

ZASTOSOWANIE W PRZEMYŚLE MLECZARSKIM ANTYBIOTYKU TYPU NIZYNY WYTWARZANEGO PRZEZ PACIORKOWCE MLECZNE

E. LIPIŃSKA

Zakład Mikrobiologii i Biochemii — Instytut Przemysłu Mleczarskiego Warszawa

I. Wstęp

Nizyna, antybiotyk wyizolowany w 1944 r. przez Mattick'a i Hirsch'a (25) z podłoża sfermentowanego przez szczepy *Str. lactis* z grupy serologicznej N, należy do antybiotyków polipeptydowych (2). Badania Frazer'a i innych (8) wykazały, że jest ona bardzo mało toksyczna dla organizmów wyższych. Nizyna działa bakteriobójczo lub bakteriostatycznie na drobnoustroje gramododatnie. Badania użyteczności tego antybiotyku dotyczyły pierwotnie zastosowania w leczeniu gruźlicy. Uzyskane „in vitro” pozytywne wyniki nie zostały potwierdzone w doświadczeniach na zwierzętach (13) i nizyna nie znalazła zastosowania w lecznictwie.

W latach pięćdziesiątych pojawiły się pierwsze publikacje dotyczące możliwości wykorzystania nizyny w celu przeciwdziałania wadliwym fermentacjom powodowanym przez przetrwalnikujące beztlenowce. Od tego czasu obserwuje się nawrót zainteresowania tym antybiotykiem. Problematyka badań przedstawiona w dużym skrócie ze względu na szczupłość rozmiarów niniejszego artykułu jest następująca:

Badania O'Briena (27), Gillespy (11), Campbella i Sniffa (4), Nekotonovej (26) i innych wykazały, że nizyna obniża odporność przetrwalnikujących beztlenowców na działanie temperatury, co umożliwiło wykorzystanie tego antybiotyku w przemyśle spożywczym przy produkcji konsersy warzywniczych i produktów półmięsnych. Dolną graniczną temperaturą w czasie termicznej obróbki produktów spożywczych z nizyną pozostaje jednak nadal temperatura, w której ginie *Cl. botulinum*.

Nizyna jest także wykorzystywana na skalę przemysłową przy produkcji serów topionych. Badania Mc Clintock (6) Cörner i Simkoviko-

wej (7) wykazały, że nizyna przeciwdziała występowaniu fermentacji masłowej w tych serach.

Większość publikacji naukowych dotyczących nizyny zajmuje się jej wykorzystaniem do zwalczania wad powodowanych przez bakterie kwasu masłowego przy wyrobie serów typu edamskiego i ementalskiego. W okresie skarmiania kiszzonek, a więc od późnej jesieni do wiosny mleko od krów karmionych kiszzonekami jest na ogół zanieczyszczone przetrwalnikującymi beztlenowcami. W serach produkowanych z takiego mleka może wystąpić fermentacja masłowa, która czyni je nieprzydatnymi do konsumpcji. Badania Hirscha i innych (14), Pette i Kooy (28), Stübera i Bindera (34), Rosella i Matallany (32), Pulaya (2) wykazały, że istnieje możliwość zahamowania fermentacji masłowej w serach typu edamskiego i ementalskiego przez zastosowanie jako zakwasu tylko szczepów nizynotwórczych, lub też w połączeniu z normalnymi zakwasami serowarskimi. Jednak Pulay (29), Ritter (31) i inni stwierdzili, że jednocześnie występuje szereg ujemnych zjawisk w przebiegu dojrzewania serów, związanych głównie z wpływem antybiotyku na bakterie wprowadzane do mleka serowarskiego jako zakwasy, które będąc gramododatnimi są także wrażliwe na działanie nizyny. Galesloot (10), Ritter (31), Winkler i Fröhlich (36) i inni, badali wpływ nizyny na bakterie fermentacji mlekowej. Niektórzy z tych autorów (3, 10, 31) po stwierdzeniu znacznej wrażliwości niektórych gatunków bakterii fermentacji mlekowej na działanie nizyny, doszli do wniosku, że antybiotyk ten nie będzie mógł być wykorzystany w celu zwalczania fermentacji masłowej w serach twardych dojrzewających.

W dziedzinie odmiennej, choć ściśle związanej z mleczarstwem, mianowicie przy produkcji kiszzonek podjęte były przez Zeilingera i Bindera (38) próby ograniczenia rozwoju fermentacji masłowej drogą dodawania do zielonki hodowli wytwarzających nizynę.

Opracowane też zostały metody oznaczania nizyny. Szereg metod klasycznych oraz szybszych, wskaźnikowych, zostało zaadaptowanych do tego celu (9, 35). Nizynę można oddzielić od innych antybiotyków drogą chromatografii bibułowej (39).

Niektóre badania zajmują się mechanizmem działania nizyny. Badania Ramseiera (30) wykazały, że nizyna działa na komórkę bakteryjną w sposób podobny do innych antybiotyków polipeptydowych i związków powierzchniowo-czynnych. Inni autorzy badali także wpływ nizyny na kiełkowanie przetrwalników (15), a także właściwości nizynazy, enzymu niszczącego nizynę (1, 5).

II. Prace własne

Podstawowym kierunkiem badań prowadzonych w Instytucie Przemysłu Mleczarskiego jest stosowanie nizyny do przeciwdziałania fermentacji masłowej w serach typu edamskiego i ementalskiego (16).

Prace nasze zapoczątkowane zostały w 1954 r. wyizolowaniem szczepów paciorkowców wytwarzających nizynę, określeniem ich grupy serologicznej, ich cech biochemicznych oraz ilości wytwarzanego antybiotyku. Badaliśmy następnie wpływ nizyny na szczepy składniki zakwasów, a także na całe zakwasy stosowane w kraju przy wyrobie serów. Stwierdziliśmy m. in., że wrażliwość zakwasów stosowanych do wyrobu serów może być różna (tab. 1). Sprawdzaliśmy także „in vitro” wpływ antybiotyku wytwarzanego przez nasze paciorkowce nizynotwórcze na bakterie kwasu masłowego izolowane z serów wzdętych, po czym przystąpiliśmy do prób wyrobu sera na skalę półtechniczną.

Tabela 1

Wrażliwość niektórych szczepów bakterii fermentacji mlekowej oraz niektórych zakwasów na działanie antybiotyku wytwarzanego przez szczep 91 (ϕ stref zahamowania rozwoju szczepów w mm)

Rozc. sferm. serwatki z hod. <i>Str. lactis</i> 91	Szczep badany									
	<i>Lbc. helveticus</i>	<i>Str. thermophilus</i>	<i>Str. diacetylactis</i>	<i>Str. cremoris</i>	<i>Lbc. bulgaricus</i>	<i>Lbc. casei</i>	<i>Str. ayalactiae</i> I	<i>Str. agalactiae</i> H	Zakwas edamski	Zakwas maślarski
Nie rozc.	27,5	22,5	22,0	19,5	19,0	17,0	16,0	16,0	23,5	14,0
1 : 2	26,5	20,0	20,5	18,0	18,0	16,0	15,5	15,5	21,5	13,5

Pierwsze próby stosowania zakwasu mieszanego, złożonego w $\frac{1}{3}$ ze szczepów wytwarzających nizynę a w $\frac{2}{3}$ z zakwasu maślarskiego, przy produkcji serów edamskich z mleka zakażonego bakteriami kwasu masłowego, potwierdziły niedwuznacznie działanie nizyny jako czynnika hamującego rozwój fermentacji masłowej w serach. Jednocześnie można było stwierdzić, że ujemny wpływ nizyny na zakwasy normalne¹ wyraził się w różnych wartościach pH serów 24-godzinnych; sery z nizyną miały z reguły pH wyższe niż równoległe produkowane sery bez antybiotyku (rys. 1).

Ponieważ normalny szybki przebieg fermentacji laktozy w świeżo wyrobionym serze jest niezbędnym warunkiem prawidłowego przebiegu

¹ Pod pojęciem zakwasu normalnego rozumie się zakwas wrażliwy, nie uoporniony na działanie nizyny.

dalszych etapów jego dojrzewania, wydało nam się, że zastosowanie zakwasów opornych na działanie nizyny mogło spowodować normalny przebieg fermentacji laktozy w serach w obecności nizyny, a tym samym usunąć wtórne wady wynikające z działania antybiotyku na zakwasy.

Szczepy bakterii fermentacji mlekowej, odporne na ilości nizyny, jakie mogą się nagromadzić w serze, a nie wytwarzające nizynazy, nie wy-



Rys. 1. Wpływ dodatku szczepu nizynotw. 91 do mleka na pH 24-godzinnych serów

stępują w naturze. Podjęliśmy więc próby indukowania oporności na nizynę kilku szczepom bakterii fermentacji mlekowej. Rezultaty tych prób, opublikowane w 1959 r. (18) wykazały, że jest możliwy wzrost oporności na nizynę szczepów z gatunków *Str. lactis*, *Str. cremoris*, *Lbc. casei* i innych, przy jednoczesnym nieznacznym tylko osłabieniu szybkości fermentacji laktozy. Dla wymienionych gatunków osiągnięto oporność na 300—320 j/ml, drogą przeszczepiania w podłożach o wzrastającym stężeniu antybiotyku (tab. 2).

Jedynie szczepy z gatunków *Str. thermophilus* i *Lbc. helveticus* nie dały się doprowadzić do tak wysokiej nizynooporności. Ponieważ te ostatnie gatunki bakterii są niezbędnymi składnikami zakwasów, używanych przy wyrobie serów typu ementalskiego, wykorzystanie nizyny przy wyrobie tych serów wymaga dalszych badań, które są obecnie prowadzone w Instytucie Przemysłu Mleczarskiego.

Mogliśmy natomiast od razu przygotować zakwas nizynooporny do wyrobów serów typu holenderskiego. Z zakwasem nizynoopornym prze-

Tabela 2

Niektóre właściwości normalnych
i uopornionych na nizynę szczepów bakterii fermentacji mlekowej

Nazwa szczepu	Oporność nabyta na j/ml nizyny	Kwasowość mleka w° SH po 20 godz. w 22° C	Niszczenie nizyny ** w j/ml	Wrażliwość na działanie nizyny ***		Przynależność do grupy serolog. N wg Lancesfield
				na 550 j/ml	na stęż. tolerowane	
<i>Str. lactis</i> 2a ₃ O *	330	36	150	13,0 ****	13,0	++ *****
<i>Str. lactis</i> 2a ₃ N *		37	180	23,0	22,0	+
<i>Str. lactis</i> 3a ₁ O	410	37	150	15,0	14,5	+
<i>Str. lactis</i> 3a ₁ N		40	180	22,0	21,0	++
<i>Lc. dextranicus</i> _{cz} O	330	38	180	16,5	15,0	++
<i>Lc. dextranicus</i> _{cz} N		43	180	25,0	22,0	++
<i>Str. cremoris</i> 32 O	320	36	180	17,0	13,0	++
<i>Str. cremoris</i> 32 N		38	150	21,0	19,0	++
<i>Lbc. casei</i> ₃ O	320	33	150	11	11	
<i>Lbc. casei</i> ₃ N		33	150	14,0	15,0	

* „O” — szczepy o oporności indukowanej; „N” — szczepy normalne.

** Ilość antybiotyku pozostała w podłożu z dodanych 180 j/ml.

*** ϕ stref zahamowania w mm, wywołana przez 550 j/ml oraz takie stężenia nizyny, na jakie szczepy zostały uopornione (ϕ koła wyciętego w agarze = 11 mm).

**** Wartości ϕ stref zahamowania rozwoju szczepów opornych podane są interpretacji maksymalnej; odpowiadały one raczej określeniu: wyraźne ślady.

***** ++ szybka i obfita percytacja; + percytacja wolniejsza i bardziej skąpa.

prorowadzone zostały doświadczenia na skalę półtechniczną, których celem było opracowanie metod stosowania tych zakwasów w praktyce przemysłowej oraz zbadanie biochemicznych przemian składników sera, które zdają się odgrywać podstawową rolę w pierwszym okresie fermentacji oraz w kształtowaniu smaku i zapachu sera.

W tym celu przeprowadzono 12 doświadczeń dotyczących wyrobu sera typu edamskiego z mleka w różnym stopniu zanieczyszczonego bakteriami kwasu masłowego. Sery z doświadczeń 1—7 produkowane były z mleka nieznacznie zakażonego bakteriami kwasu masłowego. Mleko użyte do doświadczeń 8—12 było b. silnie zakażone tymi bakteriami. Stosowano 3 rodzaje zakwasów:

- zakwas nizynooporny + szczepy nizynotwórcze (zakwas i sery oznaczono symbolem ON),
- zakwas normalny + szczepy nizynotwórcze (zakwas i sery oznaczono symbolem KN),
- zakwas normalny (zakwas i sery oznaczono symbolem K).

Wyniki omawianych badań ujęte zostały w 3 dalszych publikacjach. W pierwszej z nich (22) podano charakterystykę i sposób prowadzenia zakwasów nizynoopornych, wskaźniki technologiczne produkcji serów przy zastosowaniu tych zakwasów, wyniki analiz chemicznych i mikrobiologicznych przeprowadzonych w czasie wyrobu i w gotowym produkcie oraz wyniki oceny organoleptycznej dojrzałych serów. Wyniki

Tabela 3
Klasyfikacja serów
produkowanych na zakwasach
ON, KN, K

Nr doświadczenia	Rodzaj zakwasu		
	ON klasa	KN klasa	K klasa
1	I	II	I
2	I	II	I
3	I	II	I
4	I	II	I
5	I	II	I
6	I	II	II
7	II	II	I
8	II	II	III
9	II	II	III
10	II	II	III
11	I	II	III
12	I	II	II

oceny organoleptycznej serów przedstawiono w tab. 3. Różny stopień zakażenia bakteriami kwasu masłowego mleka użytego do doświadczeń, spowodował wyraźny podział na dwie grupy jakości.

Cechy organoleptyczne serów ON i K z doświadczeń nr 1—7, w których nie wystąpiły objawy fermentacji masłowej, zostały zakwalifikowane do klasy I, zaś sery KN wykazywały wiele wad w smaku i wyglądzie spowodowanych wpływem nizyny na zakwas normalny (kwaśność, brak oczkowatości) i zostały zakwalifikowane do klasy II. W doświadczeniach nr 8—12 (mleko b. silnie zakażone bakteriami kwasu masłowego wszystkie sery K były

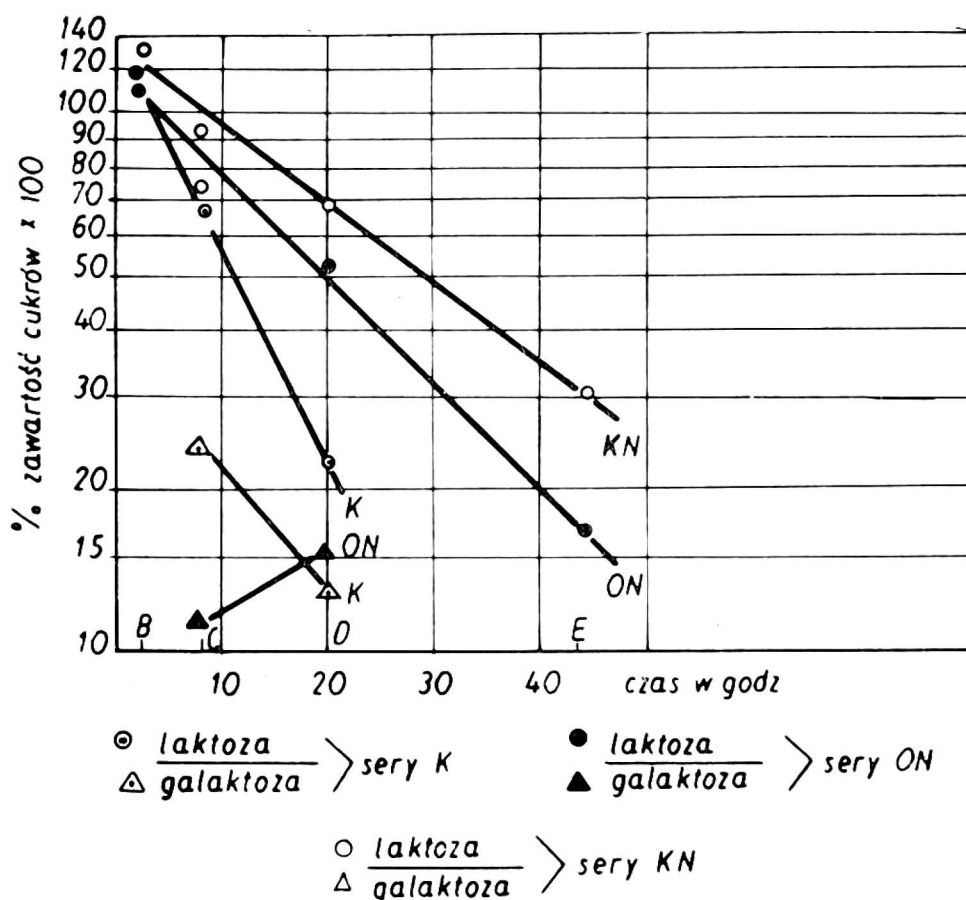
wzdęte (klasa III), wszystkie sery KN wykazywały podobne cechy jak w doświadczeniach 1—7 (klasa II), sery ON zostały zakwalifikowane do klasy I i II.

Następnym tematem (19) było porównanie szybkości fermentacji laktozy w serach produkowanych na trzech badanych zakwasach. Szybkość fermentacji cukrów określono metodą chromatografii bibułowej, wykonując oznaczenia ilościowe zawartości laktozy, glikozy i galaktozy w ekstraktach z próbek sera pobranych po 1, 2, 8, 20, 44, 70 godzinach od rozpoczęcia wyrobu serów. Stwierdzono, że można przyspieszyć fermentację laktozy w serach zawierających nizynę przez zastosowanie zakwasów uoopornionych na działanie tego antybiotyku, z korzyścią dla właściwości organoleptycznych serów (rys. 2).

Badania różnic w zawartości lotnych kwasów tłuszczowych i wolnych aminokwasów, także wykonane ilościową metodą chromatografii bibułowej, w serach produkowanych na trzech badanych zakwasach (12) wy-

kazały szereg interesujących zależności, nie udało się nam jednak stwierdzić tak bezpośredniego związku między rodzajem zakwasu a przemianami badanych składników sera, jak w przypadku cukrów.

Zajęliśmy się także stosowaniem nizyny przy wyrobie sera topionego (17). Porównaliśmy skuteczność działania preparatu nizynowego po-



Rys. 2. Przebieg fermentacji laktozy w serach z doświadczenia nr 6

chodzenia angielskiego o mocy 10 000 j/g, i preparatu przygotowanego przez nas ze szczepami krajowymi. Wyniki ilustruje tabela 4. Doświadczenia te wykazały, że badane preparaty, zarówno angielski jak i polski, mogą znacznie opóźnić występowanie objawów fermentacji masłowej w serach topionych.

Będąc w naszym posiadaniu nizynooporne homologi wrażliwych szczepów paciorkowców stanowią wartościowy materiał do badań porównawczych. Pierwsze nasze badania z tego zakresu miały na celu określenie wrażliwości szczepów paciorkowców normalnych i nizynoopornych na działanie antybiotyków stosowanych jako leki (21). Badaniom poddano 4 szczepy paciorkowców. Badano działanie następujących antybiotyków: penicyliny, streptomycyny, aureomycyny, erytromycyny, tetracykliny, terramycyny. Wrażliwość określano metodami: rozcieńczeniową i krążko-

wą. Wyniki uzyskane tą ostatnią metodą, poddane analizie wariacyjnej, wykazały statystycznie istotny wzrost wrażliwości nizynoopornych homologów 3 badanych szczepów (2 *Str. lactis*, 1 *Lc. citrovorum*) na działanie większości antybiotyków. Nizynooporny homolog szczepu *Str. cremoris* nie wykazywał wzrostu wrażliwości na działanie antybiotyków stosowanych jako leki.

Określiliśmy także metodą ilościowej chromatografii bibułowej różnice w składzie wolnych aminokwasów w wyciągach z komórek paciorkowców wrażliwych i nizynoopornych (23).

Tabela 4
Występowanie objawów fermentacji masłowej w serkach w % w zależności od okresu przechowywania

Rodzaj serków	Procent serków wzdętych po		
	1 miesiącu	2 miesiącach	3 miesiącach
Serki z prep. A ¹	18	45	54
Serki z prep. P ²	9	36	36
Serki doświadczalne ogółem	14	41	45
Serki kontrolne ogółem	73	91	100

¹ Preparat A = preparat nizynowy pochodzenia angielskiego.

² Preparat P = preparat nizynowy pochodzenia polskiego.

Wyniki pozwoliły zaobserwować większą zawartość niektórych wolnych aminokwasów w komórkach nizynoopornych paciorkowców. Aminokwasy te (treonina, walina i kwas asparaginowy) odgrywają zasadniczą rolę w formowaniu białka cytoplazmatycznego. Większa ilość tych aminokwasów w komórkach paciorkowców nizynoopornych pozwala przypuszczać, że zachodzi pewien związek pomiędzy zjawiskiem nizynooporności a formowaniem protein substancji cytoplazmatycznej komórki bakteryjnej.

Na zakończenie pragnę wspomnieć o dwóch próbach wykorzystania nizyny w hodowli. Karmiono cielęta w pierwszych 90 dniach życia dietą z nizyną, zawierającą około 20% mniej mleka niż dieta normalna (20). Uzyskane przyrosty wagi na jednostkę paszy były większe niż u cieląt, które otrzymywały normalną dawkę mleka. Różnice te były statystycznie istotne (tab. 5).

Powtórzone też zostały w nieco odmiennym układzie próby Zeilingera i Bindera (38) stosowania hodowli nizynotwórczych do ograniczenia rozwoju fermentacji masłowej w kiszonkach. Różnice w jakości kiszonek z nizyną i bez nie były statystycznie istotne, wskazywały tylko z 90% prawdopodobieństwem na możliwość działania nizyny w pożądanym kierunku (24).

Tabela 5

Przyrost ciężaru w % ciężaru buhajków w pierwszym dniu doświadczenia
w układzie grupowym

Data ważenia	5 II		20 II		28 II		10 III		20 III		30 III		10 IV		15 IV	
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
Wiek w dniach	16		30		40		49		59		69		79		85	
Grupa pierwsza																
doświadczalna *	164	100	225	137,2	257	156,7	295	179,9	332	202,4	378	230,5	424	258,5	452	275,6
Grupa druga																
doświadczalna **	124	100	165	133,0	192	154,8	217	175,0	243	196,0	277	223,4	307	247,6	322,9	259,6
Grupa kontrolna	166	100	216	130,1	256	154,2	296	178,3	327	197,0	362	218,0	391	235,5	408	245,8

* — normalne dawki mleka z nizyną

** — 80% normalnej dawki mleka z nizyną

PIŚMIENNICTWO

1. Alifax R., Chevalier R.: *J. Dairy Res.*; t. 29, s. 233, 1962.
2. Berridge N. J.: *Biochem. J.*; t. 45, s. 486, 1949.
3. Bottazzi V.: *Latte*; t. 32, s. 17, 1958.
4. Campbell L. L., Sniff R. E.: *J. Bact.*, t. 77, s. 766, 1959.
5. Carlson S., Bauer H. M.: *Arch. Hyg. Bakt. Berlin*, t. 141, s. 455 1957.
6. McClintock M., Gerres L., Marzloff J. J., Hirsch A., Mocquot G. *J. Dairy Res.*; t. 19, s. 187, 1952.
7. Corner F., Simkovicova H.: *Prumysl Potravin*; t. 12, nr 11, s. 570, 1961.
8. Frazer A. C., Sharrett M., Hickman J. R.: *J. Sci. Fd. Agric.*; t. 13, nr 1, s. 32, 1962.
9. Friedmann R., Epstein C.: *J. Gen. Microbiol.*, t. 5, s. 850, 1951.
10. Galesloot Th., E.: *Versl. Ned. Inst. Zuivelderzoek*; nr 14, 1956.
11. Gillespy T. G.: *Res. Leaflet nr 3, F. V. C. Q. P. Res. Sta. Chipping Campden 1957 Anglia według H. B. Hawley „The use of antibiotics in Canning” London 1962.*
12. Goettlich W., Lipińska E., Strzałkowska M., Sołtys W.: *Prace IPML*; 1964, w druku.
13. Govans J. L., Smith N., Florey H. W.: *Brit J. Pharmacol.*; t. 7, s. 438, 1952.
14. Hirsch A. i inni: *J. Dairy Res.*; t. 18, s. 205, 1951.
15. Hirsch A.: *New Scientist*; t. 10, s. 24, 1961,
16. Lipińska E.: *Prace Inst. Przem. Mlecz.*; t. 2, nr 2, s. 1, 1955.
17. Lipińska E., Strzałkowska M.: *Prace IPML.*, t. 5, nr 2, s. 31, 1958.
18. Lipińska E., Strzałkowska M.: *Prace IPML.*; t. 3, nr 2, s. 19, 1956.
19. Lipińska E.: *Prace IPML.*; t. 8, nr 1, s. 1, 1961.
20. Lipińska E., Strzałkowska M.: *Prace IPML.*; t. 7, nr 1, s. 9, 1960.
21. Lipińska E., Strzałkowska M.: *Mat. V Międz. Kongr. Bioch. — 1961 Moskwa.*
22. Lipińska E., Strzałkowska M., Goettlich W., Sołtys W.: *Prace IPML*, 1964 — w druku.
23. Lipińska E., Tomaszewska J.: *Prace IPML*. 1964 — w druku.
24. Lipińska E., Tomaszewska J.: *Prace IPML*. 1964 — w opracowaniu.
25. Mattick A. T. R., Hirsch A.: *Nature*, t. 154, s. 551, 1944.
26. Nekotenova T. I.: *Konserv. i Ovocesuszil. Prom.*; t. 16, s. 21, 1961.
27. O'Brien R. T., Titus D. S.: *J. Bact.*; t. 70, s. 487, 1955.
28. Pette J. W., Kooy J. S.: *XIII Międz. Kongr. Mlecz. Haga*, t. 3, s. 1172, 1953.
29. Pulay G.: *XIV Międz. Kongr. Mlecz. Rzym*; t. 2, s. 432, 1956.
30. Ramseier H.: *Arch. Microbiol.*; t. 37, s. 57, 1960.
31. Ritter P.: *Schweiz. Z. Path. Bakt.*; t. 20, s. 546, 1957.
32. Rosell J. M., Matallana D. S.: *XIV Międz. Kongr. Mlecz. Rzym*; t. 2, s. 479, 1956.
33. Snell N., Lijshi K., Lewis J. K.: *J. Appl. Microbiol.*; t. 4, s. 13, 1956.
34. Stüber O., Binder Z.: *XV Międz. Kongr. Mlecz. Londyn*; t. 2, s. 552, 1959.
35. Teply M.: *Prumysl Potravin*; t. 315, s. 270, 1962.
36. Winkler S., Fröhlich M.: *Milchwiss. Ber. Wolfpassing*; t. 7, s. 125, 1957.
37. Vas K., Kiss I., Kutz N.: *Konserv-es Paprikaipar*; t. 11, nr 12, s. 204, 1960.
38. Zeilinger A., Binder F.: *Milchwiss. Ber. Wolfpassing*; t. 6, s. 197, 1956.

DYSKUSJA

Prof. dr J. Janicki, WSR Poznań

Czy są już opracowane praktyczne metody otrzymywania preparatów nizynowych? Za bardzo cenne uważam wyniki doświadczeń żywieniowych, w których podawanie cielętom obniżonych dawek mleka (80%) z dodatkiem nizyny powodowało większy przyrost wagi na jednostkę paszy niż podawanie pełnej dawki mleka bez nizyny.

Dr E. Lipińska, Instytut Przemysłu Mleczarskiego, Warszawa

Nizyna jest produkowana w Anglii na skalę przemysłową w postaci czystej i preparatu handlowego o mocy 10^6 j/g. W Instytucie Przemysłu Mleczarskiego przystąpiono do opracowania metod produkcji preparatów nizynowych. W Związku Radzieckim prawdopodobnie także są prowadzone badania nad metodami produkcji nizyny na skalę przemysłową. W CSR opracowana już została technologia produkcji preparatu nizynowego, jednakże o dosyć niskim mianie antybiotyku.