

ROMUALD NOWOSAD, JAN SIMONI, LUCJA KUBOK-GOTTLIEB

Badania nad rozmieszczeniem radioizotopu cynku ⁶⁵Zn w organizmie świni

Z Pracowni Izotopowej Instytutu Nauk Fizjologicznych Wydziału Weterynaryjnego AR we Wrocławiu

Problem niedoboru cynku — niezbędnego mikroelementu w żywieniu zwierząt, najczęściej występuje u trzody chlewnej i drobiu w warunkach hodowli wielkoprzemysłowej (3, 5, 6). Próby wyjaśnienia szeregu objawów występujących u zwierząt na tle niedoboru cynku, nie tłumaczą aktualnie na drodze badań biochemicznych, a w szczególności enzymatycznych w pełni tego problemu. Wykazanie, że cynk jest aktywatorem lub wchodzi w skład wielu enzymów biorących udział w syntezie białka, metabolizmie węglowodanów, czy procesie oddychania nie wyjaśnia dokładnie zasady i miejsca działania tego pierwiastka w narządach, tkankach, komórkach i ich strukturach (2, 6, 7). Pomocną więc w wyjaśnieniu tego zagadnienia może być próba określenia szczegółowej topografii rozkładu cynku w narządach i tkankach świń w stanie fizjologicznym techniką izotopową.

Treścią niniejszej pracy była analiza rozmieszczenia radioaktywnego cynku ⁶⁵Zn w organizmie świni, oraz stopnia jego wiązania w poszczególnych frakcjach białek niektórych narządów mięsnych.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono na 5-ciu świniach, losz-
kach rasy polskiej białej zwisłouchej o średniej wadze 60 kg. Zwierzętom podano domięśniowo 20 uCi radioizotopu cynku ⁶⁵Zn w postaci chlorku cynku w roztworze. Preparat produkcji OPiDI IBJ w Świerku k/Otwocka.

Świnie umieszczono w klatkach metabolicznych, karmiąc je wg obowiązujących norm żywieniowych mieszanką przemysłową T. W 48-ej godzinie od momentu podania radioaktywnego cynku-65 (1) świnię zabijano przez skrwawienie. Z wysekcyjonowanych narządów i tkanek, ścian i treści poszczególnych odcinków przewodu pokarmowego pobierano wycinki, które homogenizowano w celu sporządzenia jednorodnych próbek. Średni ciężar świeżej próby wynosił 2,5 g. Pomiarów aktywności tak przygotowanych prób dokonano za pomocą urządzenia scyntylacyjnego USB-2, wyposażonego w scyntylator krystaliczny NaJ/Tl, współpracującego z przelicznikiem elektronowym PT-72. Błąd pomiaru 3%. Po uwzględnieniu poprawek na tło, współczynnik rozpadu promieniotwórczego i wydajność układu pomiarowego wyniki przedstawiono w postaci procentu podanej dawki radioizotopu cynku-65 w 1 gramie świeżej próby razy 10².

Równolegle przeprowadzono oznaczenia dotyczące określenia stopnia wiązania cynku z niektórymi frakcjami białek wątroby, nerek i śledziony. Badane narządy homogenizowano w płynie fizjologicznym, a po upływie 24-ch godzin wirowano. Płyn z osadu traktowano 0,15 M roztworem kwasu sulfosalicylowego i po wirowaniu uzyskano osad białek „A” oraz supernatant I, który poddano działaniu 5% roztworu kwasu fosfo-

rowolfamowego. Wirowaniem oddzielono osad białka „B” — kwaśne mukopolisacharydy od supernatantu II — bezbiałkowego.

Zawartość cynku-65 w osadzie białek „A” i „B” (przemycanych kilkakrotnie płynem fizjologicznym do momentu ustalenia radioaktywności na stałym poziomie) i supernatancie III — bezbiałkowym dokonano w sposób identyczny jak przy pomiarze radioaktywności narządów i tkanek świń. Radioaktywność supernatantu I stanowi suma aktywności osadu białka „B” — kwaśnych mukopolisacharydów i supernatantu II — bezbiałkowego. Wyniki przedstawiono w postaci procentowej zawartości radionuklidu cynku-65 w badanych frakcjach, przyjmując za 100% aktywność osadu białka „A”, „B” i supernatantu II — bezbiałkowego.

Tab. 1. Rozmieszczenie radioaktywnego cynku ⁶⁵Zn w układzie pokarmowym świni

Narząd, tkanka	Koncentracja cynku-65 w procentach podanej dawki w 1 g próby razy 10 ²
Język	0,14 (0,12—0,17)
Przelyk	0,09 (0,08—0,11)
Zołądek: wpust	0,15 (0,12—0,18)
odźwiernik	0,14 (0,13—0,15)
dno	0,14 (0,13—0,16)
Dwunastnica	0,28 (0,24—0,31)
Jelito czcze	0,20 (0,19—0,22)
Jelito biodrowe	0,22 (0,22—0,22)
Jelito ślepe	0,14 (0,12—0,16)
Okreźnica	0,13 (0,13—0,14)
Jelito proste	0,15 (0,12—0,17)
Treść żołądka	0,02 (0,02—0,03)
Treść jelita cienkiego	0,15 (0,13—0,16)
Treść jelita ślepego	0,09 (0,07—0,11)
Treść okreźnicy	0,10 (0,08—0,11)
Treść jelita prostego	0,07 (0,05—0,09)
Ślinianka podjęzykowa	0,11 (0,11—0,11)
Ślinianka podżuchwowa	0,18 (0,14—0,21)
Ślinianka przyuszna	0,18 (0,14—0,22)
Wątroba	0,87 (0,78—1,00)
Zółć	0,27 (0,20—0,35)
Trzustka: głowa	0,31 (0,30—0,33)
trzon	0,34 (0,32—0,36)
ogon	0,31 (0,27—0,34)

Objaśnienia: w tabeli podano wartości średnie, a w nawiasach wartości skrajne.

Wyniki i omówienie

Koncentracja radioizotopu cynku ⁶⁵Zn jest różna w badanych narządach i tkankach i waha się w granicach od 0,87 do 0,01 procentu dawki radioizotopu cynku-65 w 1 gramie próby razy 10². Ze względu na poziom cynku-65 w badanych próbach można je uszeregować w 4-ch grupach;

grupa I — (powyżej 0,30% dawki) — wątroba, przysadka mózgowa, nadnercze, część korowa i rdzenna nerek, rogówka, śledziona, trzon, głowa i ogon trzustki,

grupa II — (od 0,20 do 0,30% dawki) — dwunastnica, jelito czcze i biodrowe, żółć, miedniczki nerkowe, płuca, szczecina, trzon i rogi macicy, serce,

grupa III — (od 0,10 do 0,20% dawki) — ślinianka podżuchwowa, przyuszna i podjęzykowa, soczewka oka, wpust, odźwiernik i dno żołądka, jelito proste z treścią, okrężnica, treść okrężnicy, treść jelita cienkiego, jelito ślepe, język, jajnik, tarczyca, naczyniówka,

grupa VI — (od 0,01 do 0,10% dawki) pozostałe narządy i tkanki, których radioaktywność wykazuje niewielkie różnice w porównaniu do koncentracji radioizotopu cynku-65 we krwi w 40-ej godzinie doświadczenia.

Tab. 2. Rozmieszczenie radioizotopu cynku ⁶⁵Zn w układzie oddechowym, krwiotwórczym, moczowym i rozrodczym świni

Narząd, tkanka	Koncentracja cynku-65 w procentcie podanej dawki w 1 g próby razy 10 ²
Płuca	0,25 (0,19—0,27)
Krew	0,07 (0,05—0,08)
Szpicz kości udowej:	
trzon	0,05 (0,04—0,07)
nasada bliższa	0,09 (0,08—0,10)
nasada dalsza	0,07 (0,06—0,08)
Śledziona	0,35 (0,34—0,36)
Nerka: część korowa	0,40 (0,35—0,43)
część rdzenna	0,34 (0,30—0,38)
miedniczka nerkowa	0,25 (0,20—0,31)
Mocz	0,01 (0,01—0,02)
Jajnik	0,11 (0,11—0,11)
Macica: trzon	0,24 (0,21—0,28)
rogi	0,22 (0,15—0,26)

Objaśnienia: w tabeli podano wartości średnie, a w nawiasach wartości skrajne.

Opracowanie zawartości radioizotopu cynku-65 w znacznej ilości narządów i tkanek uwarunkowane było optymalnym doбором czasu (48 godzin) od momentu podania tego radionuklidu.

Rozkład cynku-65 w układzie pokarmowym (tab. 1) jest nierównomierny. Wysoka aktywność wątroby, żółci i trzustki ma niewątpliwie wpływ na zwiększoną koncentrację tego pierwiastka w ścianie i treści dwunastnicy, jelicie czczym i biodrowym. Niższa aktywność treści i ścian jelita grubego świadczy o intensywności procesu wchłaniania cynku-65 w jelicie cienkim (4, 7).

Zwraca uwagę nierównomierny rozkład tego radioizotopu w trzustce. Głowa i ogon wykazują aktywność nieco niższą niż trzon trzustki, co należy wiązać ze specyfiką procesów fizjologicznych zachodzących w tym narządzie.

Poziom cynku-65 w szpiku kości długich (tab. 2) jest mniej więcej równy jego koncentracji

Tab. 3. Rozmieszczenie radioizotopu cynku ⁶⁵Zn w gruczołach dokrewnych, mózgu, rdzeniu kręgowym i oku

Narząd, tkanka	Koncentracja cynku-65 w procentcie podanej dawki w 1 g próby razy 10 ²
Nadnercze	0,47 (0,42—0,55)
Tarczyca	0,10 (0,10—0,10)
Przysadka mózgowa	0,53 (0,45—0,63)
Rdzeń kręgowy	0,06 (0,06—0,07)
Tylomózgowie; rdzeń przedłużony	0,05 (0,05—0,06)
Mózdzek	0,05 (0,05—0,07)
Międzymózgowie	0,05 (0,05—0,06)
Sródmózgowie	0,05 (0,05—0,06)
Istota szara mózgu	0,08 (0,06—0,11)
Istota biała mózgu	0,07 (0,05—0,10)
Rogówka	0,39 (0,36—0,43)
Soczewka	0,17 (0,15—0,19)
Ciało szkliste	0,03 (0,03—0,03)
Naczyniówka	0,10 (0,09—0,12)
Siatkówka	0,08 (0,07—0,10)

Objaśnienia: w tabeli podano wartości średnie, a w nawiasach wartości skrajne.

we krwi. Znaczna aktywność płuc i śledziony być może jest związana z dużym procentowym udziałem cynku w budowie anhydratazy węglanowej (2, 6, 7).

Wysoka zawartość cynku-65 w części korowej i rdzennej nerek, w porównaniu do miedniczek nerkowych świadczy o intensywności procesów metabolicznych z udziałem cynku zachodzących w tych częściach tego narządu. Proces wybiórczej resorpcji jonów cynku w nerce jest znaczny, czego dowodem może być niska radioaktywność moczu, o wiele niższa niż krwi. Trzon i rogi macicy wykazują dwukrotnie wyższą aktywność niż jajnik.

Stwierdzono (tab. 3) zwiększoną koncentrację cynku-65 w gruczołach dokrewnych: nadnerczu i przysadce mózgowej, a o wiele niższą w tarczycy.

Tab. 4. Rozmieszczenie radioaktywnego cynku ⁶⁵Zn w kości, chrząstce, mięśniach, skórze i jej wytworach

Narząd, tkanka	Koncentracja cynku-65 w procentcie podanej dawki w 1 g próby razy 10 ²
Kość udowa	0,06 (0,05—0,08)
Chrząstka mostka	0,08 (0,08—0,08)
Chrząstka ucha	0,09 (0,08—0,10)
Mięsień sercowy	0,24 (0,24—0,25)
Mięsień najdłuższy grzbietu	0,04 (0,04—0,04)
Mięsień lędźwiowy większy	0,08 (0,05—0,09)
Mięśnie kończyny przedniej	0,07 (0,05—0,09)
Mięśnie kończyny tylnej	0,07 (0,07—0,07)
Tkanka tłuszczowa podskórna:	
brzucha	0,04 (0,04—0,04)
grzbietu	0,05 (0,05—0,05)
Skóra: brzucha	0,04 (0,03—0,06)
grzbietu	0,05 (0,04—0,07)
Szczecina	0,25 (0,24—0,25)
Racice	0,07 (0,07—0,08)

Objaśnienia: w tabeli podano wartości średnie, a w nawiasach wartości skrajne.

Tab. 5. Zawartość radioizotopu cynku ^{65}Zn we frakcjach białkowych wyciągów narządów mięsnych

Frakcja — Narząd	Wątroba	Nerki	Sledziona
1. Białka wytrącane w 0,15 M roztw. kwasu sulfosalicylowego „białka A”	0,94 (0,67—1,20)	1,43 (1,05—1,72)	2,59 (2,11—2,71)
2. Białka wytrącane w 5% roztw. kwasu fosforowolframowego „białka B”	0,36 (0,22—0,55)	0,29 (0,20—0,35)	1,46 (1,13—1,52)
3. Supernatant II — bezbiałkowy	98,74 (98,25—99,11)	98,28 (97,93—98,75)	95,95 (95,77—96,73)

Objaśnienia: w tabeli podano wartości średnie, a w nawiasach wartości skrajne.

Rozmieszczenie tego radioizotopu w poszczególnych częściach mózgu i rdzeniu kręgowym jest prawie równomierne i odpowiada poziomowi cynku-65 we krwi w 48-iej godzinie eksperymentu.

W oku największą radioaktywnością charakteryzuje się rogówka, a najmniejszą ciało szkliste.

Mięsień sercowy wykazuje o wiele wyższą radioaktywność w stosunku do badanych mięśni szkieletowych (tab. 4). W tkance tłuszczowej podskórnej i skórze koncentracja radioaktywnego cynku jest równomierna i odpowiada jego poziomowi we krwi. Podobny stan można zauważyć w racicach, kości udowej i chrząstkach mostka i ucha, przy czym radioaktywność tych prób jest nieco wyższa niż krwi.

Na uwagę zasługuje wysoka radioaktywność szczeciny. Wiąże się to z długim zaleganiem cynku-65 w okrywie włosowej.

Stopień wiązania cynku-65 przez białka wątroby, śledziona i nerek jest niewielki (tab. 5). Białka wytrącone 0,15 M roztworem kwasu sulfosalicylowego wiążą więcej cynku niż kwaśne mukopolisacharydy. Najwyższa koncentracja cynku ma miejsce w supernatancie bezbiałkowym. Fakt, iż cynk-65 występuje w ok. 98% w formie labilnej świadczyć może o wysokim jego „obrocie” w badanych narządach mięsnych. Wyższa jego koncentracja we frakcjach białek śledziona i niższa radioaktywność supernatantu bezbiałkowego pozwala przypuszczać, że następuje dłuższe zatrzymanie radioizotopu cynku w tym narządzie w porównaniu do nerek i wątroby.

Znaczną tolerancję trzody chlewnej na wysokie dawki cynku być może należy łączyć z niewielkim stopniem jego wiązania z białkami narządów mięsnych.

Piśmiennictwo

1. Healy W. B., Mc Cabe W. J., Wilson G. F.: N. Z. J. agric. Res. 13, 503, 1970.
2. Keilin D., Mann T.: Nature 144, 422, 1939.
3. Kirchgessner M., Friesecke H., Oeischlager W.: Z. Tierphysiol. Tieren. Futtermkd. 17, 235, 1962.
4. Miller J. K., Cragle R. G.: Dairy Sci. 43, 370, 1960.
5. Ruda M.: Trzoda Chlewna 16, 12, 1978.
6. Unterwood E. J.: Trace elements in human and animal nutrition, Academic Press, N.Y. 1962.
7. Vojnar A. K.: Biologičeskaja rol mikroelementov w organizmie životnych i čeloveka, Wyžšaja Skola, Moskwa 1960.

Adres autora: doc. dr Romuald Nowosad, ul. C. Norwida 31, 50-375 Wrocław.

Новосад Р., Симони Я., Кубок-Готтлиб Л. — Исследования по размещению радиоизотопа цинка ^{65}Zn в организме свиньи.

Цель исследований заключалась в анализе размещения радиоактивного цинка ^{65}Zn в организме свиньи, а также степени его связи в отдельных фракциях белков некоторых паренхимных органов.

Исследования провели на 5 свиноматках. Животным ввели внутримышечно радиоизотоп цинка ^{65}Zn в количестве 20 юри. В 48-ом часу эксперимента животных подвергли забою. Высекционированные органы и ткани подвергали радиометрическим измерениям. Результаты представили в проценте введенной дозы в 1 г пробы $\times 10^2$. Исследуемые органы и ткани в связи с концентрацией цинка-65 можно расположить в следующих группах: I — (выше 0,30%) м.п. паренхимные органы, гипофиз и надпочечник, II — (0,20—0,30%) матка, легкие, тонкая кишка, желчь, III — (0,10—0,20%) слюнные железы, язык, желудок, ободочная кишка, слепая кишка, прямая кишка, яичник, щитовидная железа, сосудистая оболочка, IV — (0,01—0,10%) остальные органы и ткани, активность которых показывает небольшие различия по сравнению с концентрацией цинка-65 в крови на 48-ой час опыта.

В отдельных белках и их фракциях степень связи цинка-65 незначительна по сравнению с количествами, обнаруживаемыми в безбелковом супернатанте.

Nowosad R., Simoni J., Kubok-Gottlieb L. — Studies on the distribution of Zinc radioisotope ^{65}Zn in an organism of pig.

The purpose of the studies was analysis of the distribution of radioactive ^{65}Zn in an organism of pig and the degree of its bounding with protein fractions of certain parenchymatous organs. The studies were performed on five young sows. The animals were given intramuscularly the radioisotope of ^{65}Zn (20 uCi). After 48 hr since the injection the animals were slaughtered and selective organs and tissues were examined radiometrically. The results were presented as a percentage of the applied dose per 1.0 g of a sample $\times 10^2$. Taking into consideration the concentration of ^{65}Zn in the examined organs and tissues, they were divided into the following groups:

I — (over 0.30%), parenchymatous organs, hypophyseal gland, suprarenal glands, II (0.20—0.30%) — uterus, lungs, small intestine, bile, III (0.10—0.20%) — salivary glands, tongue, stomach, colon, coecum, IV (0.01—0.1%) — the rest of the organs and tissues studied which activity differed to a small extent in comparison to the concentration of ^{65}Zn in blood after 48 hr since the application of the radioactive material. In various proteins and their fractions a degree of ^{65}Zn binding was insignificant in comparison to the content of Zn in a protein-free supernatant.