

MICHAŁ SZNAJDER, MARIAN CHMURAK
Akademia Rolnicza w Poznaniu

PRZEGLĄD SPOSOBÓW WYKORZYSTANIA SERWATKI

Produkcja serwatki wzrasta systematycznie na całym świecie. Uwarunkowane jest to wzrostem produkcji serów i kazeiny. Na przykład w Polsce w 1968 roku uzyskano 1,2 mln ton, a w roku 1978 aż 2,7 mln ton serwatki.

Serwatka jest cennym produktem ubocznym, który może być wykorzystany w różnorodny sposób, lecz w przypadku nie zagospodarowania jest uciążliwym odpadem powodującym duże skażenie środowiska. Anderson [1] podaje, że skażenie środowiska 100 kg serwatki jest równe skażeniu spowodowanemu przez 45 ludzi. Wysoka wartość użytkowa z jednej strony oraz uciążliwość w środowisku jako odpadu z drugiej powoduje, że w wielu krajach poszukuje się różnorodnych sposobów jej wykorzystania. W USA powstał specjalny instytut zajmujący się problematyką zagospodarowania serwatki.

Najwyższy stopień wykorzystania serwatki jest w NRD [42] — 95%, następnie w Danii [51], gdzie serwatkę odbierają dostawcy mleka z przeznaczeniem na paszę dla trzody. Wysoki procent wykorzystania serwatki jest też w Finlandii [51] ponad 60% i we Francji ponad 75%. W większości krajów wysoko rozwiniętych przyjmuje się wykorzystanie serwatki w 50% [5, 19, 40].

Zagospodarowanie jest zróżnicowane w zależności od regionu kraju i ilości produkowanej serwatki w jednym zakładzie.

W Polsce w 1978 roku najlepiej wykorzystywano serwatkę w województwach: poznańskim, białostockim i gdańskim, najgorzej w łódzkim i kieleckim. Zagospodarowanie serwatki zależy także od wielkości zakładu mleczarskiego. Stwierdzono, że 85% wylewanej serwatki w USA i Kanadzie pochodzi z małych zakładów, których dzienna produkcja nie przekracza 9 tys. kg. W Polsce, jak podaje Szalewicz [43], lepiej wykorzystuje się serwatkę w małych mleczarniach niż dużych.

Celem niniejszego opracowania jest wskazanie różnorodnych sposobów użytkowania serwatki oraz zwrócenie uwagi na takie metody wykorzystania, które bez większych nakładów można by stosować powszechnie w Polsce. Jedynym warunkiem zastosowania proponowanych sposobów jest ich upowszechnienie oraz odpowiednia dystrybucja serwatki.

Serwatka płynna jako pasza

Żywienie serwatką płynną zwierząt domowych było znane i stosowane od najdawniejszych czasów. Do II wojny Światowej zazwyczaj podawano serwatkę płynną świniom. Wynikało to z systemu produkcji zwierzęcej. W tym czasie w prawie każdym gospodarstwie chowano świnie i bydło.

Z chwilą gdy zaczęto ograniczać liczbę gatunków zwierząt w gospodarstwie, a następnie powstały rejony produkcji bydła, trzody i innych gatunków zwierząt, zmalała możliwość wykorzystywania serwatki w rejonie produkcji bydłowej, gdy tymczasem w rejonie produkcji trzody chlewnej serwatka była niedostępna. Nie sprzyjała również jej wykorzystaniu koncentracja przemysłu mleczarskiego.

Ponowne zainteresowanie wykorzystaniem płynnej serwatki wzrosło głównie z powodu zanieczyszczania środowiska naturalnego wynikającego z wylewania jej do wód powierzchniowych.

Ze względu na brak ferm trzody w rejonach produkcji mleka, przeprowadzono szereg pozytywnych doświadczeń nad zastosowaniem serwatki w żywieniu krów, opasów i cieląt.

W żywieniu zwierząt domowych wyróżnić można pięć podstawowych sposobów spasanania serwatki płynnej. Są to: a) woda do woli, ograniczona serwatka, b) woda ograniczona, serwatka do woli, c) woda do woli, serwatka do woli, d) serwatka do woli bez wody, e) wymuszone większe zużycie serwatki (bez wody).

Serwatka w żywieniu trzody

Tradycyjnie uważa się, że 60 l serwatki pozwala wyprodukować 1 kg wieprzowiny. Przyjmuje się także, że 11—14 l serwatki zawiera tyle składników pokarmowych co 1 kg jęczmienia [47]. Serwatkę najczęściej podaje się świeżą, jednakże Budzyński [5] opisuje doświadczenie z Gies-sen — RFN, polegające na podawaniu kwaśnej serwatki, przechowywanej przez 7 dni w okresie upalnego lata, świniom o ciężarze ciała ponad 30 kg. Rezultaty tuczu były zadowalające. Podobnie kwaśną serwatkę zaleca Park i wsp. [34]. Park zwraca uwagę, że nie można jednocześnie świniom podawać serwatki świeżej i kwaśnej.

Badania takie powinny być powtórzone w Polsce, ponieważ pozytywny ich wynik może w znacznym stopniu ułatwić zagospodarowanie serwatki.

Liczni autorzy [41, 47] nie zalecają mieszania serwatki z paszą, natomiast Davidson [10] i Kulisiewicz [26] nie wykluczają tego. Serwatkę

przeznacza się głównie tucznikom, a w mniejszych ilościach maciorom i prosiętom. Ilość wypijanej serwatki jest zależna od ciężaru ciała. Schmidt i wsp. [41] podają, że tuczniaki 60 kg wypijają więcej niż 18 l, Davidson [10] podaje, że tuczniaki o ciężarze 91 kg mogą wypić 25—30 kg dziennie. Nieco niższe dzienne spożycie 20—25 l zaleca Wacker [47].

Spotyka się też inne zalecenia polegające na ograniczeniu serwatki do około 10 litrów na sztukę i dzień [40, 47, 48]. W RFN [47] coraz bardziej rozpowszechnia się tucz ograniczonymi dawkami serwatki uzupełnianymi paszą dodatkową. Ograniczanie spożycia serwatki uzasadnia się: 1) wyższą efektywnością serwatki w małych dawkach, 2) profilaktycznym działaniem serwatki, 3) normalną ilością moczu wydalaną przez zwierzęta.

Park [34] dla świń powyżej 45 kg uważa jako najlepszą następującą kombinację żywienia, w której nie jest potrzebne podawanie wody pitnej (tab. 1).

Tabela 1

Dawki dla bekonów w zależności od ciężaru ciała

Ciężar ciała w kg	Serwatka w litrach	Pasza treściwa w kg
45	4,00	1,6
54	4,75	2,0
72	6,00	2,5

Przykład profilaktycznego wykorzystania serwatki w wielkostadnej fermie w Kołbaczu opisał Węcłowicz [48]. Serwatka podawana w ilości nie przekraczającej 10 l na sztukę i dzień skutecznie hamuje kolibakterię. Według autora efektem działania serwatki jest zwiększenie przyrostów i zmniejszenie śmiertelności zwierząt. Prosięta odsadzone uzyskały przyrosty dzienne wyższe o około 10%, a tuczniaki o 20% niż sztuki żywione bez dodatku serwatki. Upadki wśród warchlaków żywionych bez dodatku serwatki wynosiły od 3 do 15%, a w grupach z serwatką od 0 do 2,6%. Ubytki tuczników — odpowiednio 3% i 0,3—0,6%. Efektem nie bez znaczenia było zlikwidowanie podawania antybiotyków w formie ustalonych pierwotnie programów profilaktycznych.

Warunkiem żywienia serwatką jest stopniowe przyzwyczajanie zwierząt do pobierania coraz większej ilości. Konieczne jest także zapewnienie dostaw serwatki bez przerw. Przerwy w dostawie powodują nasilenie się agresywnych walk w kojcach z poważnymi skutkami dla zdrowia i życia świń. Świnie pozbawione serwatki piją wodę niechętnie, mają zaparcia, a kiedy wznawia się dostawę wypijają nadmierne ilości. Pro-

wadzi to do wzdęć i zaburzeń przewodu pokarmowego, a nawet nagłych zejść śmiertelnych [50].

W Europie często stosuje się tucz trzody na ziemniakach i serwatce z dodatkiem zbóż i białka. Natomiast w Ameryce tucz serwatkowy związany jest z podawaniem jęczmienia, pszenicy lub kukurydzy. Średnie zużycie serwatki wynosi 8,4 kg a jęczmienia 3,5 kg na dzień i sztukę. Jeżeli jęczmień lub pszenicę zastępuje się kukurydzą to świniom do ciężaru 70 kg niezbędny jest dodatek białka. Dodatek ten niezbędny jest zawsze dla prosiąt, niezależnie od dodatku zboża. Schmidt i wsp. [41] twierdzą, że jeżeli spożycie serwatki wynosi poniżej 10 l na sztukę dziennie, to 1 kg mieszanki musi zawierać 150 g mączki rybnej albo 200 g śruty łubinu słodkiego lub 500 g śruty bobiku. Przy spożyciu 10—18 l serwatki dodaje się 100 g mączki rybnej lub 150 g śruty łubinu słodkiego. Jeżeli spożycie serwatki wzrośnie powyżej 18 l na dzień i sztukę dodatki białka paszowego są zbędne.

W literaturze krajowej przykłady żywienia tuczników dużą ilością serwatki z różnymi dodatkami opisali Kulisiewicz [26] i Wiedeński [49]. Przykłady te wykorzystał w technologii tuczu świń system „Tropik” Więckowski [50].

Badania dotyczące tuczu serwatkowego idą często w kierunku maksymalnego ograniczenia pasz treściwych poprzez zwiększenie zużycia serwatki. Schmidt i wsp. [41] uważają, że tucz wyłącznie serwatką jest niemożliwy ze względu na to, że świnie nie mogą pobrać z tej paszy wystarczających ilości składników pokarmowych, a więc nigdy nie będą syte. Ścisłe badania w tym zakresie przeprowadzili Braude i wsp. [4] i Mitchell i wsp. [32]. Braude tuczył świnie od 10 do 38 tygodnia życia w czterech poniższych grupach:

— pierwsza — podawano do woli paszę treściwą oraz pojono wodą do woli,

— druga otrzymywała przez cały okres tuczu 1,36 kg mieszanki na sztukę i dzień oraz serwatkę do woli,

— trzecia — zmniejszono dawkę paszy treściwej do 0,91 kg wyłączając trzy pierwsze tygodnie, w których podawano 1,36 kg mieszanki, serwatkę podawano do woli przez cały okres tuczu,

— czwarta — do wieku 17 tygodni, żywiono tak jak w grupie drugiej, a później jak w trzeciej.

Wyniki doświadczenia podano za Płonką [36] w tab. 2. Wykazały one, że najlepsze wskaźniki uzyskano w grupie, w której podawano 1,36 kg paszy treściwej na dzień i sztukę a serwatkę zwierzęta pobierały do woli. Doświadczenie wskazuje, że najlepsze efekty żywienia uzyskano w grupie drugiej.

W następnych doświadczeniach Braude i wsp. wykazali, że obniżenie

dziennej dawki mieszanki treściwej na 1 tucznika do 0,45 kg spowodowało wyraźny spadek tempa wzrostu tuczników.

Podobne doświadczenia przeprowadzili Mitchell i Sedgwick [32]. Tuczniaki podzielono na cztery grupy: grupa pierwsza — serwatka do woli uzupełniona mieszanką treściwą w ilości dziennej 1,36 kg na sztukę do wieku 13 tygodni i 0,91 kg od 13 tygodni do końca tuczu (odpowiada

Tabela 2

Niektóre wyniki tuczu (od 10 tyg. do 90,8 kg) z zastosowaniem serwatki

Wyszczególnienie	Grupa			
	1	2	3	4
Liczba zwierząt	79	86	83	84
Średni przyrost dzienny w g	531	561	504	504
Na 1 kg przyrostu				
— mieszanki w kg	4,43	2,46	1,95	2,17
— serwatki w l	—	22,13	30,00	29,30
Czas tuczu z obliczeń własnych (w dniach)	133	126	140	140

to czwartej grupie w doświadczeniu Braudego). Grupa druga — serwatka do woli uzupełniona dzienną dawką mieszanki w ilości 1,36 kg na sztukę i dzień przez cały okres tuczu (jest to odpowiednik grupy drugiej doświadczenia Braudego), grupa trzecia — serwatka do woli uzupełniana dzienną dawką mieszanki w ilości 1,14 kg na sztukę przez cały okres tuczu. Grupa czwarta — serwatka do woli uzupełniana dzienną dawką mieszanki w ilości 1,36 kg do 13 tygodni, 0,91 kg od 14 do 20 tygodni i 1,14 kg powyżej 20 tygodni.

Tabela 3

Wyniki tuczu z zastosowaniem serwatki — wg Mitchella

Wyszczególnienie	Grupy			
	1	2	3	4
Liczba zwierząt	44	44	41	42
Średni przyrost dzienny g	558	581	590	576
Na 1 kg przyrostu mieszanki w kg	1,75	2,26	1,90	1,82
Serwatka w l na 1 kg przyrostu	25,2	16,9	21,8	22,8
Czas tuczu (z obliczeń własnych) w dniach	130	125	123	126

Niektóre wyniki badań przedstawiono w tabeli 3 — za Płonką [36]. Autorzy sugerują dla praktyki system żywienia przyjęty w doświadczeniu dla grupy trzeciej, ponieważ można obniżyć zużycie pasz treściwych do 1,14 kg bez zmniejszenia tempa przyrostu.

Zastępowanie mieszanki treściwej serwatką w tuczu świń

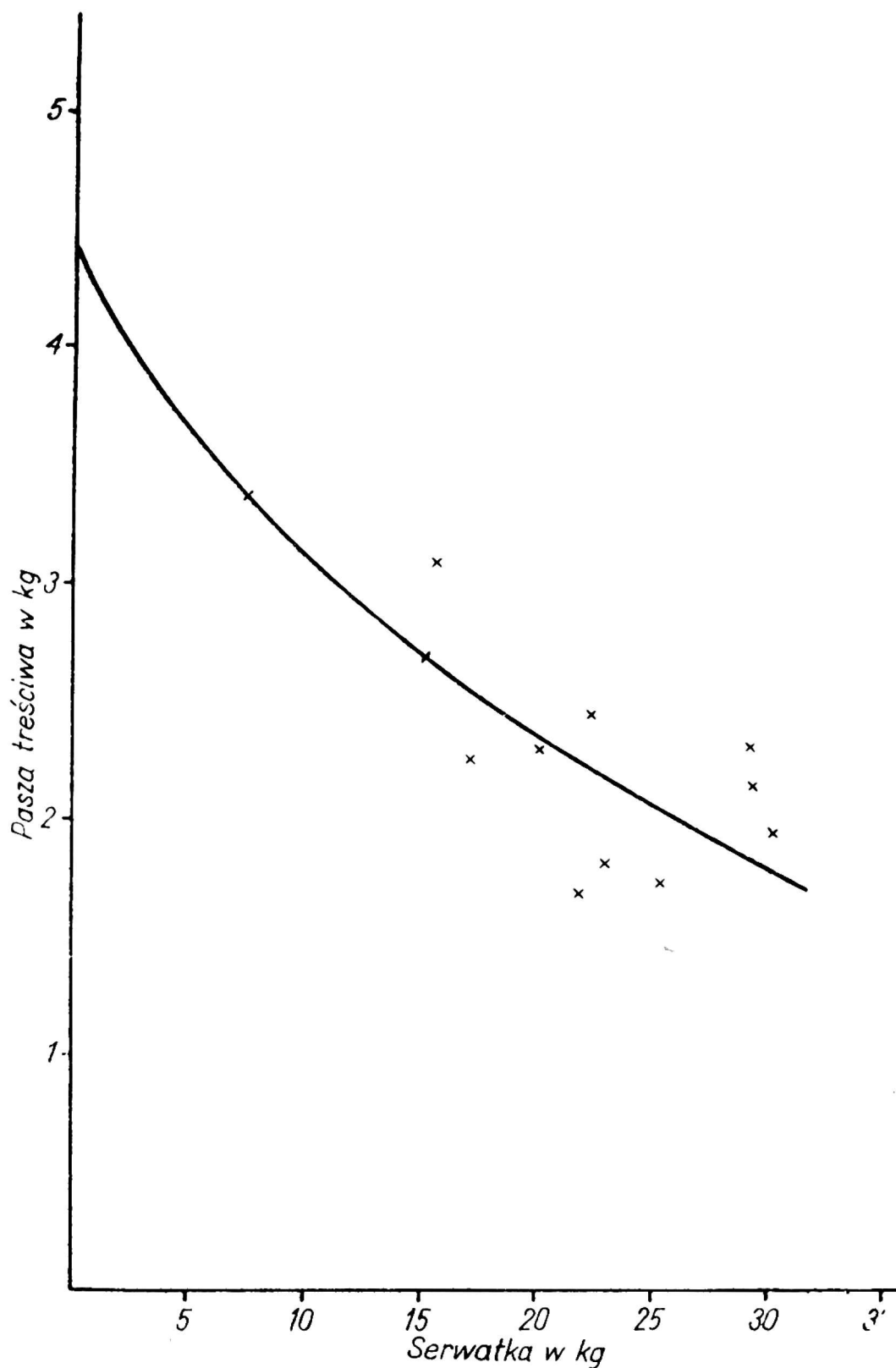
Wyniki badań Braudego [4], Mitchella [32], Kulisiewicza [7], Węcłowicza [48] pozwalają na przeanalizowanie zastępowalności mieszanki treściwej serwatką w tuczu świń.

Wyniki badań tych autorów ujęto na rysunku. Punkty oznaczają ilość serwatki i paszy treściwej zużytej na 1 kg przyrostu. Metodą kolejnych przybliżeń wykreślono przebieg krzywej, która wyznacza różne wersje zastępowalności (substytucji) pasz treściwych serwatką. Wartości niektórych punktów tej krzywej podano w tab. 4. Jako kombinację wyjściową przyjęto, że na wyprodukowanie 1 kg przyrostu zużywa się 4,43 kg pasz treściwych bez serwatki. Pierwsza kombinacja żywienia z serwatką, podana w tabeli 4, odpowiada zużyciu 4 kg pasz treściwych i 2,5 l serwatki. Przechodząc z pierwszego systemu żywienia na drugi, 5,81 l serwatki zastępuje 1 kg paszy treściwej. Przechodząc z drugiej kombi-

Tabela 4

Odczytane z wykresu 1 ilości serwatki i mieszanki oraz analiza zastępowalności tych pasz

Ilość mieszanki treściwej na 1 kg przyrostu	Ilość serwatki w l na 1 kg przyrostu	Stopa substytucji: mieszanka — serwatka	
		krańcowa	przeciętna
4,43	0	0	0
4,00	2,5	5,81	5,81
3,68	5,0	7,81	6,66
3,34	7,5	7,35	6,41
3,14	10,0	12,50	7,75
2,92	12,5	11,36	8,28
2,70	15,0	11,36	8,67
2,50	17,5	12,50	9,07
2,32	20,0	13,89	9,53
2,14	22,5	13,89	9,83
1,98	25,0	15,62	10,20
1,90	27,5	31,25	10,87
1,82	30,0	31,25	11,49



nacji żywieniowej do trzeciej 7,81 l serwatki zastępuje 1 kg paszy treściwej. W ostatnim przejściu 31,25 l serwatki zastępuje 1 kg paszy treściwej.

Dokładna ekonomiczna analiza, wykonana przez autorów tego opracowania, zastępowania mieszanki treściwej serwatką pozwala na sformułowanie następujących wniosków:

— zastępowanie mieszanki serwatką nie występuje w stałej proporcji,

— w miarę zwiększania udziału serwatki w dawce maleje efektywność zastępowania,

— początkowa efektywność zastępowania jest o 100% wyższa niż w końcowym przykładzie (tab. 4). Pomimo powyższego zastępowania mieszanki serwatką nawet w końcowej kombinacji (tab. 4) jest wysoko opłacalne. Wynika to z obecnej relacji cen mieszanki do serwatki 1:150, czyli cena 1 kg mieszanki odpowiada cenie 150 l serwatki.

— w interesie producentów tuczników jest stosowanie systemu żywienia, w którym maksymalizuje się zużycie serwatki a zmniejsza zużycie paszy treściwej,

— w interesie społecznym jest działanie zmierzające do rozdzielenia posiadanej serwatki na jak największą liczbę tuczników.

Przeznaczając krajowe zasoby serwatki na żywienie systemem podanym w ostatnim wierszu tabeli 4 można będzie zaoszczędzić 206 tys. ton mieszanki, podczas gdy kombinacja podana w wierszu drugim tej tabeli pozwala na zaoszczędzenie 408 tys. ton.

Żywienie bydła serwatką

Na podstawie badań Rogersa i wsp. [38], przeprowadzonych w USA stwierdzono, że strawność składników zawartych w serwatce wynosi dla suchej masy 82,6%, białka 68,8% i innych składników 84,2%.

Anderson i wsp. [1] ocenili produktywność krów pojonych serwatką płynną według poniższych sposobów:

- a) pojenie tylko wodą,
- b) serwatka do woli i 30,2 l wody dziennie,
- c) serwatka do woli i 15,1 l wody dziennie,
- d) serwatka do woli.

Oprócz płynów podawano siano do woli i 7,5 kg treściwych dziennie. Pobieranie płynów przez krowy we wszystkich czterech sposobach było takie same, a produkcja mleka i jego skład nie zmieniały się. Zauważono, że wzrost zużycia serwatki powoduje zmniejszenie zużycia siana. Każdy kilogram składników pokarmowych zawartych w serwatce obniża zużycie siana od 0,7 do 1 kg [62]. Stwierdzono, że spożywanie świeżej serwatki przez krowy, w przeciwieństwie do suszonej, nie wpływa na obniżenie produkcji mleka, a wręcz powoduje jej wzrost.

Ilość pobieranej serwatki przez krowy zależy od kombinacji pojenia. W przypadku gdy serwatka jest jedynym źródłem płynów, krowy wypijają około 90 kg na dzień. Gdy woda była ograniczona, krowy wypijały 60—75 kg, a kiedy woda była dostępna w każdej chwili, krowy wypijały 64—78 kg dziennie.

Rogers i wsp. [38] zaobserwowali przypadek wypicia 180 kg serwatki dziennie przez 1 krowę. Smakowitość serwatki spada w miarę wzrostu jej kwasowości. Jeżeli przetrzymuje się serwatkę ponad 36 godz. w temperaturze normalnej, to zwierzęta jej nie pobierały. Dopuszczalny czas przechowywania przed skarmianiem określa się na 24 godz.

Reagan [37] opisał przykład stosowania przez rolnika serwatki świeżej pasteryzowanej w żywieniu 90 krów. Rolnik stosuje z powodzeniem ten system żywienia do sześciu lat. Bydłu podaje się serwatkę w nieograniczonej ilości, co jest jednym z warunków powodzenia, tak jak i stałe dostarczanie serwatki. Serwatka zastępuje 15—20% ziarna zbóż i 25% pasz objętościowych. Zaspakaja ona 90% potrzebnych stada płynów. Krowom nie podaje się mieszanek, a jedynie zimą dostarcza witaminy A, D i E.

Płynna serwatka może być stosowana w żywieniu jałowizny, opasów i cieląt. Schingoethe [40] podaje przykład stosowania świeżej serwatki dla młodych opasów, w ilości 48 kg dziennie, w okresie wypasu na pastwisku. Uzyskane przyrosty były dobre. Lynch i wsp. [28] przeprowadzili następujące doświadczenie na młodych wolcach rasy holsztyńskiej. Zwierzęta podzielono na trzy grupy żywione według schematu: 1) woda do woli, treściwe do woli, 2) serwatka do woli, bez wody, treściwe do woli, 3) serwatka do woli, bez wody, treściwe ograniczone.

W doświadczeniu nie uwzględniono kombinacji serwatka do woli i woda do woli, która daje także dobre wyniki.

Tucz podzielono na trzy okresy: 1) 7 tygodni od ciężaru 96 kg, 2) 14 tygodni po 1 okresie, 3) 14 tygodni po 2 okresie.

Wyniki doświadczenia przedstawiono w tabeli 5.

Badania wykazują, że serwatka może być z powodzeniem wykorzystana w produkcji wołowiny, jednakże wyniki są nieco gorsze niż w grupie żywionej bez udziału serwatki.

W Polsce przeprowadzono badania [23] nad przydatnością prefermentowanej amoniakowanej serwatki w żywieniu bukatów. Podstawą tego doświadczenia była metoda zaproponowana przez Majchrzaka [29], w której serwatka poddana jest częściowej fermentacji mlekowej, a wytworzony kwas mlekowy zobojętnia się wodą amoniakalną. Stosowanie takiej serwatki pozwala na wykorzystanie związków azotowych zamiast białka w żywieniu przeżuwaczy. Bukaty podzielono na trzy grupy doświadczalne. W grupie pierwszej bukаты otrzymywały 10 l serwatki amoniakowanej, w grupie drugiej 10 l serwatki zwykłej, w grupie trzeciej podawano 0,8 kg koncentratu KBC zamiast serwatki. Wyniki doświadczeń wykazują, że najwyższe dzienne przyrosty masy ciała wystąpiły w grupie pierwszej, następnie trzeciej i drugiej. Z badań tych wynika,

Tabela 5

Wyniki tuczu wołców holsztyńskich płynną serwatką

Wyszczególnienie	Grupa I woda do woli treściwe do woli	Grupa II serwatka do woli bez wody treściwe do woli	Grupa III serwatka do woli bez wody treściwe ograniczone
Ciężar ciała na początku tuczu	96,4	93,7	99,3
Ciężar ciała na koniec I okresu	211	180	213
Zużycie płynów w kg na dzień i sztukę w I okresie	21,6	19,8	24,0
Zużycie składników odżywczych na 1 kg przyrostu w I okresie	3,91	4,90	4,35
Ciężar ciała na końcu II okresu w kg	317	309	299
Zużycie płynów w kg na dzień i sztukę w II okresie	22,2	33,6	49,7
Zużycie składników odżywczych na 1 kg przyrostu w II okresie	6,44	5,96	7,44
Ciężar ciała na koniec III okresu	433	407	389
Zużycie płynów w kg na dzień i sztukę w III okresie	24,2	24,5	55,6
Zużycie składników odżywczych na 1 kg przyrostu w III okresie	7,08	7,77	6,68
Ciepła waga bita w kg	266,4	243,1	214,3
Zimna waga bita w kg	264,0	241,3	212,6
Współczynnik wybojowości	61,4	59,5	54,5

że 10 l serwatki amoniakowanej zastępuje 0,8 kg koncentratu białkowego KBC.

Anderson i wsp. [1] przeprowadzili doświadczenie w zakresie żywienia płynną serwatką jałowic w wieku 6—8 miesięcy.

Układ doświadczenia był następujący: grupa 1 — żywienie serwatką do woli i sianem z lucerny do woli, grupa 2 — żywienie serwatką do woli i 2,3 kg pasz treściwych, grupa 3 — siano z lucerny i 2,3 kg pasz treściwych.

Dzienne przyrosty były jednakowe w grupie 1 i 3, a najlepsze rezultaty osiągnięto w grupie 2, gdzie przyrosty były znacznie wyższe niż w pozostałych dwóch grupach. Jałowice wypijały w ciągu dnia 64 l serwatki (grupa 1 i 2) lub 35,6 l wody (grupa 3). Jałówki i buhajki zużywa-

jące do 30% składników pokarmowych w serwatce płynnej charakteryzują się zadowalającymi przyrostami.

Serwatkę można stosować także w żywieniu cieląt już od 6 tygodni. Po przerwie w karmieniu serwatką należy zachować ostrożność gdyż cielęta skłonne są wtedy do przejadania się i do wzdęć.

Żywienie bydła serwatką powoduje kilka problemów, które są łatwe do pokonania. Dotyczy to chęci pobierania serwatki, wydalania dużej ilości moczu, wzdęć, szkodliwego wpływu na zęby oraz dużej ilości much w okresie letnim, a także korozji urządzeń. Ogólnie stwierdza się, że słodka serwatka jest bardziej smaczna niż kwaśna. Można czasem zaobserwować niewielką biegunkę, przypadki wzdęć oraz niechęć do pobierania jeżeli serwatkę wprowadza się zbyt raptownie. Wzdęciom zapobiega siano z tymotki [28]. Istnieją obawy, że serwatka powoduje erozję zębów, szczególnie wtedy, gdy jest przechowywana przez dłuższy czas okresu i bezpośrednio przed żywieniem mieszana z melasą [40]. Prowadzono także i inne obserwacje dotyczące 10 miesięcznego żywienia serwatką kwaśną, gdzie nie zaobserwowano żadnych zmian w uzębieniu.

Niektóre sposoby wykorzystania płynnej serwatki w przemyśle rolno-spożywczym

Serwatkę płynną można wykorzystać w przemyśle piekarskim, cukierniczym, w produkcji serów i napojów.

Serwatka płynna jako dodatek w piekarnictwie jest bardzo cennym surowcem zastępującym wodę. Zastępowanie to może być całkowite lub częściowe. Poprawia się w ten sposób znacznie jakość pieczywa poprzez wzrost wartości odżywczej i smakowej. Przy stosowaniu serwatki występuje oszczędność mąki, która na 1 tonę pieczywa wynosi, według Ichnatowicza [17] od 18 do 30 kg. W skali kraju można rocznie zużywać w piekarnictwie około 90 mln l, co stanowi 3% ogólnej produkcji [17].

Serwatkę płynną w przemyśle cukrowniczym stosuje się do wyrobu między innymi czekolad, cukierków i ciastek. Korzystniejsze wydaje się stosowanie w tym przemyśle serwatki zagęszczonej lub też suszonej.

Serwatkę świeżą stosuje się też w produkcji tzw. serów serwatkowych. Z 1000 kg serwatki można wyprodukować 110 kg sera norweskiego (Mysost) lub 27 kg sera typu Ricotto [19].

Natomiast Jakubowska [18] omawia możliwość wykorzystania serwatki z dodatkiem mleka chudego do produkcji sera miękkiego typu Kaukaski. Z 1000 kg serwatki i 112 l mleka chudego uzyskuje się 56 kg sera tego typu. Odciek z produkcji może być przeznaczony do wytwarzania laktozy.

Jedną z kolejnych możliwości jest stosowanie serwatki do produkcji napojów serwatkowych. Holsinger i inni [13] dokonując przeglądu różnorodnych możliwości produkcji napojów stwierdzają, że najlepszym napojem jest Rivella, który sprzedawano w większości zachodno-europejskich krajów. We Wrocławiu [25] prowadzono przez kilka lat produkcję „szampana” serwatkowego. Zużycie serwatki na 1000 l „szampana” wynosiło 300 l. Przy małej produkcji napoju, około 12 000 l dziennie, zużycie serwatki wynosiło zaledwie 3600 l. Przerób serwatki na napoje może być stosowany w dużych ośrodkach miejskich, gdzie jest na nie zbyt.

Serwatka ze względu na swój skład chemiczny oraz właściwości fizyko-chemiczne jest biologicznie czynnym surowcem, wyjątkowo podatnym na procesy fermentacyjne. Wysoka zawartość cukru mlekowego umożliwia prowadzenie fermentacji w określonym kierunku, w tym również kierunku produkcji biomasy bakteryjnej, drożdżowej, a także fermentacji alkoholowej. Na produkcję 1 tony drożdży potrzeba 29—30 tys. l serwatki [44].

Minimalny, opłacalny dzienny przerób wynosi 28—32 tys. l serwatki. W Biurze Projektowo-Konstrukcyjnym CZSML opracowano studium projektowe dla wytwórni drożdży paszowych z serwatki [45]. Przewidywany w I etapie dobowy przerób serwatki wynosi 120 tys. l, a produkcja drożdży 4,2 tony.

W Polsce działała drożdżownia serwatki w Borowie k. Strzelina o dziennym przerobie około 30 tys. litrów.

Innym sposobem fermentacji serwatki jest fermentacja alkoholowa. Przeglądu typów fermentacji alkoholowych dokonała Holsinger i wsp. [13]. Jedną z metod fermentacji polega na produkcji wódki 40% przy dodatku drożdży typu *Candida*. Z 1000 kg serwatki uzyskuje się 55 l wódki [2]. Kosikowski i Wzorek [24] opracowali sposób produkcji wina stołowego białego ze skoncentrowanej serwatki o zawartości 18—25% laktozy. Wino zawiera około 10% alkoholu. Produkcję alkoholi z serwatki należy raczej uważać za ciekawostkę. Podobnie ciekawostką nie mającą większego znaczenia praktycznego jest wytwarzanie pianki poliuretanowej z suszonej serwatki [16], a także w polskich warunkach — produkcja substancji białkowych poprzez koagulację serwatki za pomocą chitosanu. Chitosan jest polimerem produkowanym z chityny krabów.

W ostateczności istnieje też możliwość stworzenia płynnej serwatki jako nawozu [52]. Jedna tona serwatki zawiera około 1,5 kg N, 375 g P_2O_5 i 1,75 kg K_2O , jak również sól, wapno, magnez i chlor. Trzy tony serwatki odpowiadają jednej tonie obornika. Badania wykazały przydatność serwatki jako nawozu na pastwiska, pod kukurydzę, itp. Możliwe było stosowanie dawek od 250 do 500 ton na 1 ha.

Serwatka zagęszczona

Serwatkę kondensowaną w żywieniu zwierząt stosuje się pod trzema postaciami: nieprzefermentowana, przefermentowana, przefermentowana i amoniakowana — FACW.

Badania w zakresie żywienia zwierząt serwatką zagęszczoną prowadzili: Jungst [20], Erdman i wsp. [11], Huber i wsp. [15], a wyniki ocenił Schingoethe [40]. Na podstawie tych badań stwierdzono, że przeciętny skład chemiczny serwatki skondensowanej przedstawia się następująco: 63,6 g suchej masy, 8,7 g białka ogólnego, 47,7 g laktozy, 6,4 g popiołu, 0,38 g wapnia, 0,58 g fosforu. Najlepszą zagęszczoną formą serwatki dla bydła jest FACW dodana do paszy pełnoporcjowej. Zbyt duży dodatek serwatki skondensowanej, powyżej 14% spasionego białka, może wpłynąć na obniżenie wydajności mlecznej. W żywieniu świń nie stosuje się serwatki amoniakowanej. Schingoethe [40] stwierdza, że krowy niechętnie zjadają samą serwatkę skondensowaną i dlatego należy ją podawać z melasą lub w mieszance pełnoporcjowej.

Serwatkę skondensowaną stosuje się też w produktach spożywczych. Ihnatowicz [17] omawia zastosowanie jej w piekarnictwie, a Kurpisz [27] jako dodatek do serów topionych, a także w przemyśle cukierniczym. W polskich warunkach zastosowanie serwatki kondensowanej w żywieniu zwierząt jest niecelowe. Natomiast zastosowanie w produktach spożywczych jest dobrym rozwiązaniem.

Serwatka suszona

W wielu krajach bardzo dużo uwagi poświęca się produkcji i wykorzystaniu serwatki suszonej. Dotyczy to szczególnie USA, Francji i Finlandii. Autorzy z różnych krajów, w tym i polscy [27, 43], są zgodni co do tego, że suszenie jest bardzo drogie i dopuszczalne po uprzednim wykorzystaniu innych sposobów. Jelen i wsp. [19] twierdzą, że w warunkach amerykańskich opłacalne jest suszenie lub zagęszczanie w przypadku dziennego przerobu co najmniej 90 000 kg.

Vriganud [46] podaje, że we Francji producentom lepiej opłaca się podawać trzodzie serwatkę płynną lub lekko zagęszczoną aniżeli suszoną pomimo tego, że wożenie płynnej serwatki wiąże się z kosztami transportu. Według tego autora w krajach EWG wystąpiła znaczna nadprodukcja serwatki suszonej.

Serwatka suszona zawiera 93% suchej masy, w tym 12,2% białka ogólnego, 71,5% laktozy, 8,4% popiołu, 0,91% wapnia i 0,76% fosforu.

Schingoethe [40] wyróżnia kilka typów serwatki suszonej, różniących się składem chemicznym.

Serwatka suszona może być stosowana w żywieniu zwierząt, jako dodatek do produktów spożywczych i jako surowiec do wytwarzania odżywek, zup i aminokwasów.

W żywieniu zwierząt serwatka suszona stanowi komponent mieszanek treściwych, dodatek do pasz objętościowych, dodatek do kiszzonek oraz składnik preparatów mlekozastępczych. Zastosowanie suszonej serwatki jako dodatku do sianokiszonki z lucerny omawia Dash i wsp. [7]. Stwierdzili oni, iż dodatek 1—2% suszonej serwatki jest wielkością optymalną, a 10% maksymalną. Suszona serwatka jest lepszym dodatkiem do kiszzonek aniżeli występujące w handlu preparaty stymulujące procesy zakiszania. Kiszonka z kukurydzy z dodatkiem serwatki suszonej i mocznika daje bardzo pozytywne rezultaty. Uzyskano bowiem o 7% lepsze przyrosty, a także o 6,5% wzrost mleczości krów w porównaniu do żywienia kiszonką z kukurydzy z dodatkiem tylko mocznika [40].

Suszona serwatka zawiera witaminy z grupy B oraz wiele aminokwasów niezbędnych w żywieniu. W dawce pokarmowej dla brojlerów kurzych oraz indyków optymalny dodatek suszonej serwatki wynosi 3—4% składników pokarmowych. Dodatek ten wpływa na efektywność wykorzystywania pasz. Maksymalny dodatek suszonej serwatki w diecie dla drobiu uwarunkowany jest zawartością laktozy, której ilość nie może przekraczać 20—30%.

W żywieniu trzody można stosować susz z serwatki, jednakże tolerancja laktozy maleje wraz z wiekiem. Przykładowo: w dawce do 9 tygodnia życia można podawać 50% laktozy, a wieku 16 tygodni już tylko 25%. Poza tym Ekstrom i wsp. [40] wykazują, że tolerancja uwarunkowana jest genetycznie i zależna od rasy świń. Na przykład świnię rasy Chester White są na nią wrażliwe, podczas gdy Hampshire niewrażliwe. Wrażliwość polskich ras na laktozę nie była badana. Świnię bardziej tolerują laktozę niż drób. Mogą one zjeść bez ujemnych skutków 15—20% suszonej serwatki w dawce. Inni natomiast uważają, że granica ta wynosi 40%.

Serwatkę suszoną stosowano w żywieniu krów mlecznych jako składnik pasz treściwych lub dodatek do pasz objętościowych. Powodowała ona zazwyczaj zwiększenie zawartości tłuszczu mleka i obniżała wydajność mleka.

W żywieniu bydła opasowego dodatek 1—4% suszonej serwatki wywołał zwiększone przyrosty od 2 do 14% w stosunku do grupy kontrolnej opasów. U cieląt zauważono przy stosowaniu serwatki suszonej w ilości do 10% wzrost apetytu i żerności, a przy zużyciu 30% — apetyt spadł do 3/4 normalnej dawki. Stwierdzono, że suszona serwatka może stanowić 50—55% zawartości paszy mlekozastępczej w żywieniu cieląt.

Ilość suchej serwatki podawana zwierzętom zależy także od aktualnych warunków ekonomicznych. W warunkach obecnych trudności

energetycznych suszenie serwatki na paszę dla zwierząt może być prowadzone jedynie przy produkcji preparatów mlekozastępczych lub wytwarzaniu dodatków takich, jak aminokwasy, witaminy, itp. Suszona serwatka jest wykorzystywana w przemyśle farmaceutycznym do wyrobu wielu leków.

LITERATURA

1. Anderson M. J., i in.: *J. Dairy Sci.* 57, 10, 1206—1210, 1974.
2. Antonov S. V. i in.: *Production of vodka. United States Patent 4086386*, 1978.
3. Bough W. A., Landes D. R.: *J. Dairy Sci.* 59, 11, 1874, 1976.
4. Braude R., Clarke P. M., Mitchell K. G.: *J. Agric. Sci.* 49, 347—356, 1957.
5. Budzyński W.: *Prz. hod.* 7, 9, 1968.
6. Cywiński T.: *Przem. Spoż.* 1, 10, 1970.
7. Dash S. K., i in.: *J. Dairy Sci.*, 57, 4, 434—438, 1974.
8. Dash S. K., i in.: *J. Dairy Sci.*, 57, 3, 314—318, 1974.
9. Mc Donough F. E., Alford J. A., Womack M.: *J. Dairy Sci.*, 59, 1, 34—40, 1976.
10. Davidson H. R.: *The Production and marketing of pigs.* Longmans — London, 1966.
11. Erdman M. D., Reddy C. A.: Bergen W. C.: *J. Dairy Sci.*, 60, 9, 1509—1514, 1977.
12. Grzegorzak A., Kołacz Z., Dobrzański Z.: *Prz. hod.*, 9, 22, 1979.
13. Holsinger V. H., Pasati L. P., De Vilbriss E. D.: *J. Dairy Sci.*, 57, 8, 849—859, 1974.
14. Holsinger V. H., i in.: *J. Dairy Sci.*, 60, 12, 1841—1845, 1977.
15. Huber J. T., Boman R. L., Henderson H. E.: *J. Dairy Sci.* 59, 11, 1936—1943, 1976.
16. Hustad G. O., Richardson T., Admundson C. H.: *J. Dairy Sci.*, 53, 1, 18—24, 1970.
17. Ihnatowicz M.: *Prz. mlecz.*, 6, 13, 1971.
18. Jakubowska J.: *Prz. mlecz.*, 4, 22, 1976.
19. Jelen P., Le Mauger M.: *J. Dairy Sci.*, 59, 7, 1347—1352, 1976.
20. Jungst F. W. JR.: *J. Dairy Sci.*, 62, 1, 1979.
21. Kamiński S.: *Przem. Fermentacyjny i Rolny*, 3, 16, 1972.
22. Kamiński S.: *Przem. Fermentacyjny i Rolny*, 6, 27, 1972.
23. Kołat B., Kozikowski M., Kulasek G.: *Nowe rol.*, 17, 19/20, 1979.
24. Kosikowski F. V., Wzorek W.: *J. Dairy Sci.*, 60, 12, 1982—1986, 1977.

25. Kotowicz F.: *Prz. mlecz.*, 1, 13, 1971.
26. Kulisiewicz J.: *Prz. hod.*, 10, 14, 1972.
27. Kurpisz W.: *Prz. mlecz.*, 6, 15, 1971.
28. Lynch G. P., i in.: *J. Dairy Sci.*, 15, 11, 1688—1694, 1975.
29. Majchrzak R.: Sposób skojarzonej utylizacji serwatki i innych produktów odpadowych. Zgłoszenie patentowe UP — PRL, 1978 r.
30. Malitka H.: *Prz. Mlecz.*, 12, 6, 1976.
31. Mathur B. N., Shahani K. M.: *J. Dairy Sci.*, 62, 1, 99—105, 1979.
32. Mitchell K. G., Sedgwick P. H.: *J. Dairy Researches*, 30, 35, 1963.
33. Morrill J. L., Dayton A. D.: *J. Dairy Sci.*, 57, 4, 430—433, 1974.
34. Park R. D., i in.: *Animal Husbandry — Oxford University Press*, 240, 1970.
35. Pijanowski E.: *Rocz. Nauk rol.*, 77, B 4, 1089, 1961.
36. Płonka S., Szwej R.: *Prz. hod.*, 11, 16, 1977.
37. Raegan J. J.: *Rolnictwo na Świecie*, 9, 72, 1978.
38. Rogers G. F., i in.: *J. Dairy Sci.*, 60, 10, 1559—1562, 1977.
39. Schingoethe D. J., Beardsley G. L., Muller L. D.: *J. Dairy Sci.*, 57, 12, 1511—1515, 1974.
40. Schingoethe D. J.: *J. Dairy Sci.*, 59, 3, 556—570, 1976.
41. Schmidt J., Goerttler V., Kleisch J.: *Lehrbuch der Schweinezucht Paray — Verlag*, 270, 1956.
42. Szalewicz J.: *Prz. mlecz.*, 3, 10, 1971.
43. Szalewicz J.: *Prz. mlecz.*, 6, 8, 1971.
44. Szalewicz J.: *Prz. mlecz.*, 6, 1971.
45. Urbański Z.: *Prz. mlecz.*, 7, 21, 1976.
46. Vrignaud Y.: *Rolnictwo na Świecie*, 7—8, 71, 1978.
47. Wacker H., Granz E.: *Produkcja zwierzęca. PWRiL, W-wa*, 350, 1977.
48. Węckowicz E., Szycko B.: *Prz. hod.*, 8, 13, 1977.
49. Wideński K.: *Trzoda Chlewna*, 11, 4, 1974.
50. Więckowski W.: *Technologia tuczu trzody chlewnej sposobem „Tropik — POSTEOR Poznań — wyd. własne*, 1977.
51. *Rolnictwo na Świecie: Więcej żywności z serwatki.* 7/8, 140, 1974.
52. *Przegląd Mleczarski: Serwatka jako środek nawozowy.* 6, 20, 1971.