

14. Wójcik St., Tyczkowski J., Saba L. Stawoń J.: Medycyna Wet. 31, 669, 1975.  
 15. Woszczyk J.: Ginekologia Polska 46, 1165, 1975.  
 16. Voigt J., Piątkowski B., Grischewski H.: Arch. Tierzucht 16, 271, 1973.

Adres autora: lek. wet. Barbara Stanisławska, ul. Łomżyńska 47b/27, 85-863 Bydgoszcz.

Autorzy składają serdeczne podziękowania Kierownictwu i Pracownikom ferm w Wiartlu i Lachowie za udostępnienie materiału badawczego i pomoc w czasie badań oraz panu doc. dr hab. J. P. Kluczkowi i pani L. Lewandowskiej za wykonanie oznaczeń na fotometrze płomieniowym.

Станиславская В., Дрыжаловская Э., Бегушевский Г. — **Изменения содержания Са, Р неорганического, Mg, Na, K и активности AP в ходе беременности и лактации полярных лисиц.**

Исследовали концентрацию Са, Р неорганического, Mg, Na, K и активность AP. Авторы констатировали высокую концентрацию Са в начальный период беременности и понижение этого уровня во время лактации. Р неорганический был низок в первые недели беременности. Во время лактации концентрация этого элемента росла и наивысшей величины достигла в вершущей стадии. Концентрация магния была высокой во время беременности и понижалась во время лактации, самую низкую величину отметили в момент отъема щенят от матерей. Уровень натрия был изменчив. Наиболее низкое содержание этого элемента в плазме крови отметили в

4-недельной беременности, а наивысшее — после родов. Концентрация калия была низшей в период лактации и в более поздней стадии беременности. Активность AP колебалась в широких пределах. Отчетливый рост отмечали на 1—2 день после копуляции и на 3—10 день после родов.

Stanisławska B., Dryżałowska E., Bieguszewski H. — **Changes in the content of Ca, inorganic P., Mg, Na, K and AP activity in the course of pregnancy and lactation in polar vixens.**

Concentration of Ca, inorganic P, Mg, Na, K and AP activity was studied. The authors found a high Ca concentration in the initial phase of pregnancy and its decrease during lactation. The level of inorganic P was low in the first weeks of pregnancy. During lactation the concentration of this element was increasing, reaching its highest value in the peak stage. The concentration of magnesium was high during pregnancy and decreased during lactation; its lowest value was recorded on weaning cubs from mothers. Sodium level varied greatly. The lowest content of this element in blood plasma was recorded in four-week pregnancy and the highest after delivery. Potassium concentration was lower in the lactation period and in the later phase of pregnancy. AP activity oscillated within wide ranges. A distinct increase was observed on 1—2nd day after copulation and on 3—10th day after delivery.

## HIGIENA ŻYWNOŚCI ZWIERZĘCEGO POCHODZENIA

MARCIN SZULC, ANNA STEFANIAKOWA, JANINA PĘCONEK,  
BOŻENA STAŃCZAK, JULITTA BIELECKA

### Wpływ napromieniowania przetrwalników bakteryjnych na ich ciepłooporność

Z Katedry Higieny Produktów Zwierzęcych Wydziału Weterynaryjnego SGGW-AR w Warszawie

Przetrwalniki bakteryjne, ze względu na swoją wysoką ciepłooporność, są bardzo istotnym, a jednocześnie trudnym problemem dla higienistów i technologów żywnościowych. Przeżywają one nie tylko proces pasteryzacji, lecz również często i sterylizacji konserw, stając się niejednokrotnie przyczyną psucia się tych produktów oraz stwarzając zagrożenie dla zdrowia konsumentów.

Podniesienie rygorów sterylizacji, zarówno przez zwiększenie jej temperatury jak i przedłużenie czasu nie jest możliwe, ponieważ powoduje niepożądane zmiany organoleptyczne i chemiczne, obniżające wartość spożywczą produktów. Szanse zniszczenia przetrwalników, podobnie zresztą jak i postaci wegetatywnych bakterii, są tym mniejsze, im większa ich liczba znajduje się w wyjściowym surowcu oraz w produkcji przed jego obróbką cieplną.

W tej sytuacji, oprócz konieczności przestrzegania zasad higieny produkcji, specjalnego znaczenia nabiera możliwość obniżenia ciepłooporności przetrwalników, co w konsekwencji uła-

twiłoby ich zniszczenie w czasie obróbki cieplnej.

Jedną z dróg zmierzających do tego celu wydaje się być, jeśli jeszcze nie dzisiaj, to może już w niedalekiej przyszłości, poddawanie produktów żywnościowych działaniu promieniowania jonizującego.

Z piśmiennictwa wynika (3), że oporność przetrwalników bakteryjnych na promieniowanie jest znacznie mniej zróżnicowana niż na wysoką temperaturę. Według Grecza (3) oraz Morgana i Reeda (10) najbardziej opornymi na działanie ciepła są przetrwalniki *Bac. stearothermophilus*, a na promieniowanie — *Cl. botulinum* typu A i B.

W latach 1953—1960, tj wkrótce po zainicjowaniu programu napromieniowania żywności w USA, Kempe (5, 7), Kempe i wsp. (6) opublikowali wyniki badań, dotyczących zastosowania połączonego działania wysokiej temperatury i promieniowania do niszczenia przetrwalników bakteryjnych. Autorzy ci stwierdzili, że gdy przetrwalniki najpierw ogrzewano a później na-

promieniowano, efekty były nieuchwytny. Natomiast, gdy przetrwalniki najpierw napromieniowano dawkami 0,6—0,8 Mrada, a potem ogrzewano — ich ciepłoporność po napromieniowaniu była wyraźnie obniżona. Podobne wnioski wyciągnęli: Kan i wsp. (4) z badań nad przetrwalnikami *Bac. cereus* i *Cl. sporogenes*, Grecz i wsp. (2) badając przetrwalniki *Cl. botulinum* oraz inni autorzy (1, 8, 9) badając przetrwalniki *Bac. subtilis* i *Cl. sporogenes*.

Do odmiennych wniosków doszli Stehlik i Keindl (14), stwierdzając, że napromieniowanie przed ogrzewaniem powoduje bardzo niewielkie efekty i jest zabiegiem mało skutecznym. Według tych autorów najskuteczniejsze jest równoczesne ogrzewanie i napromieniowanie drobnoustrojów (thermoradiation).

Reynolds i wsp. (12) stwierdzili bardzo energiczne niszczenie przetrwalników przez jednoczesne ogrzewanie i napromieniowanie (thermoradiation). Podobne wyniki otrzymali Pallas i Hamdy (11) przy przetrwalnikach *Bac. subtilis*.

Niektórzy autorzy (3, 10) zaobserwowali „aktywację radiacyjną” przetrwalników rodzaju *Clostridium*, powodowaną przez stosunkowo małe dawki promieniowania gamma.

Roberts i Ingram (13) oraz Sugijama (15) zwrócili uwagę, że obecność białka w środowisku zwiększa zarówno ciepłoporność, jak i radiooporność przetrwalników rodzaju *Clostridium*.

Omawiana praca jest kolejnym zadaniem badawczym, wykonanym przez Katedrę w ramach rządowego programu badawczo-rozwojowego PR-4: „Optymalizacja produkcji i spożycia białka”.

Podstawowym celem pracy, związanym bezpośrednio z jej tytułem było:

1. Poznanie i określenie wpływu napromieniowania przetrwalników bakteryjnych różnymi, lecz zawsze stosunkowo małymi dawkami promieniowania X na ich ciepłoporność.

Dalszymi celami było:

2. Porównanie radiowrażliwości badanych przetrwalników w stosunku do promieniowania X.

3. Porównanie wrażliwości badanych przetrwalników na ogrzewanie.

4. Określenie wpływu skojarzonego napromieniowania i ogrzewania przetrwalników.

5. Określenie wpływu białka w środowisku na radiowrażliwość i ciepłowrażliwość badanych przetrwalników.

#### Materiał i metody

Przetrwalniki i badania wstępne. Badania przeprowadzono na przetrwalnikach następujących gatunków bakterii:

1. *Bacillus subtilis*, szczep nr 729
2. *Bacillus cereus*, szczep nr 877
3. *Clostridium perfringens* typ D, szczep nr 1304
4. *Clostridium botulinum* typ B, szczep nr 1162.

Przetrwalniki otrzymywano wg metody Kramera i wsp.

We wstępnej fazie doświadczeń określano ciepłoporność oraz radiooporność badanych przetrwalników w PBS i bulionie, w celu ustalenia odpowiedniej temperatury ogrzewania oraz odpowiednich dawek promieniowania dla właściwych doświadczeń. Wielkości dawek napromieniowywania oraz ogrzewania przetrwalników dobierano w taki sposób, aby oba te czynniki pojedynczo stosowane powodowały wyraźne zmniejszenie liczb przetrwalników, lecz aby nie doprowadzały do całkowitego ich zniszczenia.

Napromieniowanie przetrwalników. Wszystkie badane przetrwalniki poddawane były napromieniowaniu promieniami X o parametrach pracy aparatu: napięcie lamp 200 kV i natężenie 20 mA, moc dawki 11 radów/sek. (wg układu SI: 1 rad=0,01 grej=0,01 Gy).

Ustalone i przyjęte we wstępnych doświadczeniach dawki wynosiły dla:

- *Bac. subtilis* i *Bac. cereus*; 5, 10, 50 i 100 kradów,
- *Cl. perfringens*: 50, 100 i 200 kradów,
- *Cl. botulinum*: 100, 200 i 300 kradów.

Przetrwalniki poddawano napromieniowaniu w probówkach o pojemności 1 ml, w: zbufoforowanym roztworze fizjologicznym (PBS — środowisko bezbiałkowe) oraz w bulionie o zawartości ok. 1% białka (środowisko białkowe).

Ogrzewanie przetrwalników. Zarówno przetrwalniki nie napromieniowane jak i napromieniowane (w środowisku PBS i bulionie) poddawano ogrzewaniu bezpośrednio po napromieniowaniu, w tym samym czasie i w tych samych ultratermostatach.

Czas ogrzewania wszystkich przetrwalników wynosił zawsze 15 minut. Temperatura ogrzewania była natomiast różna i wynosiła dla przetrwalników: *Bac. subtilis* — 90°C, *Bac. cereus* — 80°C, *Cl. perfringens* — 75°C i *Cl. botulinum* — 75°C.

Posiewy bakteriologiczne. Bezpośrednio po zakończeniu ogrzewania i po ochłodzeniu próbek w zawiesinami przetrwalników (w zimnej wodzie) do temp. pokojowej, wykonywano posiewy na podłoża stałe: agar odżywczy — *Bac. subtilis* i *Bac. cereus* oraz agar odżywczy z dodatkiem krwi baraniej — *Cl. perfringens* i *Cl. botulinum*, wysiewając po 0,2 ml zawiesiny na każdą płytkę;

Posiewy przetrwalników *Bac. subtilis* i *Bac. cereus* inkubowano w temp. 37°C przez 24 h, a przetrwalników *Cl. perfringens* i *Cl. botulinum* — w temp. 37°C przez 72 h, w warunkach beztlenowych (*Cl. perfringens* — w termostatach próżniowych, a *Cl. botulinum* — w anaerostatach Gas Pak, w środowisku CO<sub>2</sub>+H<sub>2</sub> oraz w obecności katalizatora palladowego i wskaźnika).

#### Wyniki i omówienie

Opracowanie wyników. Uzyskane wyniki, po obliczeniu średnich arytmetycznych dla każdej serii oddzielnie oraz dla wszystkich serii (powtórzeń) łącznie, wyrażono w ostatecznej formie wartościami względnymi, w stosunku do kontroli — tj. do przetrwalników nie napromieniowanych i nie ogrzanych, dla których wartości względne równe są 100%.

Zmiany ciepłoporności przetrwalników pod wpływem napromieniowania stosowanymi dawkami promieni X wyraża się w wartościach procentowych, w postaci stosunku wyników uzyskanych dla przetrwalników poddanych ogrzaniu do nie ogrzanych, zarówno nie napromieniowanych (kontrola I) jak i napromieniowanych poszczególnymi dawkami.

Układ doświadczeń przedstawiono w tab. 1, a opracowane wyniki w tab. 2 i 3.

Tab. 1. Układ doświadczeń i liczby próbek

Gatunek bakterii (przetrwalniki)	Liczba serii dośw.	Liczby próbek (próbówek zawieszonych przetrwalników) w 1 serii												Liczby próbek w całej pracy		
		Przetrwalniki nie napromieniowane (kontrola)		Przetrwalniki napromieniowane w dawkach								Razem				
		PBS	B	Dawka I		Dawka II		Dawka III		Dawka IV		PBS	B	PBS	B	Razem
				PBS	B	PBS	B	PBS	B	PBS	B					
<i>Bac. subtilis</i> nie ogrzewane	4	5 kradów		10 kradów		50 kradów		100 kradów		17	17	68	68	136		
		5	5	3	3	3	3	3	3						5	5
<i>Bac. cereus</i> nie ogrzewane	4	5 kradów		10 kradów		50 kradów		100 kradów		17	17	68	68	136		
		5	5	3	3	3	3	3	3						5	5
<i>Cl. perfringens</i> nie ogrzewane	6	50 kradów		100 kradów		200 kradów				14	14	84	84	168		
		5	5	3	3	3	3	3	3						23	23
<i>Cl. botulinum</i> nie ogrzewane	5	100 kradów		200 kradów		300 kradów				14	14	70	70	140		
		5	5	3	3	3	3	3	3						23	23
												743	743	1486		

Wrażliwość przetrwalników na promieniowanie X. Wyniki przedstawione w tab. 2 wskazują, że wszystkie stosowane w pracy dawki promieniowania powodowały dostrzegalne, wyraźne, lub nawet intensywne obumieranie przetrwalników wszystkich badanych gatunków bakterii.

Godny podkreślenia jest fakt, że już najmniejsze stosowane dawki powodowały w większości przypadków bardzo wyraźne zmniejszenie liczby przetrwalników badanych szczepów (tab. 2).

W dostępnym piśmiennictwie nie spotkano danych o podobnych obserwacjach, tj. o efektach działania tak małych dawek promieniowania na przetrwalniki.

W miarę zwiększania dawek napromieniowania, ich działanie bójcze w stosunku do przetrwalników ulegało systematycznemu i intensywnemu wzrostowi (tab. 2).

Radiowrażliwość przetrwalników badanych gatunków bakterii różni się bardzo wyraźnie. Stosowane w doświadczeniach szczepy mogą być pod względem tej cechy, od wrażliwości największej do najmniejszej, uszeregowane w następującej kolejności: *Bac. cereus*, *Bac. subtilis*, *Cl. perfringens*, *Cl. botulinum*.

Na podkreślenie zasługuje fakt bardzo dużej i znacznie wyższej od pozostałych bakterii, radiooporności przetrwalników *Cl. botulinum*. Uzyskane wyniki są jeszcze jednym potwierdzeniem znanego faktu — szczególnie wysokiej radiooporności przetrwalników tego gatunku bakterii.

Wrażliwość przetrwalników na ogrzewanie. Doświadczenia wykonywano w warunkach ogrzewania zawieszin, powodujących obumarcie w środowisku bezbiałkowym (zgodnie z założeniami) około 25—40% przetrwalników.

Z przeprowadzonych badań oraz wartości liczbowych zestawionych w tab. 2 wynika, że pod względem ciepłoporności przetrwalników — od najmniejszej do

największej — badane szczepy mogą być uszeregowane w następującej kolejności (przy ogrzewaniu w środowisku bezbiałkowym): *Cl. perfringens*, *Cl. botulinum*, *Bac. cereus* i *Bac. subtilis*.

Nie stwierdza się korelacji między ciepłopornością i radioopornością przetrwalników bakteryjnych, podobnie jak w poprzedniej pracy (16) nie stwierdzono jej również przy bakteriach nieprzetrwalnijkujących. Podobne obserwacje poczynili również inni autorzy (3, 10).

Wpływ białka w środowisku na radiowrażliwość i ciepłowrażliwość przetrwalników. Podnoszenie się ciepłoporności form wegetatywnych oraz przetrwalników bakteryjnych, ogrzewanych w środowisku białkowym, jest faktem znanym i często sygnalizowanym w piśmiennictwie.

Znacznie mniej liczne dane z literatury wskazują, że obecność białka w środowisku podnosi zwykle również radiooporność bakterii i ich przetrwalników (13, 15, 16).

Wyniki uzyskane w obecnej pracy (tab. 2, 3) wskazują, że obecność białka w środowisku podnosi zarówno radiooporność i ciepłoporność, jak również przeżywalność przetrwalników przy połączonym ich napromieniowaniu i ogrzewaniu.

Trzeba jednak stwierdzić, że nie wszystkie wyniki, tj. nie dla wszystkich gatunków bakterii oraz nie dla wszystkich układów doświadczeń, są identyczne i jednoznaczne (tab. 2, 3). W zupełnie niemal różny sposób przedstawiają się wyniki dla przetrwalników bakterii beztlenowych i tlenowych.

Przy badaniach z bakteriami beztlenowymi — *Clostridium* — ochronny wpływ białka występował systematycznie, we wszystkich układach doświadczeń oraz przy wszystkich badanych wskaźnikach (tab. 2, 3).

Badania przeprowadzone z przetrwalnikiem bakterii tlenowych — *Bac. subtilis* i *Bac. cereus* — zakończyły się w większości układów doświadczalnych pozytywnie zaskakującymi i odmiennymi wynikami (tab. 2, 3). Odczytując je bez dokładniejszej analizy i interpretacji można byłoby dojść do nieuzasadnionego wniosku, że w większości układów doświadczalnych zawartość białka w środowisku nie tylko podnosiła, ale nawet

Tab. 2. Przeżywalność przetrwalników przy napromieniowaniu i ogrzaniu (%)

Gatunek bakterii	Temperatura ogrzewania °C	Przetrwalniki nie napromieniowane		Przetrwalniki napromieniowane							
		PBS	B	Dawka I		Dawka II		Dawka III		Dawka IV	
				PBS	B	PBS	B	PBS	B	PBS	B
<i>Bac. subtilis</i>	—	100	100	88,3	99,5	75,0	87,4	53,0	41,2	22,5	14,6
<i>Bac. cereus</i>	—	100	100	81,8	85,0	67,8	69,5	48,3	28,0	11,1	8,3
<i>Cl. perfringens</i>	—	100	100	70,0	80,6	39,5	51,4	5,3	4,6		
<i>Cl. botulinum</i>	—	100	100	74,4	83,8	41,6	58,3	14,3	22,5		
<i>Bac. subtilis</i>	90	75,5	48,2	69,2	49,4	54,5	41,7	36,1	19,0	9,4	5,4
<i>Bac. cereus</i>	80	71,5	55,3	58,7	46,1	45,2	25,6	26,5	12,2	5,0	2,4
<i>Cl. perfringens</i>	75	61,5	75,6	41,7	48,4	16,2	24,8	1,1	1,5		
<i>Cl. botulinum</i>	75	73,3	85,0	44,5	61,6	23,2	35,0	5,1	16,9		

zdecydowanie obniżała oporność tych przetrwalników. Przyczyną tego zjawiska jest szybkie kiełkowanie przetrwalników badanych szczepów *Bac. subtilis* i *Bac. cereus*, znacznie szybsze niż przetrwalników szczepów rodzaju *Clostridium*. Na skutek tej właściwości proces kiełkowania przetrwalników *Bac. subtilis* i *Bac. cereus* w bulionie rozpoczynał się już w okresie trwania doświadczeń, a więc już w czasie ich napromieniowania większymi dawkami (50 kradów — 75 min. i 100 kradów — 150 min.) oraz przed ich ogrzewaniem. W wyniku tego, zarówno radiooporność jak i ciepłooporność przetrwalników ulegały znacznemu obniżeniu, a więc ich przeżywalność po napromieniowaniu i ogrzaniu w bulionie była wyraźnie niższa niż w środowisku bezbiałkowym (PBS).

Trzeba również brać pod uwagę możliwość występowania podobnego zjawiska w warunkach przemysłowych, np. przy produkcji konserw mięsnych, których cykl produkcyjny przy napromieniowaniu ulegałby przedłużeniu.

O ochronnym wpływie obecności białka w środowisku również na napromieniowane przetrwalniki *Bac. subtilis* i *Bac. cereus*, a więc o wzroście ich radiooporności przy napromieniowaniu w bulionie, świadczą wyniki (tab. 2) uzyskane po 2 mniejszych dawkach — 5 i 10 kradów, przy których okresy ekspozycji — 7,5 i 15 min. — były zbyt krótkie, aby mógł się rozpocząć proces kiełkowania przetrwalników.

Efekty skojarzonego napromieniowania i ogrzania przetrwalników. Ze względu na opisane wyżej zjawisko, jakie wystąpiło przy napromieniowywaniu i ogrzewaniu przetrwalników *Bac. subtilis* i *Bac. cereus* w środowisku białkowym, efekty skojarzonego działania obu tych czynników mogą być prześledzone na przetrwalnikach wszystkich badanych szczepów poddawanych doświadczeniom w środowisku bezbiałkowym oraz na przetrwalnikach *Cl. perfringens* i *Cl. botulinum* również w środowisku białkowym.

Wyniki przedstawione w tab. 2 wskazują, że efekty napromieniowania i następującego bezpośrednio po nim ogrzania przetrwalników są bardzo wyraźne.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że działanie bójcze skojarzonego w ten sposób napromieniowania i ogrzania przetrwalników każdego z badanych szczepów bakterii jest intensywniejsze niż suma skutków działania każdego z tych czynników oddzielnie stosowanego (tab. 2).

Trzeba również podkreślić, że efekty skojarzonego napromieniowania i ogrzania przetrwalników, działających synergetycznie, wzrastają wraz ze zwiększeniem dawki promieniowania (tab. 2).

Jak wskazano we wstępie, w piśmiennictwie spotkano sporo publikacji (1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 14) wskazujących na niszczące działanie połączonego napromieniowania i ogrzewania niektórych przetrwalników bakteryjnych. W większości przypadków autorzy ci obserwowali jednak synergizm działania przy jednoczesnym napromieniowaniu i ogrzewaniu przetrwalników (thermoradiation), a więc przy ich napromieniowaniu w odpowiednio podwyższonej temperaturze.

Wpływ napromieniowania przetrwalników na ich ciepłooporność. W tab. 3 zestawiono wartości określające ciepłooporność badanych przetrwalników przy stałych warunkach ich ogrzewania, lecz po różnych dawkach napromieniowania.

Wartości te są procentowymi stosunkami liczb przetrwalników, które przeżyły ogrzewanie po napromieniowaniu poszczególnymi dawkami do liczb przetrwalników, które przeżyły napromieniowanie tymi samymi dawkami, lecz oznaczonymi przed ogrzewaniem.

Przedstawione wyniki wskazują, że ciepłooporność przetrwalników wszystkich badanych szczepów ulega systematycznemu obniżaniu wraz ze zwiększaniem dawki napromieniowania.

Jedynym wyjątkiem są wyniki uzyskane dla przetrwalników *Cl. botulinum* przy najwyższej stosowa-

nej dawce napromieniowania ich w bulionie — 300 kradów, przy której ciepłooporność była wyższa niż przy dawce 200 kradów a nawet i 100 kradów. Poniżej zjawisko to powtarzało się we wszystkich seriach doświadczalnych (również i w dodatkowych — wykonywanych specjalnie dla sprawdzenia) sygnalizuje się je, zwracając jednocześnie uwagę, że dokładniejsze jego wyjaśnienie jest na razie trudne. Planuje się więc dalsze prowadzenie badań w tym kierunku.

Na uwagę zasługuje fakt, że ciepłooporność przetrwalników rodzaju *Clostridium*, mimo ich ogólnie znanej — dużej radiooporności, ulegała obniżeniu już po napromieniowaniu najmniejszymi dawkami.

Interesujące jest również spostrzeżenie, że ciepłooporność przetrwalników *Bac. subtilis* i *Bac. cereus* napromieniowanych najmniejszą dawką — 5 kradów (dla przetrwalników dawka bardzo mała) nie tylko nie uległa obniżeniu lecz nawet jakby wykazywała tendencje wzrostowe. Zjawisko to wymaga dalszych dodatkowych badań, które są już planowane. W dostępnym piśmiennictwie nie spotkano danych o podobnych obserwacjach.

Tab. 3. Ciepłooporność przetrwalników przy stałych warunkach ogrzewania

Gatunek bakterii	Środowisko	Ciepłooporność przetrwalników, %			
		nie napromieniowane	Dawka I	Dawka II	Dawka III
<i>Bac. subtilis</i>	bezbiałkowe	75,5	70,3	72,7	68,2
	białkowe	48,2	49,5	47,7	46,7
<i>Bac. cereus</i>	bezbiałkowe	71,5	71,7	66,7	57,9
	białkowe	55,3	54,2	36,8	43,6
<i>Cl. perfringens</i>	bezbiałkowe	61,5	59,6	41,0	30,8
	białkowe	75,6	60,0	48,2	32,6
<i>Cl. botulinum</i>	bezbiałkowe	73,3	59,8	55,8	35,6
	białkowe	85,0	73,5	60,7	75,0

Porównując wyniki uzyskane przy tej samej dawce napromieniowania wszystkich przetrwalników (100 kradów) stwierdza się, że ich ciepłooporność ulegała obniżeniu o: *Bac. subtilis* — 44,6%, *Bac. cereus* — 37,2%, *Cl. perfringens* — 33,3% oraz *Cl. botulinum* — 18,4%. W najmniejszym stopniu pod wpływem napromieniowania tracili więc swoją ciepłooporność przetrwalniki *Cl. botulinum*.

Wyniki zestawione w tab. 3 wskazują, że efekty obniżenia ciepłooporności przetrwalników *Cl. perfringens* i *Cl. botulinum*, poddawanych napromieniowaniu i ogrzewaniu w środowisku białkowym są wyraźnie mniejsze niż w środowisku bezbiałkowym.

## Wnioski

1. Pod względem radiooporności, od najmniejszej do największej, przetrwalniki badanych gatunków bakterii mogą być uszeregowane w następującej kolejności: *Bac. cereus*, *Bac. subtilis*, *Cl. perfringens*, *Cl. botulinum*.

2. Obecność białka mięsnego w środowisku zwiększa radiooporność i ciepłooporność oraz obniża efekty skojarzonego napromieniowania i ogrzania przetrwalników.

3. Skutki skojarzonego napromieniowania i ogrzania przetrwalników wszystkich badanych gatunków bakterii wzrastają wraz ze zwiększeniem dawki promieniowania.

Działanie bójcze skojarzonego napromieniowania i ogrzania przetrwalników jest intensywniejsze niż suma skutków działania każdego z tych czynników pojedynczo stosowanego. Występuje więc wyraźne zjawisko synergizmu skutków napromieniowania i ogrzania przetrwalników.

4. Napromieniowanie przetrwalników *Bac. subtilis*, *Bac. cereus*, *Cl. perfringens* i *Cl. botu-*

*linum* stosunkowo małymi dawkami promieniowania X, bezpośrednio przed ogrzaniem obniża ich ciepłoporność, która maleje wraz ze zwiększaniem dawki napromieniowania. Pod względem intensywności tego zjawiska, badane przetrwalniki, porównywane przy jednakowej dawce 100 kradów, mogą być uszeregowane w następującej kolejności: *Bac. subtilis* (obniżenie ciepłoporności o 44,6%), *Bac. cereus* (37,2%), *Cl. perfringens* (33,3%) i *Cl. botulinum* (18,4%).

5. Wyniki niniejszej pracy potwierdzają wniosek autorów wyciągnięty w badaniach nad bakteriami nieprzetrwalnikującymi, że poddanie produktów spożywczych przed ich obróbką cieplną (np. pasteryzacją lub sterylizacją) wpływowi niewielkich dawek promieniowania jonizującego ułatwiłoby zniszczenie flory bakteryjnej, wraz z przetrwalnikami, a więc zwiększyłoby efekty sanitarno-higieniczne i działanie utralające ogrzewania.

#### Piśmiennictwo

1. Deasy P. B., Kuster E., Timoney R. F.: Appl. Microbiol. 20, 461, 1970.
2. Grecz N., Upadhyay J., Tang T. C., Lin C. As.: Proc. IAEA, Microbiological problems in food preservation by irradiation. Vienna, 1967, s. 99.
3. Grecz N.: Proc. IAEA, Food Irradiation. Vienna, 1966, s. 307.
4. Kan B., Goldblith A., Proctor B. E.: Fd Res. 22, 509, 1957.
5. Kempe L. L.: Appl. Microbiol. 3, 346, 1955.
6. Kempe L. L., Graikoski J. T., Bonventre R. F.: Appl. Microbiol. 5, 292, 1957.
7. Kempe L. L.: Nucleonics 18, 108, 1960.
8. Levinson H. S., Hyatt M. T.: J. Bact. 80, 441, 1960.
9. Licciardello J. J., Nickerson J. T. R.: J. Fd Sci. 27, 211, 1962.
10. Morgan B. H., Reed J.: Fd Res. 19, 357, 1954.
11. Pallas J. E., Hamdy M. K.: Appl. envir. Microbiol. 32, 250, 1976.
12. Reynolds M. C., Lindell K. F., David T. J., Favero M. S., Bond W. W.: Appl. Microbiol. 28, 406, 1974.
13. Roberts T. T., Ingram M.: J. Fd. Sci. 30, 879, 1965.
14. Stehlik G., Kaindl K.: Proc. IAEA, Food Irradiation. Vienna, 1966, s. 299.
15. Sugijama H.: J. Bact. 62, 81, 1951.
16. Szulc M., Stefaniakowa A., Tropiło J., Stańczak B., Pęczonek J., Mierzevska H., Bielecka J.: Wpływ napromieniowania bakterii na ich ciepłoporność (w druku).

Adres autora: prof. dr Marcin Szulc, ul. Bielańska 3 m. 25, 00-086 Warszawa.

Шульц М., Стефаниакова А., Пенцонек Я., Станьчак Б., Белецкая Ю. — Влияние облучения бактериальных спор на их теплоустойчивость.

Исследованиям подвергли споры видов: *Bac. subtilis*, *Bac. cereus*, *Cl. perfringens* и *Cl. botulinum*.

Споры облучали в PBS (physiological buffer solution) и в бульоне (ок. 1,0 белка) лучами X в дозах: *Bac. subtilis* и *Bac. cereus* — 5, 10, 50 и 100 крад, *Cl. perfringens* — 50, 100 и 200 крад, *Cl. botulinum* — 100, 200 и 300 крад. Непосредственно после облучения взвеси нагревали в температурах, вызывающих отмирание части спор (таб. 2). Эффекты опытов определяли количественными бактериологическими посевами.

Полученные результаты показывают, что облучение бактериальных спор применяемыми сравнительно малыми дозами облучения X отчетливо понижает их теплоустойчивость, уменьшающуюся с увеличением дозы облучения. Обнаружили синергическое действие облучения и нагревания спор, растущее также с увеличением дозы. Наибольшие изменения теплоустойчивости последовали при спорах *Bac. subtilis*, наименьшие — при *Cl. botulinum*. Опыты, выполненные с *Cl. perfringens* и *Cl. botulinum*, показывают, что понижение теплоустойчивости спор более интенсивно при их облучении в безбелковой среде (PBS). Наличие белка в среде (бульон) повышает также радиоустойчивость и теплоустойчивость спор.

Szulc M., Stefaniakowa A., Pęczonek J., Stańczak B., Bielecka J. — Effect of irradiation of bacterial spores on their thermoresistance.

Spores of the species: *Bac. subtilis*, *Bac. cereus*, *Cl. perfringens* and *Cl. botulinum* were studied. The spores were irradiated in PBS (physiological buffer solution) and in bouillon (about 1.0% of protein) with X-rays at doses: *Bac. subtilis* and *Bac. cereus* — 5, 10, 50 and 100 K-radiation, *Cl. perfringens* — 50, 100 and 200 K-radiation, *Cl. botulinum* — 100, 200 and 300 K-radiation. Directly after irradiation the suspension was heated at temperatures causing death of a part of spores (Table 2). The effects of the experiments were determined by quantitative bacteriological cultures.

The results obtained indicate that irradiation of bacterial spores with relatively small doses of X-radiation decreases distinctly their thermoresistance which decreases with increased irradiation doses. Synergistic action of irradiation and heating of spores was found, which also increased with increased doses. The greatest changes in thermoresistance occurred in spores of *Bac. subtilis*, and the smallest in *Cl. botulinum*. The experiments carried out with *Cl. perfringens* and *Cl. botulinum* show that thermoresistance of spores decreases more intensively on their irradiation in a non-proteinic medium (PBS). The presence of protein in the medium (bouillon) increases also radioresistance and thermoresistance of spores.

**PRITCHARD D. G., SHREEVE J., BRADLEY R.:** Doświadczalne zakażenie cieląt brytyjskim szczepem *Haemophilus somnus*. (The experimental infection of calves with a British strain of *Haemophilus somnus*). Res. vet. Sci. 26, 7 — 11, 1979 (1).

Po dożylnym zakażeniu cieląt brytyjskim szczepem *Haemophilus somnus* w dawce  $4 \times 10^{10}$ ,  $1 \times 10^{10}$  rozwijała się ostra postać choroby przy czym na czole zmian sekcyjnych wysuwało się zapalenie opłucnej i zapalenie stawów. Po zakażeniu dotchawicowym w dawce  $5 \times 10^9$  lub  $1,4 \times 10^{10}$  występowało ostre cellulitis, pojawiały się ropnie w okolicy szyjnej i rozwijało się ostre odoskrzelowe zapalenie płuc. W przypadku zakażeń dootrzewnowych *H. somnus* w dawce  $2,7 \times 10^9$  rozwijało się włóknikowe zapalenie otrzewnej i niezbyt trawienia. Obserwowano ponadto przekrwienia i wybroczyny w tkankach oraz zapalenie mięśni w miejscu iniekcji. Z zakażonych sztuk izolowano w czystej kulturze *H. somnus*.

G.

**BENNEL M. A., WATSON D. L.:** Immunologiczne parametry limfy jelitowej u prosiąt z uwzględnieniem zmian w przypadku doświadczalnej biegunki. (Immunological parameters in the intestinal lymph of pigs including changes during experimentally induced diarrhoea). Res. vet. Sci. 26, 284 — 288, 1979 (3).

U prosiąt w wieku 50 — 70 dni życia średnia liczba limfocytów w limfie jelitowej pobieranej za pomocą kaniuli wynosiła  $0,66 \times 10^5$ /ml. 19,65% limfocytów zawierało w cytoplazmie IgA, 12,5% IgM i 1,35% IgG. W limfie poziom immunoglobulin klasy IgM wynosił 0,51 mg/ml, IgA 1,64 mg/ml. Natomiast u prosiąt z indukowaną na drodze doświadczalnej biegunką wystąpił wzrost stężenia poszczególnych klas immunoglobulin w limfie związany z utratą wody przez organizm. Powrót do wartości wyjściowych nastąpił po przywróceniu równowagi gospodarki wodnej organizmu.

G.