym. Jego bezsprzeczną zaletą jest pominięcie procesu suszenia.

Stosowanie mocznika w postaci sypkiej nastęrcza jednak wiele trudności z uwagi na jego dużą higroskopijność doprowadzającą do zbrylenia. Wynikają stąd trudności w jego rozdrabnianiu i następnie mieszaniu go z sypkimi komponentami. Mocznik nierównomiernie rozprowadzony w paszy po rozpuszczeniu w zważcu ulega szybkiemu rozkładowi do CO_2 i NH_3 , a przenikający do krwi amoniak może spowodować zatrucia, niekiedy nawet śmiertelne [6].

Na uwagę zasługuje niska mimo 2,00% dodatku zawartość mocznika w gotowej paszy (tab. 4 mieszanka SC-VI). Przyczyną strat mocznika w paszy — zwiększających się z czasem jej przechowywania — było prawdopodobnie działanie ureazy, której obecność stwierdzono w śrucie sojowej, stanowiącej komponent mieszanki SC-VI. Nie bez znaczenia wydaje się tu także wpływ wilgotności paszy i temperatura jej przechowywania. Pewną niedogodnością w procesie produkcyjnym była tendencja do oklejania się przede wszystkim proszku serwatkowego i mocznika na przenośnikach, mieszarkach i mikserze. Przyczyną, była wysoka higroskopijność tych komponentów. Powodowało ono nadmierne opory części obrotowych urządzeń i w efekcie konieczność dokonywania przerw w produk-

cji dla ich oczyszczenia. Z tych samych powodów w czasie granulowania paszy sypkiej, następowało „przypalenie” powierzchni granul i zaklejanie matryc pierścieniowych.

Zawartości suchej masy, włókna surowego, tłuszczu surowego i popiołu surowego w mieszankach SC-V i SC-VI nie różniły się znacznie od siebie (tab. 4). Znajduje to uzasadnienie w zbliżonym pod względem jakościowym i ilościowym zestawie komponentów obu mieszanek (tab. 1).

Znaczna różnica w składzie chemicznym obu omawianych pasz występowała w zawartości białka ogólnego (tab. 4). W mieszance SC-VI jest więcej tego składnika o 7,1⁰% (21,6-14,5). Przyczyną tego stanu jest wzbogacenie mieszanki SC-VI azotem mocznika. Niska zawartość wody w paszach (około 10⁰%) zabezpiecza trwałość granul w okresie przechowywania. Nadmierna zawartość wody przyspiesza psucie się paszy, a ponadto obniża jej wartość pokarmową [10].

W wyniku granulacji uzyskano znaczną wytrzymałość mechaniczną granul (okruchy i miał stanowiły 1,6⁰% przerabianej paszy) i prawie 5-krotny wzrost jej gęstości (w stosunku do paszy sypkiej).

EFEKTYWNOŚĆ EKONOMICZNA METOD WYROBU PASZ NA DRODZE SUSZENIA
SERWATKI NA NOŚNIKU ORAZ MIESZANINA SERWATKI W PROSZKU
Z KOMPONENTAMI SYPKIMI

Suszenie serwatki na nośniku

W obliczeniach założono, że po wysuszeniu 500 dm³ płynnej serwatki dodanej do 100 kg komponentów suchych (tab. 1) otrzyma się w gotowym produkcie 25 kg proszku serwatkowego. Zatem stosunek składników płynnych do suchych wynosi jak 5 : 1.

W produktach końcowych (tab. 4), po procesie suszenia proporcje poszczególnych składników odbiegały nieznacznie od założonych w recepturach, co jest zrozumiałe ze względu na straty i różnice w zawartości suchej masy poszczególnych partii serwatki branych do przerobu. Końcowy produkt stanowił w przybliżeniu 20⁰% ogólnej wagi wszystkich branych do przerobu surowców. Wskutek suszenia stężenie mieszaniny składników zwiększyło się pięciokrotnie. Zawartość białka surowego w gotowych mieszankach paszowych wynosiła średnio 18,0⁰%. Przeciętny koszt komponentów w przeliczeniu na 1 tonę paszy wyniósł 3498 zł, przeciętny całkowity koszt produkcji 1 tony paszy 5943,5 zł. Stosunek kosztów komponentów do całkowitego kosztu produkcji wyniósł więc:

$$3498 : 5943,5 = 0,59$$

co oznacza, że koszt komponentów wyniósł niewiele ponad połowę całkowitych kosztów produkcji.

Całkowity koszt w przeliczeniu na 1 kg białka (średnia zawartość 18⁰/o) wyniósł.

$$5944 : 180 = 33,0 \text{ zł.}$$

Mieszanie serwatki w proszku z komponentami sypkimi

Średni koszt komponentów użytych do produkcji 1 tony paszy wyniósł 7882 zł, zaś całkowity koszt produkcji 8756 zł. Stosunek kosztów komponentów do całkowitego kosztu produkcji wyniósł zatem:

$$7882 : 8756 = 0,90$$

co wskazuje na decydujący wpływ kosztów komponentów na całkowity koszt produkcji preparatów uzyskanych metodą mieszania suchych składników. Koszt przerobu komponentów jest bardzo niewielki. Składnikiem decydującym o tak wysokim koszcie surowców jest serwatka w proszku — jej cena przesądza o wysokich kosztach preparatów paszowych uzyskanych z wymieszania komponentów w stanie sypkim.

Całkowity koszt w przeliczeniu na 1 kg białka, przyjmując jego przeciętną zawartość na około 18⁰/o wyniósł:

$$8756 : 180 = 48,6 \text{ zł}$$

Z przedstawionych obliczeń wynika, że koszt 1 kg białka w paszach produkowanych metodą suszenia serwatki na nośniku wynosi 33 zł, w paszach uzyskanych przez mieszanie serwatki w proszku z komponentami sypkimi 49 zł. W proszku serwatkowym koszt ten (jak wynika z wyliczenia teoretycznego) wynosi 175 zł, w proszku mlecznym chudym 62 zł.

WNIOSKI

1. Zastosowane w pracy metody produkcji pasz poprzez suszenie serwatki na nośniku i mieszanie serwatki w proszku z sypkimi komponentami dają możliwość wytwarzania mieszanek paszowych dla cieląt.

2. Wyrób pasz metodą suszenia serwatki na nośniku pozwala na racjonalne zagospodarowanie serwatki oraz suszu zielonek i siana niższych klas.

a) metoda ta może być realizowana na urządzeniu stosowanym do suszenia zielonek i okopowych po uzupełnieniu w zbiorniki, mieszarki i granulATORY o wartości nakładów na te dodatkowe urządzenia rzędu 1/2 mln zł. Uruchomienie produkcji omawianych pasz w suszarniach do zielonek i okopowych nie narusza ich zasadniczego przeznaczenia.

b) istnieje możliwość nawilżania suszu traw i siana serwatką w stosunku 1 : 5-1 : 6, co po wysuszeniu takiej mieszaniny daje w gotowej paszy 25-30% suchej masy serwatki w tym około 3% białek serwatkowych.

c) serwatka stanowi bardzo dobry rozpuszczalnik mocznika, co po wysuszeniu gwarantuje jego równomierne rozprowadzenie w gotowej paszy.

3. Zaletą produkcji pasz metodą mieszania serwatki w proszku z komponentami sypkimi jest możliwość zastosowania w linii technologicznej prostych urządzeń mieszalniczych i wyeliminowanie procesu suszenia mieszanki. Wadą tej metody jest trudność dokładnego wymieszania będącego w postaci sypkiej mocznika z pozostałymi komponentami.

4. Całkowity koszt 1 tony paszy uzyskanej metodą suszenia serwatki na nośniku wyniósł 5943,5 zł, metodą mieszania serwatki w proszku z komponentami sypkimi — 8756 zł. Koszt 1 kg białka w paszach wyprodukowanych pierwszą metodą (suszenie na nośniku) kształtował się w wysokości 33 zł, drugą metodą (mieszanie suchych komponentów) 48 zł, podczas gdy koszt 1 kg białka w proszku serwatkowym wynosi 175 zł, a w proszku mlecznym chudym 62 zł.

Preparaty paszowe uzyskane z serwatki suszonej na nośniku okazały się znacznie efektywniejsze niż z serwatki w proszku wymieszanej z komponentami sypkimi.

LITERATURA

1. Boreński R.: Nowe Rolnictwo, 20, 19, 1973.
2. Breth F. B.: Hev. Elevage, 23, 2, 55, 1968.
3. Budślawski J.: Badanie mleka i jego przetworów, PWRiL, Warszawa, 1973.
4. Conrad H.: Feedstuffs, 40, 4, 34, 1968.
5. Czerwiński S.: Produkcja oraz ocena możliwości użytkowania serwatki w Polsce, WSR Olsztyn, 1970, Praca doktorska.
6. Callup W. D. i wsp.: Okla. Agr. Stud. Bull., B, 35, 409, 1956.
7. Hippol K.: Międzynarodowe Czasopismo Rolnicze. 6, 1962.
8. Jasiorowski H.: Zeszyty Probl. Post. Nauk Roln., 59, 1966.
9. Kellner O.: Die Ernährung d. Landwirtschaftlichen Nutztiere. Paul Parey Verlag. Hamburg-Berlin 1965.
10. Krüger L., Schulze G.: Zeitsch. Tierz. Züchtungsbiol. 72, 33, 1958.
11. Kurpisz W.: Ocena organoleptyczna produktów mleczarskich. Zakł. Wyd. CSR, W-wa, 1968.
12. Loosli J. K., Mc. Donald J. W.: Nonprotein nitrogen in the nutrition of ruminants. FAO, 1968.
13. Pachulski T.: Nowe Rolnictwo, 12, 37, 1968.
14. Ruszczyk Z.: Żywienie zwierząt i paszoznawstwo, PIWRiL, Warszawa, 1973.
15. Biuletyn Centralnej Stacji Oceny Pasz. 1970, Zeszyt 1.
16. Metody badań laboratoryjnych w stacjach chemiczno-rolniczych. Cz. II. Badanie materiału roślinnego. IUNG Puławy, 1972.

17. Receptury ramowe mieszanek i komponentów paszowych (obowiązujące od 1.I.1972 r.) Min. Przem. Spoż. i Skupu. ZPP. „Vacutil”, Warszawa.
18. PN-69/R-64789.

*Tadeusz Obrusewicz, Tadeusz Чапляк, Анна Гжибек,
Роман Хейфт*

ПОПЫТКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЫВОРОТКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ КОНЦЕНТРАТНЫХ КОРМОВ ДЛЯ ТЕЛЯТ

Резюме

Исследовали возможности сушки сыворотки на носителе из сена в барабанной сушилке и (альтернативно) производства гранулированных кормосмесей для телят, базирующих на сыворотковом порошке и сыпучих компонентах. Сушка на носителе позволяет использовать сушеный материал из худшего качества сено, причем получается продукт содержащий 25% сухого вещества сыворотки. Можно также прибавлять мочевины легко растворимую в жидкой сыворотке. Производство гранулированных кормосмесей из предварительно размельченной на порошок сыворотки более трудное ввиду липкости сыворотки и мочевины. Сушка на носителе обходится дешевле, чем в распылительной сушилке, а высушенная трава поглощает больше сыворотки, чем зерновая дерть. Производимые кормосмеси предназначены для опытов по кормлению.

Описываются примененные технологии и устройства и проводится оценка стоимости полученных кормосмесей.

Tadeusz Obrusiewicz, Tadeusz Czaplak, Anna Grzybek, Roman Hejft

ATTEMPTS OF WHEY UTILIZATION IN THE PRODUCTION OF CONCENTRATED FODDER FOR CALVES

Summary

Possibilities of drying whey on the carrier of hay in the drum drier and (alternatively) the production of granulated fodder mixtures for calves based on powdered whey and friable components are considered. Drying on the carrier enables using dried material and worse-quality hay; in such a way a product is obtained containing 25% of whey dry matter. Also an addition of urea readily soluble in liquid whey would be possible. The production of granulated mixtures made from previously pulverized whey is more difficult due to viscosity of whey and urea. Drying on the carrier is less expensive than on the spray drier; dried grass absorbs more whey than ground grain. The produced fodder mixtures have been appointed to feeding experiments.

The applied technologies and devices are described and the estimation of costs of the produced mixtures is made.