

# HIGIENA ŻYWNOŚCI ZWIERZĘCEGO POCHODZENIA

JAN TROPIŁO

## Wpływ ogrzewania na inaktywację penicyliny G<sup>\*)</sup>

Katedra Higieny Żywności Pochodzenia Zwierzęcego Wydziału Weterynaryjnego SGGW-AR,  
ul. Nowoursynowska 161, 02-975 Warszawa

Przy podawaniu antybiotyków zwierzętom w celach leczniczych i profilaktycznych powstaje niebezpieczeństwo pozostawiania ich w formie resztkowej w mleku i mięsie. Jest to tym bardziej istotne, że typowe zabiegi technologiczne stosowane przy konserwacji żywności nie niszczą w pełni ich pozostałości. W piśmiennictwie spotyka się szereg prac na temat wpływu wysokich temperatur na inaktywację antybiotyków, między innymi penicyliny.

Bučić, Dakić (1) stwierdzili, że penicylina G znajdująca się w mięsie króliczym zostaje inaktywowana po obróbce termicznej w temp. 100° i 120° C. Szybkość tej inaktywacji uzależniona jest od wyjściowego stężenia antybiotyku, wysokości temperatury i czasu jej działania. Coretti (2) podaje metody wykrywania antybiotyków w produktach mięsnych. Zwraca uwagę, że aktywność ich w tych produktach zależy od rodzaju antybiotyku, jego ilości, wysokości temperatury i czasu ogrzewania oraz przechowywania produktu.

Habrda, Malikowa (3) stwierdzają, że podanie tkanki mięśniowej i wątroby zawierających pozostałości penicyliny G ogólnie stosowanym zabiegom kulinarnym i technologicznym nie zawsze inaktywuje pozostałości tego antybiotyku. Konecny (4) wykazał, że w temp. 100° C po 30 minutach penicylina G traci w roztworach wodnych 40%, a w mleku 32,2% swej wyjściowej aktywności. Pilet, Toma (6) określili ciepłostabilność kilku antybiotyków stwierdzając że tetracyklina i penicylina należą do najbardziej wrażliwych na ogrzewanie. Prost (7) podaje, że podgrzanie roztworu penicyliny w płynie fizjologicznym o pH 7 do temp. +97° C do 100° C (bez wrzenia) przez 10 minut powoduje straty aktywności od 10% do 12,8%, a przez 30 minut od 17% do 29%. Scheibner (9) określając wpływ procesów wędzenia i parzenia stosowanych przy produkcji kiełbas na pozostałości penicyliny G, stwierdził w porównaniu z ilością wyjściową spadek aktywności tego antybiotyku do 42—48%. Autor ten (10) badając inaktywację różnych antybiotyków przy obróbce termicznej konserw mięsnych stwierdził, że penicylina G (w stężeniach stosowanych w doświadczeniu) była inaktywowana po jednogodzinnym podgrzewaniu w temp. 90—95° C lub 120—125° C. Zwraca

on jednak uwagę, że penicyliny — mimo inaktywacji po ogrzewaniu — mogą zachować właściwości alergiczne, z czym należy się liczyć przy wykorzystaniu mięsa z pozostałościami tego antybiotyku. Schothorst (11) badał wpływ ogrzewania w temp. od 60° C do 100° C (w przedziałach 10° C) na inaktywację penicyliny zawartej w mięsie o pH 5,8—6,1 i określił szybkość jej degradacji w stosowanych w doświadczeniach temperaturach.

Uznając zasadę, że pozostałości antybiotyków nie powinny w ogóle znajdować się w surowcach żywnościowych, a więc również w otrzymanym mięsie, trzeba jednak przyjąć, że przy obecnym stale pogłębiającym się niedoborze spożywczych produktów białkowych dyskwalifikacja mięsa zawierającego pozostałości antybiotyków może być bardzo trudna lub nawet niemożliwa. Należy więc poszukać skutecznych metod inaktywacji antybiotyków w mięsie. Powyższe zagadnienie jest tematem niniejszej pracy.

Celem badań było określenie działania pasteryzacji i sterylizacji na poziom pozostałości penicyliny G w buforach i zbuforowanych homogenizatach tkanki mięśniowej z uwzględnieniem wpływu temperatury i czasu ogrzewania, pH środowiska oraz rodzaju środowiska (bufor, homogenizat tkanki mięśniowej).

### Materiał i metody

Bufory fosforanowe o pH 5 i 7 przygotowywano wg Serensena (8), o pH 6 wg Kramera i wsp. (5). Do badań użyto penicyliny G (*Penicillinum crystallisatum* — Polfa, sól potasowa penicyliny G). Deklarowaną na opakowaniach ilość j.m. antybiotyku weryfikowano przez porównanie ze standardem penicyliny G otrzymanym z Instytutu Leków w Warszawie. W wykonywanych badaniach antybiotyk oznaczano metodą mikrobiologiczną, dyfuzyjną, cylinderkowo płytkową wg Kramera i wsp. (5) w modyfikacji Tropiło (12). Jako drobnoustrój testowy stosowano szczep *Sarcina lutea* ATCC 9341.

Homogenizat tkanki mięśniowej przygotowywano z wycinków mięśnia najdłuższego (*m. longissimus*), pobranego z tuszy wołowej w miejscu podziału półtuszy na ćwierćtuszę przednią i tylną, a więc na wysokości przedostatniego i ostatniego żebra. Próbkę do badań pobierano po ok. 1 godzinie od uboju zwierzęcia i przetrzymywano w temp. +2°C. Homogenizaty sporządzano z mięsa i odpowiednich buforów w stosunku 1:4.

Do badań użyto penicyliny G rozpuszczonej w buforach oraz homogenizatach w stężeniach podanych w tab. 1.

<sup>\*)</sup> Badania wykonano w ramach programu rządowego PR-4.

Roztwory antybiotyków w buforach o pH 5, 6 i 7 przygotowywano w proporcji: 10 części tkanki mięsniowej + 39 części buforu + 1 część roztworu macierzystego antybiotyku. Rozdrobnioną przy pomocy nożyczek próbkę mięsa, po dodaniu roztworu macierzystego antybiotyku i buforu, homogenizowano przez 2 minuty w homogenizatorze laboratoryjnym. Przygotowane roztwory antybiotyków w buforach i homogenizatach rozlewano po 7,0 cm<sup>3</sup> do probówek (wysokości 160 mm i szerokości 15 mm). Probówki zamykano korkami plastikowymi i poddawano pasteryzacji lub sterylizacji. Po ogrzewaniu próbki studzono. Homogenizaty odwirowywano, a płyn nad osadu używano do oznaczania antybiotyków.

Badania wykonano zgodnie ze schematem podanym w tab. 1. Każdy wariant doświadczenia powtarzano trzykrotnie, wykonując równolegle dwa oznaczenia.

Uzyskane wyniki badań poddano obliczeniom w trójkierunkowej analizie wariancji, stosując dwa warianty. W pierwszym wariancie przyjęto jako źródło zmienności: pH środowiska, rodzaj środowiska (bezbiałkowe, białkowe), czas ogrzewania oraz współdziałanie trzech wymienionych czynników. W drugim wariancie przyjęto jako źródła zmienności: temperaturę, rodzaj środowiska (bezbiałkowe, białkowe), czas ogrzewania oraz współdziałanie trzech wymienionych czynników.

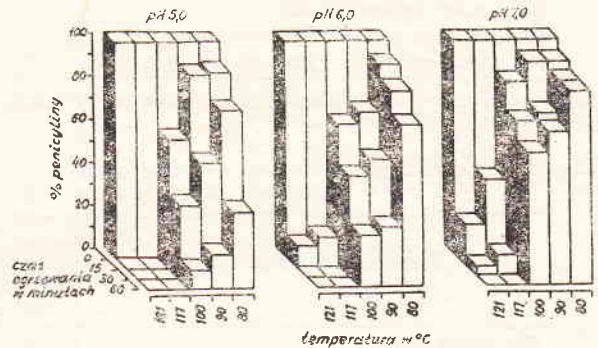
Wyniki i omówienie

Wyniki badań wpływu ogrzewania, czasu jego oddziaływania, rodzaju środowiska i pH oraz stężenia antybiotyku na inaktywację penicyliny G przedstawiono w tab. 2 i na ryc. 1, 2 i 3, natomiast analizę statystyczną wyników w tab. 3 i 4.

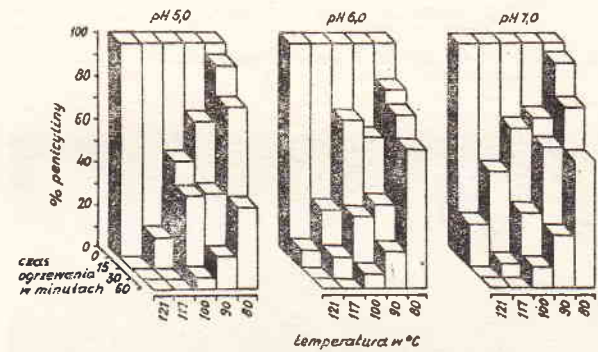
Tab. 1. Schemat doświadczenia nad oznaczaniem wpływu ogrzewania na rozkład penicyliny G

Środowisko	pH środowiska	stężenie penicyliny G	Temp. ogrzewania w °C	Czas ogrzewania w min.
Bufor	5,0	0,200 j.m./cm <sup>3</sup>	80	15,0
	6,0	0,050 j.m./cm <sup>3</sup>	90	30,0
	7,0	0,0125 j.m./cm <sup>3</sup>	100	60,0
			117	
Homogenizat tkanki mięsniowej	5,0	0,200 j.m./g	80	15,0
	6,0	0,050 j.m./g	90	30,0
	7,0	0,0125 j.m./g	100	60,0
			117	

Stwierdzono statystycznie istotny wpływ temperatury i czasu ogrzewania na inaktywację penicyliny G (tab. 3, 4). Antybiotyk ten wykazuje jednak stosunkowo dużą odporność na ogrzewanie i dopiero sterylizacja powoduje całkowitą jego degradację (tab. 2, ryc. 1 i 2). Nie stwierdzono jednoznacznego wpływu środowiska (bufor, homogenizat tkanki mięsniowej) na inaktywację penicyliny G (tab. 3 i 4).



Ryc. 1. Wpływ temperatury, czasu ogrzewania i pH na inaktywację penicyliny G (0,05 j.m./cm<sup>3</sup>) w roztworach buforowych



Ryc. 2. Wpływ temperatury, czasu ogrzewania i pH na inaktywację penicyliny G (0,05 j.m./g) w homogenizatach tkanki mięsniowej

Tab. 2. Wpływ ogrzewania na inaktywację penicyliny G (wyrażony w % pozostałości antybiotyku)

Temperatura ogrzewania °C	Środowisko	stężenie antybiotyku j.m./cm <sup>3</sup> lub g	pH środowiska							
			pH 5,0			pH 7,0				
			kontrola	czas ogrzewania (min.)		kontrola	czas ogrzewania (min.)			
80	Bufor	0,200	100,0	86,5	75,0	41,5	100,0	84,8	81,2	74,6
		0,0125	100,0	80,0	66,6	46,6	100,0	92,3	84,6	76,9
	Homogenizat	0,200	100,0	80,3	69,4	51,9	100,0	82,2	75,9	62,6
		0,0125	100,0	91,7	83,3	58,4	100,0	94,4	83,3	75,0
90	Bufor	0,200	100,0	93,5	80,0	21,0	100,0	89,8	64,5	53,3
		0,0125	100,0	93,3	60,0	0,0	100,0	92,3	69,2	53,8
	Homogenizat	0,200	100,0	98,9	66,8	34,2	100,0	101,2	81,6	70,5
		0,0125	100,0	63,3	15,8	0,0	100,0	70,8	40,0	18,3
100	Bufor	0,200	100,0	69,0	26,0	4,3	100,0	81,2	47,2	29,5
		0,0125	100,0	51,3	11,3	10,0	100,0	92,4	66,9	42,3
	Homogenizat	0,200	100,0	57,4	33,3	9,8	100,0	92,4	39,2	24,0
		0,0125	100,0	58,3	20,8	15,8	100,0	75,0	25,0	18,6
117	Bufor	0,200	100,0	0,0	0,0		100,0	32,0	9,5	3,5
		0,0125	100,0	0,0	0,0		100,0	0,0	0,0	0,0
	Homogenizat	0,200	100,0	15,3	0,0		100,0	37,4	10,5	0,0
		0,0125	100,0	0,0	0,0		100,0	0,0	0,0	0,0
121	Bufor	0,200	100,0	0,0			100,0	18,5	2,5	0,0
		0,0125	100,0	0,0			100,0	0,0	0,0	0,0
	Homogenizat	0,200	100,0	5,3	0,0		100,0	12,6	1,6	0,0
		0,0125	100,0	0,0			100,0	0,0	0,0	0,0

Tab. 3. Inaktywacja penicyliny G przy ogrzewaniu w temp. 80, 90 i 100°C (istotność wartości F w trójkierunkowej analizie wariancji)

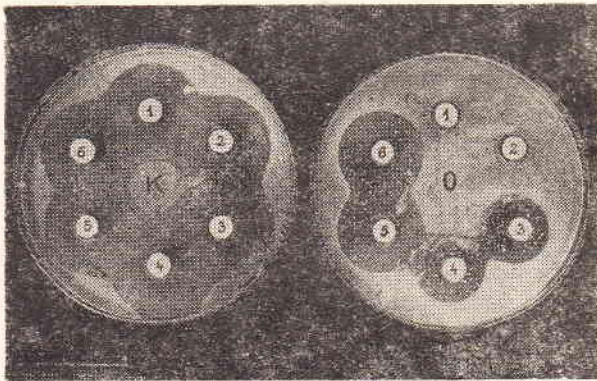
Źródła zmienności	Stężenie antybiotyku					
	0,200 j.m./cm <sup>3</sup> lub g			0,050 j.m./cm <sup>3</sup> lub g		
	ogrzewano w temp.					
	80°C	90°C	100°C	80°C	90°C	100°C
pH	+	+	+	+	+	+
Środowisko (bufor, homogenizat)	-	+	-	+	+	+
Czas ogrzewania	+	+	+	+	+	+
pH x środowisko	+	-	-	+	+	+
pH x czas ogrzewania	+	+	+	+	+	-
Środowisko x czas ogrzewania	-	-	-	-	-	+
pH x środowisko x czas ogrzewania	-	-	+	-	+	+

Objaśnienia: + wartość F statystycznie istotna przy  $\alpha \leq 0,05$ , ++ wartość F statystycznie istotna przy  $\alpha \leq 0,01$ , - wartość F statystycznie nieistotna.

Tab. 4. Inaktywacja penicyliny G przy ogrzewaniu w temp. 80, 90 i 100°C w środowisku o pH 5, 6 i 7 (istotność wartości F w trójkie runkowej analizie wariancji)

Źródła zmienności	pH 5,0		pH 6,0		pH 7,0	
	0,200 j.m./cm <sup>3</sup> lub g	0,050 j.m./cm <sup>3</sup> lub g	0,200 j.m./cm <sup>3</sup> lub g	0,050 j.m./cm <sup>3</sup> lub g	0,200 j.m./cm <sup>3</sup> lub g	0,050 j.m./cm <sup>3</sup> lub g
	Temperatura	++	+	++	++	++
Środowisko (bufor, homogenizat)	-	-	+	+	+	+
Czas ogrzewania	++	+	++	++	++	++
Temp. x środowisko	-	-	-	-	+	+
Temp. x czas ogrzewania	+	-	-	+	+	-
Środowisko x czas ogrzewania	+	-	-	-	+	+
Temp. x środowisko x czas ogrzewania	+	-	-	-	+	-

Objaśnienia: + wartość F statystycznie istotna przy  $\alpha \leq 0,05$ , ++ wartość F statystycznie istotna przy  $\alpha \leq 0,01$ , - wartość F statystycznie nieistotna.



Ryc. 3. Inaktywacja penicyliny G w homogenizacie tkanki mięśniowej (0,200 j.m./g) po ogrzewaniu w 117°C przez 15 minut

Objaśnienia: 1-2 roztwór penicyliny w homogenizacie o pH 5, 3-4 roztwór penicyliny w homogenizacie o pH 6, 5-6 roztwór penicyliny w homogenizacie o pH 7.

Należy natomiast podkreślić statystycznie istotny wpływ pH na inaktywację penicyliny G podczas ogrzewania (tab. 3). Najszybciej penicylina była rozkładana w środowisku o pH 5, najwolniej o pH 7 (tab. 2, ryc. 1, 2 i 3). Wykazano również istotny wpływ współdziałania pH i czasu ogrzewania na inaktywację penicyliny G (tab. 3). Przy współdziałaniu innych czynników nie uzyskano jednoznacznych wyników analizy statystycznej (tab. 3; 4).

Przedstawione badania są poszukiwaniem sposobów inaktywacji antybiotyków, które mo-

gą znajdować się w mięsie przy nieprzestrzeganiu okresów karencji. Należy jednak pamiętać, że przy ogrzewaniu antybiotyków powstają z nich produkty rozpadu. Badania toksyczności tych produktów są tematem prac prowadzonych obecnie w Katedrze Higieny Żywności Pochodzenia Zwierzęcego Wydziału Weterynaryjnego SGGW-AR.

### Wnioski

1. Penicylina G jest antybiotykiem mało wrażliwym na ogrzewanie i dopiero długotrwała sterylizacja powoduje jej całkowitą inaktywację.
2. Stopień inaktywacji penicyliny G wzrasta wraz z podniesieniem temperatury ogrzewania i przedłużaniem czasu jej działania.
3. Przy ogrzewaniu penicyliny G w środowisku o pH 5, 6 lub 7 inaktywacja jej następuje szybciej w pH 5, najwolniej w pH 7.

### Piśmiennictwo

1. Bučić S., Dakić M.: Tehnol. mesa 22, 66, 1981.
2. Coretti K.: Fleischwirtschaft. 13, 119, 1961.
3. Habrda J., Maliková M.: Vet. Med. 21, 161, 1976.
4. Konečný S.: Veterinářství 28, 409, 1978.
5. Kramer i wsp.: Antibiotic residues in milk, dairy products, and animal tissues: methods, reports, and protocols National center for antibiotic and insulin analysis food and drug administration. Department of Health, Education, and Welfare, Washington 1968.
6. Pilel Ch., Toma B.: Recl. Med. vét. 145, 897, 1969.
7. Prost E.: Medycyna Wet. 9, 215, 1953.
8. Richterich R.: Chemia kliniczna, PZWL, Warszawa 1971.
9. Scheibner G.: Mh. Vet.-Med. 27, 161, 1972.
10. Scheibner G.: Mh. Vet.-Med. 27, 745, 1972.

11. Schothorst M.: Antibiotic residues in slaughter animals. Praca dokt., 1969.  
 12. Tropiło J.: Wpływ pozostałości antybiotyków w tkankach zwierzęcych na ocenę sanitarno-weterynaryjną mięsa. Praca hab., SGGW-AR Warszawa 1979.

Adres autora: doc. dr hab. Jan Tropiło, ul. Waszyngtona 41 m. 122, 04-015 Warszawa

### Тропило Я. — Влияние нагрева на инактивацию пенициллина G

Цель исследований состояла в определении влияния пастеризации и стерилизации на уровень остатков пенициллина G в буферах и буферированных гомогенизатах мышечной ткани. Антибиотик определялся микробиологическим, диффузионным и цилиндрически-плиточным методами.

На основе проведенных исследований отмечено, что: 1) пенициллин G является антибиотиком, мало чувствительным к нагреванию и лишь длительная стерилизация вызывает его полную инактивацию, 2) степень инактивации пенициллина G рас-

тет с ростом температуры обогрева и продлением времени его действия, 3) при нагревании пенициллина G в среде с pH 5, 6 или 7 его инактивация происходит быстрее всего в pH 5, а медленнее всего — в pH 7.

### Tropiło J. — Effect of heating on the inactivation of penicillin G

The purpose of the work was to determine the influence of pasteurization and sterilization on the level of penicillin G residues in buffers and in homogenized buffered muscle tissues. The level of the antibiotic was assayed microbiologically (diffusion method). On the basis of the results one could come to conclusion that: a — penicillin G was of a little sensitivity to heating, and only long sterilization brought about its complete inactivation, b — the degree of inactivation increased along with temperature and time, c — the process of inactivation was quicker at pH 5.0 than at pH 6.0 or 7.0.

ANNA REKIEL, ZYGMUNT SURDACKI

## Zawartość składników mineralnych w tkance mięśniowej krajowych ras świń i ich mieszańców

Instytut Hodowli i Technologii Produkcji Zwierzęcej Wydziału Zootechnicznego AR,  
 ul. Akademicka 13, 20-033 Lublin

Badanie poziomu składników mineralnych w mięsie jest ważne dla określenia biologicznej wartości produktów żywnościowych, a w surowicy krwi i narządach mięszowych ze względu na ich przydatność w badaniach klinicznych.

Ruszczyce (12) do makroelementów zaliczył te pierwiastki, których zawartość w 1 kg tkanki mięśniowej jest wyższa niż 50 mg (C, H, N, O, S, P, Ca, Cl, Mg, K). Grupę mikroelementów tworzą składniki mineralne, których zawartość waha się od  $10^{-8}$  do  $10^{-5}\%$ . Żelazo w tym podziale zajmuje miejsce pośrednie między wymienionymi grupami.

Ilość poszczególnych składników mineralnych w tkankach zależy od ich zawartości w paszy i przyswajania przez organizm, zawartości innych pierwiastków w tkance, istnienia mechanizmu kontroli homeostatycznej organizmu w odniesieniu do danego pierwiastka, rodzaju tkanki i gatunku zwierzęcia (2, 3, 4, 7, 11, 17, 19), od wieku i masy ciała przy uboju (13) oraz płci i rasy (5). W tym kontekście celem pracy było określenie zawartości wybranych makro- i mikroelementów w poledwicy wieprzowej różnych ras świń oraz mieszańców pierwszego i drugiego pokolenia hodowanych w regionie środkowo-wschodniej Polski.

### Materiał i metody

Materiał doświadczalny stanowiły próby mięsa pobrane od 35 sztuk tuczników (po 15 sztuk w grupie) należących do dziewięciu grup rasowych świń: świnię czystej rasy — puławska, polska biała zwisłoucha, wielka biała polska, mieszańce  $F_1$  — puł × pbz, pbz × wbp, wbp × pbzN i mieszańce  $F_2$  — puł × pbz ×

× wbp, pbz × wbp × pbz, wbp × pbzN × pbz. Tuczniki doświadczalne utrzymywano i żywiono jednolicie od dnia postawienia na tucz ( $35 \text{ kg} \pm 2 \text{ kg}$ ) do jego zakończenia tj. masy ok. 115—120 kg. Po 24-godzinnym schłodzeniu półtuszy pobrano próby mięsa z odcinka piersiowo-łędźwiowego mięśnia najdłuższego. Oznaczono w nich zawartość suchej masy metodą laboratoryjną suszarkową zgodnie z PN-79/A-82110 (11) i tłuszcz metodą Gerbera wg PN-79/A-82111 (11). W celu oznaczenia zawartości wybranych makro- i mikroelementów w mięsie pobrano 1 g spalonej próby. Po zwilżeniu jej kilkoma kroplami wody dodano 5 ml HCl (1:1). Powstałą mieszaninę ogrzewano na łaźni paskowej przez 20 minut mieszając ją bagietką. Roztwór z tygła przesączano przez średniej grubości żółty sączek do kolby miarowej o pojemności 10 ml, przemywając go wodą destylowaną i gorącym roztworem HCl. Następnie kolbę dopełniano wodą destylowaną. W ten sposób uzyskano roztwór do oznaczania zawartości wapnia, sodu, potasu, żelaza, cynku, miedzi i manganu. Oznaczenia te wykonano na spektrofotometrze absorpcji atomowej EEL-240. Wyniki wyrażono w mg/100 g świeżej tkanki po uprzednim przeliczeniu otrzymanych danych.

Zebrane wyniki opracowano statystycznie stosując test t-Studenta. Różnice zaznaczono w tabelach małymi literami w układzie poziomym dla wszystkich grup doświadczalnych łącznie.

### Wyniki i omówienie

Na ryc. 1 przedstawiono graficznie zawartość suchej masy i tłuszczu surowego w mięśniu najdłuższym badanych świń oraz zaznaczono istotności różnic dla tych cech pomiędzy grupami. Największą zawartość suchej masy stwierdzono w próbach mięsa ze świń ras czystych, a przede wszystkim z tuczników puławskich. U mieszańców  $F_1$  i  $F_2$  zawartość suchej