

Tab. 3. Wskaźniki przemian białkowych i tłuszczowych w surowicy warchlaków po podaniu witaminy D<sub>3</sub> ( $\bar{x} \pm s$ ; n=7)

Dni pobrań	Stężenie białka całkowitego w surowicy g/l	Stężenie mocznika w surowicy mmol/l	Stężenie kreatyniny w surowicy $\mu\text{mol/l}$	Stężenie cholesterolu w surowicy mmol/l
0	44,86 $\pm$ 4,6	67,34 $\pm$ 17,53	63,14 $\pm$ 13,91	25,56 $\pm$ 2,99
3	43,29 $\pm$ 7,63	56,67 $\pm$ 13,73	66,93 $\pm$ 13,36	24,18 $\pm$ 3,48
7	48,71 $\pm$ 3,35	4837 $\pm$ 1578	56,07 $\pm$ 20,46	28,52 $\pm$ 2,26
14	47,29 $\pm$ 4,99	52,88 $\pm$ 189,4	56,83 $\pm$ 12,35	25,60 $\pm$ 2,84

perkalcemii po podaniu wit. D jest krótkotrwała (w praktyce trudna do uchwycenia), dlatego też diagnostyczna wartość tego parametru wydaje się być dyskusyjna (8).

Brak klinicznych objawów hiperwitaminozy D i stosunkowo niewielkie zmiany w stężeniach wapnia całkowitego, fosforu nieorganicznego i aktywności fosfatazy zasadowej można wyjaśnić pewną bezwładnością w biologicznym działaniu witaminy D, ulegającej magazynowaniu w wątrobie, transformacji w nerkach i skórze, tym bardziej, iż w zimowym sezonie wychowu istniało duże prawdopodobieństwo hiperwitaminozy D (9); także fakt niepowtarzania iniekcji i niepodawania w paszy preparatów zawierających ten czynnik wzrostu mógł wpłynąć na nietoksyczność dawki. Przypadki zatrucia preparatami wit. D występują po stosowaniu znacznie mniejszych dawek, lecz powtarzanych przez dłuższy okres czasu (2). Warchlaki w sezonie zimowym wykazują znaczną tolerancję na jednorazowe przedawkowanie witaminy D.

Analizując wyniki parametrów określających przemiany kostno-mineralne w porównaniu ze współczynnikiem hydroksyprolina/kreatynina w moczu należy stwierdzić, że stężenie wapnia całkowitego i fosforu nieorganicznego w surowicy ulega stosunkowo krótkotrwałym istotnym zmianom. Aktywność fosfatazy zasadowej obniża się wyraźnie dopiero w drugim tygodniu po przedawkowaniu wit. D. Parametry te są obciążone dużymi zmianami osobniczymi do 30% średnich wartości. Różnice we współczynniku hydroksyprolina/kreatynina są istotne statystycznie, a średnie cechują się niewielkimi odchyleniami standardowymi, co świadczy o małej zmienności wyników w obrębie badanej populacji.

Na podstawie przeprowadzonych badań weryfikujących czułość porównywanych parametrów na zmiany w metabolizmie kostno-mineralnym w hiperwitaminozie D u warchlaków można wnioskować, że współczynnik hydroksyprolina/kreatynina w moczu jest dobrym wskaźnikiem diagnostycznym.

#### Piśmiennictwo

1. Doubek J., Jagoš P., Illek J.: Veterinarství 33, 461, 1983.
2. Dzanis D. A., Kalfelz F. A.: Vitamin D. Molecular Cellular and Clinical Endocrinology. Norman A. W., Schafer K., Grigoleit H. G., Herrath D. V. (wyd.), Walter de Gruyter, Berlin 1988, s. 797-798.
3. Golebiowski S., Bratkowski A., Smolarz M.: Medycyna Wet. 35, 335, 1979.
4. Kosacki Z., Sitarz E., Topa K., Kluciński W.: Medycyna Wet. (w druku).
5. Kukari M., Kligore L.: J. Clin. Nutr. 26, 1069, 1973.
6. Laitinen O.: Acta Med. Scand. Supplement 577, 1966.
7. Lanoe-Moroz E., Serwin E.: Płodność: Diagn. Lab. 16, 19, 1980.
8. Kociba G. J., Menten P. J., Chew D. J., Capen C. C.: J. Am. vet. med. Ass. 180, 1, 1982.
9. Poltillart A., Reach J.: Porcine France 335, 1980.

Adres autora: lek. wet. Zygmunt Kosacki, ul. Dickensa 43/59, 03-382 Warszawa

JACEK SZCZAWIŃSKI, MAŁGORZATA SZCZAWIŃSKA, MARCIN SZULC

## Wpływ napromieniowania mięsa peklowanego na dynamikę wzrostu pałeczek *Salmonella* (wprowadzonych po napromieniowaniu)

Katedra Higieny Żywności Wydziału Weterynaryjnego SGGW-AR, ul. Nowourynowska 161, 02-975 Warszawa

### Summary

#### Effect of irradiation of cured meat on the growth rate of *Salmonella*

The purpose of the work was to compare the growth rate of *Salmonella* cells in unirradiated and irradiated samples of cured meat, inoculated following irradiation, and stored under room temperature. The samples of pork were cured with the addition of 0 and 156 mg/kg sodium nitrate, pasteurized for 30 min at 70°C, irradiated with 0, 10, 20, 30, 40, and 50 kGy, inoculated with *S. enteritidis* or *S. typhimurium* and incubated at 20°C. The number of the bacteria was determined after 0, 1, 2 and 3 days of storage. The findings demonstrated that: a) Sodium nitrate at a dose of 156 mg/kg decreased the growth rate of the bacterial cells in cured meat, b) Irradiation of cured meat without NaNO<sub>2</sub> had no effect on the growth rate of salmonellae, c) A high dose of irradiation (10-50 kGy) of cured meat with the addition of 156 mg/kg sodium nitrate led to a faster multiplication of the bacterial cells in the samples under study.

We wcześniejszych badaniach własnych stwierdzono, że wysokie dawki promieniowania jonizującego (10-50 kGy) powodują znaczną, proporcjonalną do

dawki redukcję azotynu sodowego w próbkach peklowanego mięsa (17). Uzyskane wyniki wykazały, że radapertyzacja przetworów mięsnych peklowanych z dodatkiem 156 mg/kg NaNO<sub>2</sub> obniża stężenie tego związku do poziomu, przy którym nie obserwuje się jego bakteriostatycznego oddziaływania na *C. botulinum*. Ponieważ stężenie azotynu sodowego jest nie tylko jednym z podstawowych czynników warunkujących rozwój *C. botulinum*, ale wywiera również istotny wpływ na wzrost innych bakterii (1, 2, 11, 14), wydaje się, że promieniowanie jonizujące, powodując rozkład tego związku, może w pewnych warunkach zmieniać podatność peklowanych przetworów mięsnych na rozkład gnilny i być może ułatwiać rozwój niektórych bakterii, jeżeli dojdzie do skażenia nimi produktu już po obróbce radiacyjnej.

W tej sytuacji uzasadnione wydaje się podjęcie badań nad określeniem możliwości namnażania się w peklowanym i napromieniowanym wysokimi dawkami mięsie pałeczek *Salmonella*, które należą do drobnoustrojów najczęściej wywołujących zatrucia pokarmowe w naszym kraju (9), zwłaszcza, że w dostępnym piśmiennictwie nie spotkano informacji na ten temat.

## Materiał i metody

Materiałem do badań były próbki mięsa wieprzowego, pochodzące z mięśnia najdłuższego lędźwi oraz mięśnia najdłuższego klatki piersiowej (*m. longissimus lumborum* et *m. longissimus thoracis*), pobierane z rzeźni po ok. 24 h od uboju zwierząt. Pobrane wycinki mięśni rozdzielano przy pomocy jałowej maszyny do mielenia mięsa, o średnicy oczek siatki 4 mm.

W próbkach mięsa (przed peklowaniem) oznaczano zawartość białka, wody i tłuszczu. Badania przeprowadzono zgodnie z metodami podanymi w Polskich Normach (4, 6, 7), przyjmując za wynik średnią arytmetyczną 3 równoległych oznaczeń. Na podstawie uzyskanych wyników oraz znanego składu chemicznego dodanych później solanek peklujących obliczano procentową zawartość białka, tłuszczu i wody w próbkach peklowanych (tab. 1).

W badaniach posłużono się układem modelowym zbliżonym do opisanego przez Rhodesa i Jarvisa (10) i stosowanym później w pracach innych autorów (1, 12, 13). Mięso wieprzowe dzielono na 2-gramowe próbki, które dokładnie homogenizowano z 2,5 cm<sup>3</sup> solanki peklującej o różnych stężeniach NaNO<sub>2</sub>. Koncentracja azotynu sodowego w próbkach homogenizatu wynosiła 0 i 156 mg/kg. Końcowe stężenia (uzyskiwane po skażeniu próbek) pozostałych związków dodawanych w procesie peklowania, tj. askorbinianu sodowego, wielofosforanów, glukozy oraz chlorku sodowego, było identyczne we wszystkich próbkach (tab. 1). Zbliżona koncentracja wymienionych związków peklujących uzyskuje się w konserwowej szynce pasteryzowanej. próbki użyte w badaniach zawierały jednak o ok. 13% więcej wody niż rzeczywisty produkt i o 0,8% mniej NaCl w fazie wodnej (15), co mogło dodatnio wpływać na wzrost salmoneli.

Po dodaniu związków peklujących próbki przechowywano w temp. 4–6°C przez 18 h. Po tym okresie wszystkie próbki poddawano obróbce termicznej w łaźni wodnej o temp. 70°C przez okres 30 min., a następnie chłodzono w wodzie z lodem i umieszczano w lodówce o temp. 4–6°C.

Po 1 h od zakończenia pasteryzacji próbki napromieniowywano dawką 0, 10, 20, 30, 40 lub 50 kGy promieni gamma w temp. ok. 10°C. Moc dawki wynosiła ok. 120 Gy/min. Do kalibracji użyto dozymetru Frickego (3).

Próbki mięsa skażono bezpośrednio po napromieniowaniu wprowadzając do każdej próbki po ok. 2 × 10<sup>4</sup> salmoneli zawieszonych w 0,5 cm<sup>3</sup> płynu do rozcieńczeń (11). Jako drobnoustrojów testowych użyto *S. enteritidis* 28 oraz *S. typhimurium* 72. Drobnoustroje te reprezentują dwa najistotniejsze z epidemiologicznego punktu widzenia serotypy salmoneli, które łącznie wywołują w Polsce ok. 98% zatruć i zakażeń pokarmowych spowodowanych przez pałeczki *Salmonella* (9).

Po skażeniu wszystkie próbki wstawiano do inkubatora o temp. 20°C. Po 0, 24, 48 oraz 72 h inkubacji przeprowadzono badania mikrobiologiczne w kierunku określenia liczby salmoneli w 1 g mięsa. próbki homogenizowano z dziesięciokrotną ilością płynu do rozcieńczeń za pomocą homogenizatora Lab-Blender 400 i przygotowywano szeregi dziesięciokrotnych rozcieńczeń. Z każdego rozcieńczenia wysiewano po 1 cm<sup>3</sup> na 2 równoległe płytki Petriego z agarem odżywcym. Posiewy inkubowano w temp. 37°C przez 48 godzin. Liczby kolonii na płytkach obliczano według ogólnie przyjętych zasad (5).

Tab. 1. Charakterystyka próbek mięsa wieprzowego użytych w badaniach

Białko (%)	9,5
Tłuszcz (%)	2,0
H <sub>2</sub> O	81,2
Dodane związki peklujące	
Azotyn sodowy (mg/kg)	0 lub 156
Ascorbinian sodowy (mg/kg)	406
Wielofosforany (%)	0,42
Glukoza (%)	1,61
NaCl (%)	3,30
NaCl w fazie wodnej (%)	3,9
pH po peklowaniu	6,0

Opisane doświadczenie powtórzono 4-krotnie z każdym z dwóch szczepów salmoneli użytych w badaniach. Użyte wyniki poddano transformacji logarytmicznej, a następnie opracowaniu statystycznemu przy pomocy analizy wariancji dwukierunkowej w układzie zależnym. Wartości średnie porównano przy pomocy testu studentyzowanego rozstępu Tukeya (18).

## Wyniki i omówienie

W tab. 2 i 4 przedstawiono wyniki doświadczeń z próbkami skażonymi *S. enteritidis* 28. Wyniki dotyczące wzrostu *S. enteritidis* 28 w mięsie peklowanym bez dodatku NaNO<sub>2</sub> (tab. 2) wskazują, że tempo namnażania się tego drobnoustroju zarówno w próbkach nie napromieniowanych, jak i napromieniowanych dawką 50 kGy było bardzo zbliżone. Potwierdza to analiza wariancji, z której wynika, że jedynie czas inkubacji próbek wywierał statystycznie istotny wpływ na liczbę salmoneli w omawianym wariancie doświadczenia, natomiast nieistotne statystycznie okazało się oddziaływanie promieniowania oraz interakcja promieniowanie × czas inkubacji (tab. 4). Przy porównaniu tempa wzrostu salmoneli w próbkach nie napromieniowanych, peklowanych bez NaNO<sub>2</sub> oraz z dodatkiem tego związku (tab. 2) można stwierdzić, że azotyn sodowy wyraźnie hamuje rozwój tych bakterii. Statystycznie istotne różnice pomiędzy dwiema porównywanymi grupami występowały po 24 i 48 h, natomiast nie stwierdzano ich po 72 h przechowywania próbek. Analiza wariancji omawianych wyników wyraźnie wskazuje na statystycznie istotny wpływ azotynu sodowego oraz czasu inkubacji na liczbę salmoneli (tab. 4). Statystycznie istotna interakcja obu czynników doświadczalnych świadczy o różnym kształcie krzywej wzrostu drobnoustrojów w mięsie peklowanym bez NaNO<sub>2</sub> oraz z jego dodatkiem.

Interesująca wydaje się ocena wyników dotyczących próbek peklowanych z dodatkiem 156 mg/kg NaNO<sub>2</sub>, a następnie poddanych napromieniowaniu (tab. 2). Statystycznie istotne różnice pomiędzy poszczególnymi grupami doświadczalnymi stwierdzano po 24 i 48 h przechowywania w temp. 20°C. Po 72 h inkubacji liczby salmoneli we wszystkich próbkach osiągały zbliżony poziom. W próbkach nie napromieniowanych obserwowano wyraźnie wolniejsze tempo namnażania się salmoneli w porównaniu z próbkami napromieniowanymi. W miarę zwiększania się dawek

Tab. 2. Wzrost *S. enteritidis* 28 w próbkach peklowanego, napromieniowanego mięsa, przechowywanych w temperaturze 20°C (próbki skażone salmonelami po napromieniowaniu, a następnie poddane inkubacji)

Stężenie azotynu sodowego (mg/kg)	Dawka promieniowania (kGy)	Logarytm liczby salmoneli w 1 g mięsa			
		Okres przechowywania próbek w 20°C (godziny)			
		0	24	48	72
0	0	3,73 a	6,72 d	8,91 d	8,52 a
0	50	3,61 a	6,63 d	8,82 cd	8,50 a
156	0	3,43 a	4,24 a	7,12 a	8,41 a
156	10	3,47 a	5,38 b	8,41 bcd	8,53 a
156	20	3,47 a	5,80 bc	8,25 b	8,63 a
156	30	3,40 a	5,50 bc	8,58 bcd	8,78 a
156	40	3,42 a	5,87 bc	8,26 bc	8,72 a
156	50	3,41 a	6,03 c	8,48 bcd	8,76 a

Objaśnienie: a, b, c, d średnie w tej samej kolumnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie przy  $p < 0,05$ .

promieniowania (od 10 do 50 kGy) tempo namnażania się salmoneli nieznacznie wzrosło i okazało się najwyższe w próbkach napromieniowanych dawką 50 kGy (tab. 2).

Na podstawie analizy wariancji omawianych wyników (tab. 4) stwierdzono, że statystycznie istotny wpływ na liczbę salmoneli wywierało zarówno napromieniowanie, jak i czas inkubacji próbek. Istotną statystycznie była również interakcja obu tych czynników.

W tabeli 3 i 4 przedstawiono wyniki doświadczeń z próbkami skażonymi *S. typhimurium* 72. Pomimo nieznacznie mniejszej dynamiki wzrostu tego drobno-

Tab. 3. Wzrost *S. typhimurium* 72 w próbkach peklowanego napromieniowanego mięsa, przechowywanych w temperaturze 20°C (próbki skażone salmonelami po napromieniowaniu, a następnie poddane inkubacji)

Stężenie azotynu sodowego (mg/kg)	Dawka promieniowania (kGy)	Logarytm liczby salmoneli w 1 g mięsa			
		Okres przechowywania próbek w 20°C (godziny)			
		0	24	48	72
0	0	3,48 <sup>a</sup>	5,78 <sup>d</sup>	8,00 <sup>c</sup>	8,80 <sup>a</sup>
0	50	3,59 <sup>a</sup>	5,70 <sup>cd</sup>	8,00 <sup>c</sup>	8,61 <sup>a</sup>
156	0	3,75 <sup>a</sup>	4,03 <sup>a</sup>	5,91 <sup>a</sup>	8,06 <sup>a</sup>
156	10	3,64 <sup>a</sup>	4,55 <sup>ab</sup>	6,85 <sup>b</sup>	8,32 <sup>a</sup>
156	20	3,71 <sup>a</sup>	4,52 <sup>ab</sup>	7,62 <sup>bc</sup>	8,20 <sup>a</sup>
156	30	3,63 <sup>a</sup>	4,84 <sup>abc</sup>	7,77 <sup>c</sup>	8,37 <sup>a</sup>
156	40	3,59 <sup>a</sup>	4,97 <sup>bcd</sup>	8,03 <sup>c</sup>	8,64 <sup>a</sup>
156	50	3,63 <sup>a</sup>	5,16 <sup>bcd</sup>	7,82 <sup>c</sup>	8,50 <sup>a</sup>

Objaśnienie: jak w tab. 2.

Tab. 4. Ocena istotności wpływu poszczególnych czynników doświadczalnych na logarytm liczby salmoneli w próbkach peklowanego mięsa

Rodzaj próbek	Źródła zmienności	Stopnie swobody	F
Próbki skażone <i>S. enteritidis</i> 28 peklowane bez NaNO <sub>2</sub>	wpływ napromieniowania	1	1,57
	wpływ czasu inkubacji	3	1505,30 **
	interakcja	3	0,12
nie napromieniowane	wpływ dodatku NaNO <sub>2</sub>	1	353,26 **
	wpływ czasu inkubacji	3	1350,78 **
	interakcja	3	85,92 **
peklowane z NaNO <sub>2</sub>	wpływ napromieniowania	5	34,32 **
	wpływ czasu inkubacji	3	3043,81 **
	interakcja	15	9,27 **
Próbki skażone <i>S. typhimurium</i> 72 peklowane bez NaNO <sub>2</sub>	wpływ napromieniowania	1	0,14
	wpływ czasu inkubacji	3	548,66 **
	interakcja	3	0,40
nie napromieniowane	wpływ dodatku NaNO <sub>2</sub>	1	80,15 **
	wpływ czasu inkubacji	3	315,37 **
	interakcja	3	19,71 **
peklowane z NaNO <sub>2</sub>	wpływ napromieniowania	5	14,89 **
	wpływ czasu inkubacji	3	1001,76 **
	interakcja	15	4,95 **

Objaśnienia: \* istotność przy  $p < 0,05$ , \*\* istotność przy  $p < 0,01$ .

ustroju we wszystkich rodzajach próbek doświadczalnych, uzyskane wyniki potwierdzają prawidłowości, które już opisano przy omówieniu wyników dotyczących *S. enteritidis* 28.

Na podstawie wyników doświadczeń z dwoma serotypami salmoneli można stwierdzić, że istnieje wyraźna zależność między poziomem azotynu w peklowanym mięsie a tempem wzrostu tych drobnoustrojów. Rozkład azotynu sodowego wywołany wysokimi dawkami promieniowania (17) może prowadzić do łatwiejszego namnażania się salmoneli w radapertyzowanych przetworach mięsnych, jeżeli dojdzie do ich skażenia po obróbce radiacyjnej.

W dostępnym piśmiennictwie nie spotkano prac, w których badano możliwości rozwoju salmoneli w peklowanym mięsie poddanym działaniu wysokich dawek promieniowania. Stosunkowo nieliczne są również prace pozwalające na szczegółową ocenę możliwości wzrostu salmoneli w peklowanym mięsie, w porównaniu z dużą liczbą publikacji dotyczących wpływu poszczególnych składników solanek peklujących na prawdopodobieństwo wzrostu *C. botulinum* (2, 11—15, 17). W publikacjach przeglądowych z zakresu mikrobiologii żywności spotyka się na ogół stwierdzenie, że warunki środowiskowe panujące w niektórych peklowanych przetworach mięsnych umożliwiają namnażanie się salmoneli (11, 19). Wiadomo również, że szansa rozwoju tych bakterii w przetworach mięsnych uzależniona jest głównie od ich składu chemicznego (zawartość wody, białka i tłuszczu), aktywności wodnej, stężenia NaNO<sub>2</sub>, pH, potencjału oksydo-redukcyjnego oraz temperatury przechowywania (11, 19). W skomplikowanym układzie wielu równoległe działających czynników często trudno ocenić rolę jednego z nich np. azotynu sodowego. W naszych wcześniejszych badaniach (16) obserwowano zbliżony do stwierdzonego w niniejszej pracy wpływ NaNO<sub>2</sub> (w stężeniach 100 i 200 mg/kg) na rozwój salmoneli w próbkach mielonego, surowego mięsa wieprzowego, przechowywanego w temperaturze 20°C.

## Wnioski

1. Azotyn sodowy, w stężeniu 156 mg/kg, jest czynnikiem obniżającym tempo namnażania się pałeczek *Salmonella* w peklowanym mięsie.

2. Napromieniowanie dawką 50 kGy mięsa peklowanego bez azotynu sodowego nie wpływa na tempo wzrostu salmoneli.

3. Napromieniowanie wysokimi dawkami (10—50 kGy) mięsa peklowanego z dodatkiem 156 mg/kg NaNO<sub>2</sub> powoduje, wraz ze wzrostem dawki, wzrost tempa namnażania się salmoneli (wprowadzonych po napromieniowaniu).

## Piśmiennictwo

- Gibson A. M., Roberts T. A., Robinson A.: J. Fd Technol. 19, 29, 1984.
- Hauschild A. H. W.: Fd Technol. 36, (12), 95, 1982.
- IFFIT: Manual of food irradiation, Wageningen, 1980.
- Polska Norma: PN-75/A-04018.
- Polska Norma: PN-83/A-32054.
- Polska Norma: PN-73/A-32110.
- Polska Norma: PN-73/A-32111.
- Polska Norma: PN-74/A-32114.
- Przybylska A.: Przeg. Epid. 43, 54, 1983.
- Rhodes A. C., Jarvis B. J.: Fd Technol. 11, 13, 1976.
- Roberts T. A.: Curing salts and related materials, w Ecology of Foods. ICMSF. t. 1, s. 136. Academic Press 1989.
- Roberts T. A., Gibson A. M., Robinson A.: J. Fd Technol. 17, 397, 1982.
- Robinson A., Gibson A. M., Roberts T. A.: J. Fd Technol. 17, 727, 1982.
- Sofos J. N., Busta F. F.: Fd Technol. 34, (5), 244, 1980.

15. Szczawiński J.: Wpływ peklowania, pasteryzacji i napromieniania mięsa na wytwarzanie toksyn przez *Clostridium botulinum*. Praca hab. Wyd. SGGW-AR, Warszawa 1987.  
 16. Szczawiński J., Szczawińska M., Szulc M.: Arch. Lebensmittehyg. 36, 55, 1985.  
 17. Szczawiński J., Szczawińska M., Szulc M.: J. Fd Sci. 54, 1313, 1983.

18. Walewski R.: Metody statystyczne w badaniach iakarskich i melioracyjnych, PWRiL, Warszawa 1989.  
 19. Zaleski S. J.: Mikrobiologia Żywności pochodzenia zwierzęcego, WNT, Warszawa 1985.

Adres autora: doc. dr hab. Jacek Szczawiński, ul. Capri 4 m. 83, 02-762 Warszawa

TADEUSZ P. ŻARSKI, BOGDAN DĘBSKI \*

## Wykorzystanie badań mleka do oceny zaopatrzenia krów w selen w wybranych rejonach Polski

Katedra Zoohigieny Wydziału Zootechnicznego i \* Katedra Biochemii Zwierząt Wydziału Weterynaryjnego SGGW-AR, ul. Nowoursynowska 166, 02-766 Warszawa

### Summary

#### The use of cow milk examinations to evaluate selenium supply in chosen regions of Poland

In four regions of Poland (6 voivodships) differing by type of soils, methods of agricultural production and level of industrialization 72 samples of milk were chosen from creamery. The content of selenium, determined by the method of McCarty et al., profoundly varied from 39.5 to 234.6 nmol.L<sup>-1</sup>. The lowest content of selenium was noted in the north-east and east part of Poland. It is suggested that the level of selenium depends mostly on type and quality of soil and industrial pollution.

Od 1957 r., kiedy to Schwarz i Foltz (24) wykazali obecność selenu w tzw. czynniku 3, zapobiegającym martwicy wątroby u szczurów, wiedza na temat funkcji biochemicznych oraz schorzeń będących wynikiem niedoboru tego pierwiastka znacznie się poszerzyła. Wiele schorzeń występujących u zwierząt gospodarskich ma swoją przyczynę w brakach selenu. Należy do nich pokarmowa dystrofia mięśniowa cieląt (6, 12, 22). Częstymi schorzeniami towarzyszącymi niedoborowi Se u krów są zaburzenia rozrodu, zatrzymanie łożyska, zapalenie gruczołu mlekowego (14, 16).

Selen jest składnikiem peroksydazy glutationowej i jego funkcja biologiczna przejawia się głównie w działaniu tego enzymu. Peroksydaza glutationowa (GSH-Px) E.C. 1.11.1.9 jest enzymem katalizującym reakcje redukcji nadtlenu. Enzym ten w połączeniu z innymi systemami enzymatycznymi, tj. katalazą, s-transferazą glutationu i dysmutazą ponadtlenu chronią jako przeciwutleniacze mitochondria struktury mikrosomowe i błony komórkowe przed destruktywnym działaniem wyżej wymienionych agresywnych grup chemicznych (4). Aktywność GSH-Px jest zazwyczaj ściśle skorelowana z koncentracją Se w pełnej krwi, a także w surowicy (2, 25, 26, 28). Wykazano także, że aktywność GSH-Px w mleku jest istotnie skorelowana z poziomem Se w mleku (9). W związku z tym uznaje się, że badanie poziomu Se, jak i aktywności GSH-Px w materiale biologicznym jest równorzędne w ocenie stanu gospodarki selenowej w organizmie zwierzęcym. Stwierdzono także, że w pewnych zakresach istnieje liniowa zależność między koncentracją Se w paszy oraz w surowicy i w mleku (17). Mleko jest materiałem łatwym do pozyskania i dlatego jest szczególnie przydatne w badaniach diagnostycznych dotyczących selenu, a także innych pierwiastków np. jodu (3).

Celem badań było rozpoznanie sytuacji w pokryciu zapotrzebowania krów na selen, w odpowiednio wy-

branych rejonach Polski, w oparciu o rejestrację poziomu Se w mleku. Badania te były wstępem do badań ogólnopolskich, a także miały pozwolić na wytypowanie rejonu do przeprowadzenia badań aplikacyjnych mających na celu uzupełnienie deficytu Se u krów.

### Materiał i metody

Badania przeprowadzono w czterech rejonach Polski, zróżnicowanych pod względem gleby, formy gospodarki rolnej i uprzemysłowienia.

Rejon I — obejmował część makroregionu północno-wschodniego — województwa białostockie i suwalskie, Jest to rejon dominacji drobnej gospodarki indywidualnej, z minimalnym nasyceniem przemysłem, interesujący pod względem gleb, szczególnie w części północnej, gdzie dominują młode gleby pochodzenia polodowcowego, których wylugowana warstwa wierzchnia może wykazywać braki szeregu składników mineralnych, w tym także Se. Występują tam również duże kompleksy torfów niskich. Z informacji lekarzy weterynarii i ZHW można wnioskować, że występują tam kliniczne formy niedoboru Se u bydła i owiec. Rejon II, obejmujący województwo poznańskie, jest rejonem z dominacją dużych gospodarstw sektora państwowego, o wysokiej kulturze rolnej. Rejon ten zasługuje na szczególną uwagę ze względu na fakt, że na obszarze tym najwcześniej na ziemiach polskich zaczęto stosować nawożenie mineralne. Nawożenie mineralne stanowi czynnik zmieniający w sposób istotny naturalne proporcje składu pierwiastkowego gleby. Prowadzi do wzbogacenia gleb w niektóre składniki, niekiedy w nadmiarze, może jednak w sposób pośredni przyczynić się do zubożenia składu mineralnego gleby, szczególnie w mikroelementy. Rejon III — wielkoprzemysłowy, obejmujący województwo katowickie, zajmuje obszar wokół dużych aglomeracji przemysłowych, charakteryzuje się wysokim stopniem skażenia środowiska. W rejonie tym można podejrzewać występowanie zaburzeń na tle niedoboru Se będących następstwem nagromadzenia w środowisku pierwiastków antagonistycznych w stosunku do Se jak np. siarka i arsen. Rejon IV — centralny, obejmujący województwa stołeczne i siedleckie, w których dominują drobne gospodarstwa indywidualne. Jest średnio nasycony przemysłem, a w województwie siedleckim w stopniu niewielkim. Stanowi on odniesienie do różniących się istotnie pozostałych rejonów badań.

W każdym z powyższych rejonów, w miesiącach maj i czerwiec, pobrano w zlewniach OSM zbiorcze próby mleka z cystern. W każdym z województw pobrano po 12 prób mleka. Po separacji przy użyciu chromatografii gazowej oznaczano Se metodą opisaną przez McCarthy i wsp. (18), opartą o zasadę wychwytu elektronów.

Wyniki badań poddano analizie statystycznej; istotność różnic między średnimi oceniono wielokrotnym testem rozstępu Duncana (23).

### Wyniki i omówienie

Uzyskane w badaniach wyniki przedstawiono w tab. 1. Najniższy poziom Se w mleku stwierdzono