

ROCZNIKI PAŃSTWOWEGO ZAKŁADU HIGIENY

POŚWIĘCONE WSZYSTKIM DZIAŁOM HIGIENY, ZAGADNIENIOM BADANIA ARTYKUŁÓW ŻYWNOSCI
I PRZEDMIOTÓW UŻYTKU, INŻYNIERII SANITARNEJ I INNYM DZIEDZINOM POKREWNYM

ROCZNIKI PZH
1960, t. XI, nr 1

HENRYK MŁODECKI

MATERIAŁY DO OCENY HIGIENICZNEJ ARTYKUŁÓW ŻYWNOSCI PORAŻONYCH ROZTOCZAMI MAGAZYNOWYMI. V.

BADANIA CHEMICZNE MAKI PSZENNEJ I ŻYTNIEJ PORAŻONEJ PRZEZ ROZTOCZE MAGAZYNOWE. III.

Z Zakładu Badania Żywności i Przedmiotów Użytku PZH

W poprzednich pracach (1—4), omawiających zagadnienie obecności roztoczy magazynowych w artykułach żywnościowych, wskazano na szkodliwość tych pajęczaków z punktu widzenia sanitarno-epidemiologicznego (1), higienicznego (2, 3), jak również na znaczenie ekonomiczne tego zagadnienia (3, 4). W publikacjach obejmujących ujęcie tematu z punktu widzenia chemicznego (3, 4) wykazano, że porażenie powoduje w mąkach pszennych i żytnich zmiany przede wszystkim natury enzymatycznej, na skutek wzrostu wilgotności podłoża. Stwierdzono również znaczny ubytek w ogólnej zawartości węglowodanów spowodowany przez porażenie. Zaobserwowano, że roztocze magazynowe rozwijają się bardzo dobrze na artykułach żywnościowych bogatych w białko, a chromatograficznie w ich kale wykazano guaninę jako główny, końcowy produkt azotowej przemiany materii (5).

Zmiany w części azotowej mąki

Pod względem ilościowym w mące drugie miejsce po skrobi zajmuje białko. Jest ono zasadniczym elementem składowym ziarniaków zbóż i stanowi główną część wszystkich substancji, w skład których wchodzi azot. Nieorganiczne związki azotowe wiążą zaledwie nieznaczną część azotu ogólnego. Przyjęto zatem z ilości azotu w ziarnie lub produktach jego przerobu obliczać zawartość substancji białkowych. Ilość białka określona wg tych przeliczeń ma wpływ na ocenę produktu pod względem wartości odżywczej.

Uważano, że ogólna zawartość białka w ziarnie albo w mące obliczana z ilości azotu w suchej masie nie ulega zmianom ilościowym w czasie przechowywania. Jakkolwiek zmiany takie w produktach prawidłowych nie mają praktycznego znaczenia dla oceny higienicznej, to jednak podczas długotrwałego przechowywania stają się uchwytne i zostały wykazane (6). Wskutek oddychania bowiem mąki ilość węglowodanów zmniejsza się, podczas gdy ilość substancji azotowych pozostaje ta sama. Jednakże procentowa zawartość azotu może się zmniejszać w suchej masie, wtedy, gdy przeważają reakcje hydrolityczne węglowodanów i sucha masa mąki staje się większa (4).



Ważniejsze jednak od zmian ilościowych są zmiany jakościowe białek. W okresie „dojrzwania” mąki przebiega szereg procesów biochemicznych, zmieniających strukturę substancji białkowych. Procesy te są wynikiem działalności enzymów. Enzymy proteolityczne mąki i znajdujące się w niej mikroorganizmy hydrolizują pierwotne białko do polipeptydów i aminokwasów. Produkty odbudowy następnie, mogą wchodzić w reakcje z substancjami znajdującymi się w mące. W wyniku zmian jakościowych w części białkowej zmienia się rozpuszczalność związków azotowych, a zatem ilość oznaczanego azotu w wyciągach otrzymanywanych stosowanymi w tym celu rozpuszczalnikami ulega zmianie. Praca Jonesa i Gersdorffa (7), dotycząca zmian jakościowych jakim ulega białko pszenicy podczas przechowywania, wykazuje znaczne przesunięcia w rozpuszczalności substancji azotowych w stosowanych rozpuszczalnikach. Autorzy ci stwierdzili, że zmiany rozpuszczalności białek przebiegały znacznie szybciej w produktach przemiału, aniżeli w całym ziarnie. Przedstawione przez nich wyniki, wskazują również na różny wpływ warunków przechowywania, a przede wszystkim temperatury (ca 1^o i 24^o) oraz rodzaju opakowania (zamknięte naczynia i woreczki). W tych doświadczeniach ilość substancji azotowych rozpuszczalnych w używanych rozpuszczalnikach wzgl. roztworach ekstrakcyjnych malała. Zmniejszanie się ilości substancji rozpuszczalnych w roztworach ekstrakcyjnych (rozpuszczalnikach) wolniejsze było w temperaturze niższej, aniżeli wyższej; wolniejsze w naczyniach zamkniętych, aniżeli w woreczkach. Równocześnie ze zmianami rozpuszczalności substancji białkowych spadała ich podatność na trawienie in vitro.

Budowa białek jest dotąd mało znana. Przyczyną tego są niedoskonałe metody badań laboratoryjnych, stosowane do związków o tak bardzo skomplikowanej i labilnej budowie. Z reguły stosowane metody wyodrębniania białek prowadzą do ich denaturacji.

Klasyczny podział białek dzieli je na proteiny i proteidy. W piśmiennictwie monograficznym (8, 9, 10), podawana klasyfikacja substancji białkowych znajdujących się w ziarniakach zbóż, oparta jest na podstawie ich rozpuszczalności. Tak więc w zbożach występują:

- 1) albuminy — rozpuszczające się w wodzie;
- 2) globuliny — nie rozpuszczające się w wodzie a rozpuszczalne w roztworach soli;
- 3) prolaminy — rozpuszczające się w rozcieńczonym alkoholu;
- 4) gluteliny — rozpuszczalne w roztworach zasad.

Ze względu na trudności w otrzymaniu czystych glutelin z ziarniaków zbóż, ich właściwości są najmniej zbadane. Gluteliny jednakże rozpuszczają się również w rozcieńczonych roztworach kwasów (9, 23).

Białka pszenicy tworzą gluten, powstający w wyniku chłonięcia wody. Badanie białek glutenu wskazuje na obecność gliadyny, która jest prolaminą i gluteniny, które należą do glutelin. Stosunek tych frakcji białkowych w glutenie wynosi w przybliżeniu 1 : 1 (9).

W ostatnich latach zanotowano szereg nowych faktów rzucających światło na budowę i jednorodność białek zbóż. Hessowi (11) udało się na drodze niewodnej (benzen + czterochlorek węgla) mechanicznie wydzielić dwa składniki białek pierwotnych („Zwickel- u. Haftprotein) z mąki pszennej i scharakteryzować ich rolę w tworzeniu się ciasta.

Przeprowadzone przez *Rohlicha* i współpr. (12) badania mąki pszennej i żytniej pozwoliły na sprecyzowanie wniosku, że do różnych rozpuszczalników, roztworów ekstrakcyjnych przechodzą frakcje białka o różnej długości micelli, a poszczególne frakcje białkowe różnią się od siebie składem aminokwasów (13). Wg tych badań (12, 13) istnieją duże różnice w budowie pomiędzy pierwotnymi białkami pszenicy i żyta.

Szereg autorów (5, 14, 15, 16), zajmujących się zagadnieniem roztocze w żywności, wskazywało na podstawie własnych obserwacji, że roztocze magazynowe szczególnie dobrze rozwijają się na substratach bogatych w białko. Dostarczenie zresztą pokarmu, w skład którego wchodzi substancje białkowe jest dla zwierząt nieodzowne. Białko zatem, w produktach porażonych przez te zwierzęta, powinno być najbardziej niszczone częścią składową żywności. Badania *radzieckie*, na które powołuje się *Rodionow* (14), wykazały, że jakkolwiek ilość glutenu zmniejsza się, to ilość azotu ogólnego w mące porażonej jest większa, aniżeli w mąkach nieporażonych; przy tym nie wyjaśniono jednak przyczyny tego zjawiska.

Metodyka badań i wyniki

W doświadczeniach, mających zobrazować destrukcję substancji azotowych, użyto mąki pszennej i żytniej, które służyły już poprzednio do oznaczeń kwasowości oraz zmian w części tłuszczowej (3) i części węglowodanowej (4), a które stanowią tzw. próbki identyczne.

W celu oznaczenia azotu posługiwano się metodą *Kjeldahla* wg przepisu przystosowanego przez *Rzymowską*, *Bernstein* i *Grochowską* (17) do oznaczeń tego pierwiastka w skali mikro w artykułach żywności.

Azot ogólny. Otrzymane wyniki oznaczeń azotu ogólnego na początku doświadczenia i po 8 miesiącach przechowywania zostały zebrane w tabeli I. Wykazuje ona, że po 8 miesiącach przechowywania

Tabela I

Zawartość azotu ogólnego w mąkach na początku doświadczenia i po 8 mies. przechowywania w wilg. wzgl. powietrza 78% oraz porównanie tych wartości z zawartością popiołu

Próbka mąki	% azotu ogólnego w suchej masie		% popiołu w suchej masie	Stosunek azotu do popiołu
	I pomiar	II pomiar (po 8 mies.)		
Pszenna 0-72	1,6	1,6	0,824	100
„ „ porażona <i>T. farinae</i>		1,70	0,880	99,5
Pszenna razowa	1,98	1,98	1,680	100
„ „ porażona <i>T. farinae</i>		2,07	1,800	97,6
Żytnia 0-60	1,14	1,10	0,702	100
„ „ porażona <i>T. farinae</i>		1,24	0,811	97,6
Żytnia 0-70	1,17	1,14	0,705	100
„ „ porażona <i>T. farinae</i>		1,25	0,786	96,8

mąk porażonych, związków azotowych jest rzeczywiście więcej w przeliczeniu na suchą substancję niż w mąkach kontrolnych, zgodnie z tym, jak pisze *Rodionow* (14). Jednakże już po porównaniu ilości azotu ogólnego z zawartością popiołu okazuje się, że (w granicach błędu doświadczalnego) ilość azotu nie zmieniła się. Istnienie tego faktu staje się zrozumiałe, jeżeli uwzględni się zmniejszanie części węglowodanowej, o czym pisałem w pracy poprzedniej (4). W takich przypadkach jedynie stosunek substancji oznaczanej do zawartości popiołu daje właściwy obraz sytuacji. Zmianom, zatem, musiały ulec związki białkowe w wyniku metabolizmu roztoczy.

Związki azotowe rozpuszczalne w wodzie. W poprzednim już sprawozdaniu (3) wykazałem wzrost kwasowości aminokwasowej w mąkach porażonych. Jest to niewątpliwie głównie wynikiem działalności enzymów proteolitycznych.

W doświadczeniach, mających za zadanie określenie ilości związków azotowych w wyciągach wodnych, posługiwano się metodą zaleconą przez *Pisarewa* (18). Polega ona na 2-godzinnej maceracji połączonej z wytrząsaniem odważonej próbki mąki 20-krotną ilością destylowanej wody, pozbawionej CO₂ i nasyconej uprzednio obojętnym toluenem. Następnie, po odparowaniu zakwaszonej za pomocą H₂SO₄ odpowiedniej objętości przesącza i spaleniu suchej pozostałości, oznaczano azot.

Z podanych przez *Pisarewa* (18) danych wynika, że ilość oznaczanego azotu związków rozpuszczalnych w wodzie w ziarnach pszenicy wynosi około 0,54 — 0,6% suchej masy, natomiast w mąkach jest ona mniejsza i zależy od procentowości przemiału.

Wyniki doświadczenia umieszczone w tabeli II wskazują na znaczny

Tabela II

Zawartość azotu w wyciągach wodnych mąk po 8 mies. przechowywania w wilg. wzgl. powietrza 78% oraz kwasowość aminokwasowa po 7 mies. przechowywania

Próbka mąki	% azotu w suchej masie		Kwasowość aminokwasowa	
	I pomiar	II pomiar (po 8 mies.)	I pomiar	II pomiar po 7 mies.
Pszenna 0-72	0,331	0,255	1,03	1,00
„ „ porażona <i>T. farinae</i>		0,511		2,55
Pszenna razowa	0,312	0,272	1,58	2,33
„ „ porażona <i>T. farinae</i>		0,325		2,75
Zytnia 0-60	0,293	0,276	1,81	2,24
„ „ porażona <i>T. farinae</i>		0,330		2,74
Zytnia 0-70	0,368	0,284	1,58	2,26
„ „ porażona <i>T. farinae</i>		0,390		2,76

wzrost substancji azotowych w wyciągach wodnych z mąk porażonych po 8-miesięcznym żerowaniu rozkruszką mącznego w przeliczeniu na suchą masę próbki, przy równoczesnym zmniejszaniu się ich w mąkach prawidłowych. Wzrost ten staje się jeszcze bardziej widoczny, gdy liczby te zostaną porównane z zawartością popiołu (tabela III). Nie ulega

Tabela III

Stosunek azotu związków rozpuszczalnych do popiołu w mąkach po 8 miesiącach przechowywania w wilg. wzgl. powietrza 78%

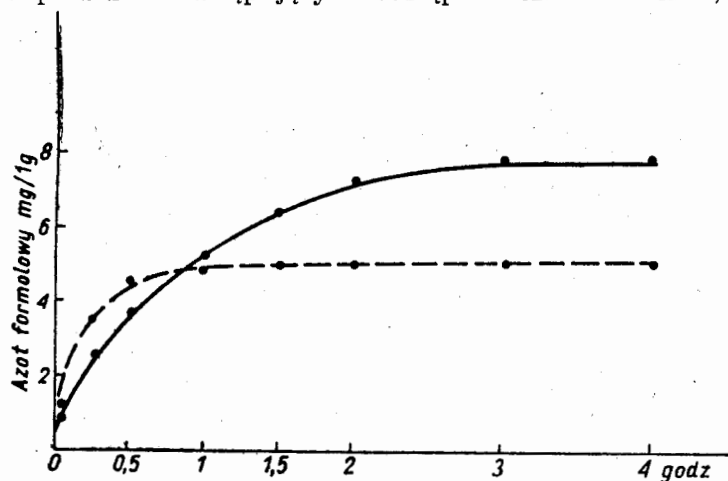
Próbka mąki	% azotu w suchej masie	% popiołu w suchej masie	Stosunek azotu do popiołu
Pszenna 0-72	0,255	0,824	100
„ „ porażona <i>T. farinae</i>	0,511	0,880	187,7
Pszenna razowa	0,272	1,680	100
„ „ porażona <i>T. farinae</i>	0,325	1,800	111,5
Zytnia 0-60	0,276	0,702	100
„ „ porażona <i>T. farinae</i>	0,330	0,811	103,5
Zytnia 0-70	0,284	0,705	100
„ „ porażona <i>T. farinae</i>	0,390	0,786	123,2

w tym przypadku wątpliwości, że przyczyną wzrostu ilości substancji azotowych rozpuszczalnych w wodzie jest porażenie mąki roztocami.

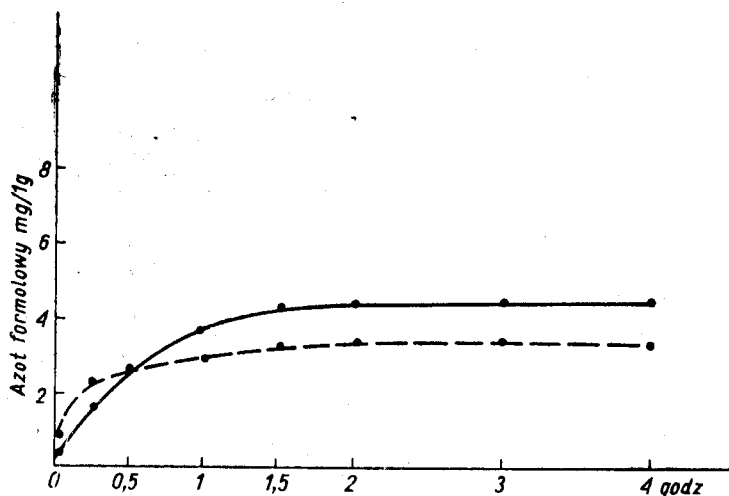
Zmiany jakościowe związków azotowych w mąkach porażonych przez roztocze magazynowe. W celu wykazania zmian jakościowych związków azotowych w mąkach pod wpływem porażenia przeprowadzono dwa oznaczenia:

- 1) azotu formolowego podczas hydrolizy kwaśnej,
- 2) azotu w różnych frakcjach białek.

Oznaczenia azotu formolowego podczas hydrolizy kwaśnej. Odważki mąki pszennej i żytniej, prawidłowej i porażonej przez rozkruszkę mącznego przechowywanej przez 11 miesięcy, zmieszano z 15%-owym roztworem HCl i natychmiast oznaczono azot formolowy wg *Sörrensena*. Następnie taką samą zawiesinę poddano hydrolizie przez ogrzewanie pod chłodnicą zwrotną. Z reagującej mieszaniny pobierano próbki w następujących odstępach czasu: 15 min., 30 min.,



Ryc. 1. Hydroliza mąki pszennej prawidłowej i porażonej *T. farinae*; azot formolowy mąki prawidłowej ——— azot formolowy mąki porażonej



Ryc. 2. Hydroliza mąki żytniej prawidłowej i porażonej *T. farinae*; — azot formolowy mąki prawidłowej — — — — azot formolowy mąki porażonej

1 godz. 30 min., 2 godz., 3 godz., 4 godz. W pobranych próbkach natychmiast oznaczano azot formolowy. Zabarwienie hydrolizatu utrudniało stosowanie roztworu fenoloftaleiny jako wskaźnika, dlatego wykonano miareczkowanie potencjometryczne za pomocą NaOH.

Otrzymane wyniki przedstawiają ryciny 1 i 2. Charakterystyczny jest bieg krzywych; już w punkcie wyjściowym stwierdzono więcej azotu formolowego w mąkach porażonych niż w kontrolnych. W następnych dwóch oznaczeniach również w mąkach porażonych znajdowano więcej azotu formolowego. Krzywa aminokwasów, uwalnianych w czasie hydrolizy w mąkach kontrolnych, w dalszym ciągu wzrasta (w mąkach pszennych w czasie 3 godz., w żytnich do 2 godz.), natomiast w mąkach porażonych przyrost aminokwasów w hydrolizie kończy się znacznie wcześniej (już w czasie około 1 godz.), przy czym ilość oznaczanego azotu formolowego jest już wtedy niższa w mąkach porażonych aniżeli w mąkach prawidłowych.

Z obrazu krzywych widać, że białko, w mąkach porażonych uległo podczas przechowywania rozszczepieniu na polipeptydy, hydrolizujące szybciej w warunkach doświadczenia, aniżeli białko mąk prawidłowych. Ponadto część azotu w mąkach porażonych została związana w połączenia nie dające aminokwasów w wyniku hydrolizy. Ilość azotu formolowego w doświadczeniu nie odpowiada całkowitej ilości aminokwasów w próbkach mąki, ponieważ część ich mogła ulec natychmiast wiązaniu z hydrolizującymi cukrami, tworząc związki typu Maillarda albo też została rozłożona. Jednakże identyczność próbek mąki i zachowanie tych samych warunków doświadczenia pozwalają na taką interpretację wyników.

Oznaczenia ilości azotu w różnych frakcjach białka. Doświadczenie przeprowadzono wg schematu stosowanego przez Rohlicha i współpracowników (12, 13). Używane roztwory ekstrakcyjne zostały dobrane w ten sposób, ażeby zmiany w rozpuszczalności związków azotowych świadczyły od razu o zmianach w 4 podstawowych frakcjach białkowych znajdujących się w mąkach.

Odważki mąki po 11 miesiącach przechowywania wytrząsano z podanymi w tabeli IV rozpuszczalnikami w czasie 2 godzin, następnie mieszaninę odwirowywano; po pobraniu próbki przezroczystego płynu z nad osadu dodawano do niej H_2SO_4 , odparowywano, a suchą pozostałość spalano. Oznaczenie azotu ogólnego i azotu w wyciągach przeprowadzono wg metody poprzednio podanej (17). Azot amoniaku oznaczano wydmuchując go oczyszczonym powietrzem z zawiesiny próbki w wodzie barytowej do mianowanego roztworu kwasu siarkowego.

Tabela IV

Ilość azotu związków rozpuszczalnych w wyciągach z mąk prawidłowych i porażonych *T. farinae* po 11 mies. przechowywania w wilg. wzgl. powietrza 78%

Azot związków rozp. w roztworach ekstrakcyjnych	% azotu ogólnego w mące przennej razowej		% azotu ogólnego w mące żytniej 0-70	
	prawidłowej	porażonej	prawidłowej	porażonej
Woda	17,7	18,8	38,6	48,0
a następnie 10 ⁰ / ₀ -owy roztw. NaCl	11,1	12,1	16,7	17,1
10 ⁰ / ₀ -owy roztw. NaCl	25,8	30,9	32,5	36,6
70 ⁰ / ₀ -owy alkohol etylowy	36,4	28,0	42,1	34,1
2 ⁰ / ₀ -owy roztw. HCl	19,2	22,2	31,6	32,5
azot amoniaku	0,5	0,5	0,4	0,4

Wszystkie wyniki uzyskane w doświadczeniu, umieszczone w tabeli IV, odnoszą się do zawartości azotu w suchej masie i wykazują jednocześnie odsetek azotu ogólnego, oznaczonego w próbkach. Porównanie wyników uzyskanych w mąkach porażonych i prawidłowych wykazuje zmniejszenie się pod wpływem porażenia ilości azotowych związków rozpuszczalnych w 70⁰/₀-owym alkoholu, a zwiększenie we wszystkich pozostałych roztworach ekstrakcyjnych.

Azot amoniaku praktycznie nie ulega zmianie, co jest tym ciekawsze, że Hase (16), który badał roztocze rozwijające się w serze, wyczuwał zapach amoniaku po otwarciu naczynia z hodowlą roztoczy i przypuszczał, że azotem jest głównym składnikiem wydalin; prawdopodobnie organoleptyczne stwierdzenie amoniaku miało związek nie tyle z azotową przemiałą materii roztoczy, ile z fermentacją samego substratu. Tutaj należy zaznaczyć, że w badaniach chromatograficznych kału rozkruska mącznego (5) stwierdzono jedynie ślady amoniaku.

Przeprowadzone doświadczenia wykazują duże zmiany w strukturze związków azotowych. Jak już o tym wyżej wspomniałem, wykazano (7), że w ziarnie i mące prawidłowej istnieją przesunięcia w rozpuszczalności związków azotowych w kierunku zmniejszania rozpuszczalności tych związków w czasie długotrwałego przechowywania. Stwierdzenie

zatem po 11 miesiącach w mąkach porażonych zwiększonych ilości związków azotowych rozpuszczalnych, w porównaniu z mąkami kontrolnymi nie porażonymi świadczy o zakłóceniu naturalnego procesu przemiany białek w mąkach. Do tego należy jeszcze dodać, że część substancji białkowych tworzy azotowe związki nierozpuszczalne, wchodzące w skład okrywy roztoczy.

Już poprzednio podałem, że gluten składa się głównie z gliadyny i gluteniny. Wyniki doświadczeń wskazują, że zawartość związków azotowych rozpuszczalnych w 70% -owym alkoholu obniża się, a więc w tym również obniża się zawartość gliadyny, która jest prolaminą. Tymczasem zawartość związków azotowych rozpuszczalnych w 2% -owym kwasie solnym, w którym rozpuszcza się drugi składnik glutenu glutenu, jest bardzo wysoka w mąkach porażonych w porównaniu z kontrolnymi. Zjawisko to daje się wytłumaczyć zmianami w części białkowej mąk porażonych powstałymi na skutek tego porażenia. Na taki wynik mogą mieć wpływ białka samych pajęczaków, enzymatyczne rozszczepienie białek i wreszcie nagromadzenie się produktów azotowej przemiany materii mikroorganizmów oraz rozpuszczająca się w kwasie solnym guanina, która znajduje się w ekskrementach roztoczy (5).

Gluten i wartość piekarska mąki

Wg danych *Rodionowa* (14), zawartość glutenu surowego i suchego w mąkach porażonych obniża się. Obniżenie się zawartości i pogorszenie jakości glutenu jest wg niego dostrzegalne już po upływie 1 miesiąca żerowania roztoczy. Potwierdza to próba dodania mąki porażonej do mąki prawidłowej, która w 40% -tach powoduje wyraźne pogorszenie właściwości glutenu otrzymanego z takiej mieszanki. Doświadczenia moje potwierdziły spostrzeżenia *Rodionowa*. Gluten otrzymany metodą *Ballanda* (19), jest po 11 miesiącach żerowania roztoczy tak bardzo „zepsuty”, że staje się niejednokrotnie niewymywalny. Gluten z próbek porażonych, z których udało się go otrzymać jest mało rozciągliwy i rwie się. Ilość jego jest znacznie mniejsza od glutenu otrzymanego z próbek prawidłowych. Przeprowadzone równocześnie próby wypieku ciasta z mąk użytych do doświadczeń stwierdziły obniżenie się wartości piekarskich mąk porażonych pszennych i żytnich. Badanie wartości piekarskiej mąki przeprowadzono w ten sposób, że z mąk prawidłowych i porażonych przygotowano ciasto i po wypieczeniu mierzono średnicę podstawy, wysokość i objętość otrzymanego pieczywa. Wyniki ujęto w tabeli V.

Dane z doświadczeń potwierdzają prawidłowość poprzedniej interpretacji wyników, które świadczą o dużej destrukcji części białkowej pod wpływem porażenia.

W związku z powyższymi wynikami należy jeszcze odpowiedzieć na dwa nasuwające się pytania:

- 1) jaka ilość azotu i w jakiej formie pierwiastek ten jest wiązany w organizmach roztoczy?
- 2) czy wydalana przez rozkruszki guanina może zostać w mące stwierdzona i oznaczona?

Przeprowadzono badania w tym kierunku.

Tabela V

Właściwości piekarskie mąk prawidłowych i porażonych

Próbka mąki	Stosunek parametrów — w %-ach pieczywa z mąk chlebki porażonych do pieczywa z mąk prawidłowych		
	średnica podstawy	wysokość	objętość
Pszenna 0-72	100	100	100
„ „ porażona <i>T. farinae</i>	111,5	92,7	69,6
„ „ „ <i>T. pernicios.</i>	105,8	98,7	95,6
Pszenna razowa	100	100	100
„ „ porażona <i>T. farinae</i>	108,3	91,2	68,6
„ „ „ <i>T. pernicios.</i>	104,0	91,0	92,6
Żytnia 0-60	100	100	100
„ „ porażona <i>T. farinae</i>	115,4	83,8	92,9
„ „ „ <i>T. pernicios.</i>	112,3	80,1	83,3
Żytnia 0-70	100	100	100
„ „ porażona <i>T. farinae</i>	100	88,2	96,1
„ „ „ <i>T. pernicios.</i>	103,1	91,2	98,6

Azot wiązany przez roztocze

W skład każdego żywego organizmu wchodzi związek białkowy. Ich przemiana jest wynikiem zachodzących w ustroju procesów biologicznych. Nasza wiedza o budowie chemicznej tych związków u zwierząt wyższych jest niewielka, jeszcze mniejsza jest wiedza o budowie białek u zwierząt niższych.

W badaniach swoich uwzględniłem jedynie te fragmenty zagadnienia, które mogłyby rzucić światło na ocenę produktów porażonych.

Ciężar roztoczy i zawartość wody w ich organizmach. Roztocze z gatunków *Tyroglyphus farinae* i *Tyrophagus perniciosus* wyodrębniono z hodowli o wilgotności względnej powietrza 78%, umieszczono w naczynku wagowym i zważono na wadze mikroanalizacyjnej. Następnie zabito je przez ogrzewanie w temperaturze 105°, wysuszono w tej temperaturze, zważono powtórnie i policzono je pod lupą dwuokularową. Nie stwierdzono obecności fragmentów mąki. Otrzymano następujące wyniki:

Przeciętny ciężar rozkruszka mącznego (bez rozróżniania poszczególnych stadiów rozwojowych) wynosił 4,5 µg.

Zawartość wody u *T. farinae* wynosiła 58,24%, suchej masy 41,76%

„ „ *T. perniciosus* „ 63,46%, „ „ 36,54%.

Oznaczenie ogólnego azotu w organizmach roztoczy. Oznaczenia azotu roztoczy przeprowadzono metodą Kjeldahla wg przepisu podanego poprzednio (17) w masie pozostałej z poprzedniej części doświadczenia.

Otrzymane wyniki przedstawia tabela VI.

Tabela VI
Ilość azotu w organizmach roztoczy

Gatunek rozkruszka	% azotu	
	przyżyciowo	w suchej masie
<i>Tyroglyphus farinae</i>	3,04	7,276
<i>Tyrophagus perniciosus</i>	2,55	7,015

Powyższe doświadczenie wskazuje na znaczne gromadzenie się azotu w organizmach roztoczy.

Jakościowy skład aminokwasowy białek wchodzących w skład organizmów roztoczy. Wysuszone roztocze z gatunku *T. farinae* odtłuszczone 3-krotnie chloroformem umieszczono w ampułce; dodano 25⁰/₀-owego kwasu solnego, ampułkę napełniono gazem obojętnym (CO₂), zatopiono i hydrolizowano we wrzącej łaźni wodnej przez 24 godz. Ochłodzono do temperatury 0⁰ i w tej temperaturze odparowano chlorowódor pod zmniejszonym ciśnieniem. Dwukrotnie dodawano wodę i odparowywano w niskiej temperaturze do sucha. Pozostałość macerowano w ciągu 2 godzin 20⁰/₀-owym izopropanolem. Wyciąg nanoszono (w różnych ilościach) na linię startową bibuły Whatman nr 1 i rozwijano chromatogram techniką wstępującą, jednokierunkową, dwustopniową zalecaną przez Noworytko i Sarnecką-Keller (20), stosując jako I rozpuszczalnik fenol + woda (4+1), a po uwolnieniu bibuły od fenolu przez wysuszenie, jako II rozpuszczalnik zastosowano n-butanol + kwas octowy lodowaty + woda (50 + 50 + 30). Chromatogram wywoływano 0,2⁰/₀-owym roztworem izatyny w acetonie zawierającym 4⁰/₀ kwasu octowego.

Posługując się tą metodą stwierdzono w hydrolizacie obecność następujących aminokwasów: 1. leucyna, 2. izoleucyna, 3. prolina, 4. hydroksypolina, 5. fenyloalamina, 6. lizyna, 7. arginina, 8. seryna, 9. glikokol, 10. kwas asparaginowy, 11. cysteina, 12. cystyna.

Prawdopodobnie wykaz aminokwasów wchodzących w skład białek roztoczy nie jest kompletny. W warunkach hydrolizy kwaśnej niektóre aminokwasy ulegają całkowitemu (tryptofan) lub częściowemu rozłożeniu (seryna, treonina i cystyna) (8). Stwierdzenie w hydrolizacie między innymi seryny i cystyny świadczyć może o dużej zawartości tych aminokwasów w organizmie rozkruszka mącznego.

Z doświadczenia wynika, że pięć z wymienionych aminokwasów (leucyna, izoleucyna, fenyloalanina, lizyna i arginina) należących do grupy aminokwasów egzogennych są związane w organizmie rozkruszka. Prawdopodobnie część z nich wiązana jest w skleroproteinach okrywy. Aminokwasy te występują obficie w skleroproteinach zwierzęcych (21). Duża też ilość azotu z pewnością związana jest w kutikuli w postaci chityny, która jest acetyloaminowielocukrem, jak również w postaci guaniny, która może być odkładana w powłokach, podobnie jak jest odkładana w powłokach pajaków (21, 30).

Okrywy roztoczy nie są trawione ani w przewodzie pokarmowym (2), ani *in vitro* (22). Stąd też aminokwasy białka wchodzącego w skład okrywy i prawdopodobnie częściowo aminokwasy substancji białkowych

stanowiących resztę organizmu roztoczy nie są przyswajalne, jeśli dostaną się wraz z pokarmem do przewodu pokarmowego człowieka i zwierząt stałocieplnych. Takie wnioski nasuwają się, jeżeli wyniki przedstawionych doświadczeń porówna się z doświadczeniami opisywanymi przez *Rodionowa* (14). Autor ten podaje, że po skarmieniu mąką porażoną zwierząt doświadczalnych (szczury i myszy) stwierdzić można u nich zmniejszony przyrost ciężaru i degenerację narządów wewnętrznych jako wynik niedożywienia.

Podobne wyniki otrzymali *Szwabowicz* i współpracownicy (27) w doświadczeniach tucznego karmienia drobiu materiałem porażonym przez rozkruszkę mącznego, jakkolwiek nie wyciągnęli ze swoich wyników takich wniosków; stwierdzają oni jedynie, że pasza porażona jest nietoksyczna. Skarmiane przez nich w okresie 3 tygodni kurczęta i kaczki wykazały następujący przyrost ciężaru:

kurczęta doświadczalne	8,63%	kontrolne	12,0%
kaczki	63,50%	„	69,6%

Równocześnie zużycie paszy na 1 kg przyrostu ciężaru wynosiło:

kurczęta doświadczalne	12,8 kg	kontrolne	10,6 kg
kaczki	6,08 kg	„	5,6 kg

Przytoczone doświadczenia świadczą jednak o szkodliwości pokarmu porażonego, a może również o zakłóceniach w metabolizmie zwierząt karmionych.

W świetle tych faktów stają się trudniejsze do zrozumienia wnioski z innych doświadczeń *Szwabowicza* i współpracowników (24, 25, 26). Dokonali oni szeregu obserwacji różnych zwierząt hodowlanych (koni, owiec, gołębi, kur, świń itd.), którym podawano paszę z dużymi ilościami rozkruszkę mącznego. Nie zaobserwowali oni toksycznego działania porażonej paszy; według nich zwierzęta hodowlane przybierają „dobrze” na wadze, ale wahania w ciężarze jednak istnieją. Przeprowadzona sekcja świń (26) nie wykazała żadnych zmian chorobowych. Małe ilości zwierząt w poszczególnych grupach doświadczalnych, różnorodność gatunków i podawanie paszy uzupełniającej nie może zobrazować wyraźnie zagadnienia szkodliwości paszy porażonej dla zwierząt hodowlanych. Prawdopodobnie w porażonych paszach użytych do doświadczeń destrukcja części białkowej nie postąpiła zbyt daleko, albo zwierzęta karmione czerpały substancje odżywcze z paszy uzupełniającej, jaka była im podawana wraz z porażoną. Może też czas karmienia dla „dużych” zwierząt nie był dostatecznie długi, ażeby niekorzystny wpływ procesu porażenia paszy mógł się uwidocznić; wpływ metabolitów roztoczy i towarzyszących im mikroorganizmów na organizmy zwierząt doświadczalnych mógł być niedostatecznie duży, ażeby uwypuklić zakłócenia w ich przemianie materii. Doświadczenia te mają tę dodatnią stronę, że wskazują na możliwość „względnie bezpiecznego” wykorzystania w hodowli zwierząt produktów porażonych, których użycie dla ludzi staje się niewłaściwe, niepożądane albo niebezpieczne.

Guanina — końcowy produkt białkowej przemiany materii roztoczy magazynowych. Głównym końcowym produktem azotowej przemiany materii rozkruszkę mącznego jest guanina znajdująca chromatograficznie w kale tych zwierząt. (5). Zbadane przeze mnie ekskrementy *T. perniciosus* wykazywały również duże ilości guaniny. Guanina występuje jako końcowy produkt

azotowej przemiany materii u pajaków (31), i może stanowić 85% związków azotowych wydalanych przez te stawonogi (32). Maloef (31) przytacza prace, wg których roztocze i kleszcze wydalają kwas moczowy jako końcowy produkt azotowej przemiany materii. Istnienie układu wydalniczego u roztoczy o budowie zbieżnej z układem wydalniczym pajaków poddaje myśl, że guanina może być końcowym produktem ich przemiany materii. W końcowych odcinkach przewodu pokarmowego *Hyalomma savignyi* (*Ixodides*) i u innych kleszczy (30) znajdowano żłogi, które pod względem właściwości optycznych odpowiadają guaninie. Stwierdzenie guaniny w kale *T. farinae* i *T. perniciosus* metodą fizykochemiczną (5) daje niewątpliwy argument w sprawie końcowego produktu azotowej przemiany materii u *Tyroglyphidae*. Istnienie guaniny jako końcowego produktu białkowej przemiany materii roztoczy jest zgodne z zasadniczą myślą tezy *Needhama* (21), według której lądowy typ rozwoju embrionalnego zwierząt cechuje nierozpuszczalny produkt końcowy. Guanina, podobnie jak kwas moczowy, jest substancją nierozpuszczalną w wodzie; rozpuszcza się jedynie w kwasach i zasadach.

Dalsze badania poszły w tym kierunku, ażeby przez możliwość wykrycia i oznaczenia guaniny, można było chemicznie określić stopień zniszczenia substancji białkowej w mące i zanieczyszczenia jej odchodami roztoczy.

W celu wyekstrahowania wolnej guaniny z materiału roślinnego stosowano 2%owy roztwór HCl, przy czym jako najkorzystniejszy stosunek materiału badanego do roztworu ekstrakcyjnego ustalono w mączkach na 1 : 5.

W badaniach wyciągów zastosowano technikę chromatografii wstępującej na bibule Whatman nr 1 w komorze cylindrycznej wysokości 29 cm Ø 12,5 cm. W celu rozwijania chromatogramu stosowano symkolidynę nasyconą wodą, a do wywoływania nasycony alkoholowy roztwór chloru rtęciowego z 0,2%owym dodatkiem eozyny. Nadmiar odczynnika wywołującego wypłukiwano alkoholem etylowym. Rozwijanie chromatogramu trwało 18 godzin; metodyka ta stosowana była w badaniach kału rozkruszka mącznego (5).

Każdy materiał biologiczny może zawierać wolne puryny pochodzące z rozpadu nukleotydów i wolnych kwasów nukleinowych. Ilości wolnych puryn wykrywane w materiale roślinnym nie są zazwyczaj duże (28). W istocie chromatograficzna analiza ogólnej zawartości puryn uzyskanych po hydrolizie nukleotydów nasion buraka cukrowego wykazuje duże ilości adeniny, a znacznie mniejsze guaniny i innych puryn (29). W badaniach wstępnych stwierdzono, że mąka prawidłowa pszenna i żytnia różnych przemiałów nie zawiera takich ilości wolnej albo odszczepianej podczas ekstrakcji guaniny, która by mogła w właściwy sposób zostać wyekstrahowana i chromatograficznie wykazana. W oznaczeniach tych na linię startową nakładano wyciągi 2%owym HCl z mąk, odpowiadające 40 mg produktu prawidłowego.

Stosując różne okresy czasu (1—5 godz.) ekstrakcji mąki, do której dodano określoną ilość guaniny stwierdzono, że intensywność zabarwienia plamy wzrasta jedynie podczas maceracji do 3 godzin. Z tego wpływa wniosek, że w celu wykrycia i oznaczenia małych ilości wolnej guaniny wystarcza ekstrakcja 3 godzinna.

Po przebadaniu sposobu i czasu ekstrakcji zajęto się ustaleniem wykrywalności guaniny. Stwierdzono na wzorcach guaniny, że w warunkach

kach doświadczenia, wyraźne plamy widoczne są na chromatogramach, które odpowiadają 2 μg guaniny. Mniejsze ilości substancji wykrywanej dają plamy niewyraźne. Intensywność ich zabarwienia wzrasta do około 10—12 μg . Większe ilości guaniny trudno już jest wizualnie ocenić. Próby użycia fotometru Pulfricha z kamerą Ulbrichta do oceny obiektywnej światła odbitego nie powiodły się.

Stwierdzono następnie, że jeżeli ekstrahowana mąka zawiera dodatek 0,1% guaniny (tzn. 2 μg guaniny w 2 mg mąki), to ilość tę można chromatograficznie wykazać przez nałożenie 10 μl wyciągu 1 : 5. Nakładając większe ilości μl wyciągu zawierającego mniejszą ilość guaniny uzyskuje się możliwość wykrycia mniejszej procentowej zawartości tego związku. (Potrzebna jest duża wprawa).

W oparciu o powyższe doświadczenia ustalono następujący przepis postępowania i wykonano wg niego oznaczenia guaniny w mąkach porażonych:

Do 1 g mąki dodawano 5 ml 2% -owego roztworu HCl i macerowano w ciągu 3 godzin często wstrząsając. Mieszaninę odwirowano i z klarownego płynu nad osadem pobierano odpowiednią ilość μl (5, 10, 15, 20 co odpowiada mące w ilości 1, 2, 4 i 5 mg) i nakładano na linię startową bibuły Whatman nr 1 wysokości 28 cm. Ponadto na linię startową nakładano wzorce guaniny równające się 2, 3, 4 i 5 μg tego związku. Bibułę umieszczano w suszarce o temp. 40° na około 1,5 godz. w celu usunięcia nadmiaru HCl, który przeszkadza w rozwijaniu chromatogramu. Następnie bibułę umieszczono w komorze chromatograficznej wypełnionej parami symkolidyny nasyconej wodą. Chromatogram rozwijało w ciągu 18 godzin, po czym suszono powietrznie, a następnie w ciągu 5 minut w suszarce o temp. 60—80°. W celu wywołania plam guaniny, bibułę zanurzano w nasyconym alkoholowym roztworze HgCl₂ z 0,2% -owym dodatkiem eozyny; nadmiar odczynnika usuwano przez kilkakrotną kąpiel bibuły w alkoholu. Wywołane plamy porównywano z wzorcami (R_f guaniny = 0,43—0,46).

Tutaj należy nadmienić, że plamy kwasu moczowego, znajdującego w kale owadów, występują na wysokości R_f = ca 0,2. Ilości tego związku znajdujące w kale roztoczy (15), jako produkt — prawdopodobnie purynowej przemiany materii, ze względu na małą ich ilość nie są tą metodą wykrywane.

Oznaczenie ilości roztoczy w mąkach porażonych. W oznaczeniach ilości roztoczy, jakie znajdowały się w mąkach, zastosowano metodę mikroanalityczną wykrywania zanieczyszczeń w mące opisaną przez Dzierzgowskiego i Jacewicza (22).

Metoda ta polega na kwaśnej i enzymatycznej hydrolizie mąki. Odważkę mąki zalewa się najmniej 4-krotną ilością wrzącego 0,5-n HCl, szybko, dokładnie rozciera i gotuje się w ciągu 10 min. Do ostudzonej mieszaniny dodaje się wodę w ilości użytego uprzednio kwasu i kilka kropli 0,02% -owego wodnego roztworu czerwieni fenolowej. Ciągłe mieszając zobojętnia się 5-n NaOH, dodaje się nasyconego roztworu Na₃PO₄ (w ilości ml = 10% odważki mąki) i doprowadza mieszanie do pH 7, a następnie dodaje pankreatynę w ilości 4% w stosunku do odważki mąki. Mieszaninę trzyma się w termostacie przez kilkanaście godzin. Na następny dzień przenosi się mieszaninę do cylindrycznego rozdzielacza z rurką gumową i wytrząsa ruchem kołowym z eterem naftowym. Roztocze jako zanieczyszczenia zbierają się na granicy zetknięcia się dwóch warstw. Warstwę wodną usuwa

się przez gumową rurkę, pozostawiając jej nieco, a następnie kilkakrotnie przepływa wodą destylowaną. Pozostałość warstwy wodnej i warstwę eterową wylewa się przez rurkę na płytkę Petriego i rozdzielacz popłukuje się kilkakrotnie eterem. Po odparowaniu płynów roztocze liczy się pod lupą dwuokularową podkładając uprzednio pod płytkę papier milimetrowy. Jeżeli odważka mąki zawiera dużo roztoczy, liczenie jest dość uciążliwe.

Tabela VII
Oznaczenia zawartości guaniny oraz ilości rozkruszcza
mącznego w mąkach porażonych
(liczby ustawione w szeregu wzrastającym)

L.p. oznaczenia	%-owa zawartość guaniny	Ilość rozkruszków w 1 g mąki
1	0,045	141
2	0,05	292
3	0,15	548
4	0,35	1075
5	0,55	1600
6	0,55	2035
7	0,62	2196
8	0,90	2994
9	1,00	3200

średnia ilość rozkruszków w 1 g mąki $\bar{x} = 1466$ szt.

„ zawart. guaniny w mące poraż. $\bar{y} = 0,4685\%$

Stosując obydwa przepisy, wykonano oznaczenia mąk porażonych, a wyniki tych oznaczeń umieszczono w tabeli VII w szeregu wzrastającym.

Zależność ilości guaniny od ilości roztoczy. Wyniki z tabeli VII przeanalizowano wg metod statystycznych i stwierdzono, że istnieje zależność pomiędzy ilością roztoczy w mące a zawartością guaniny.

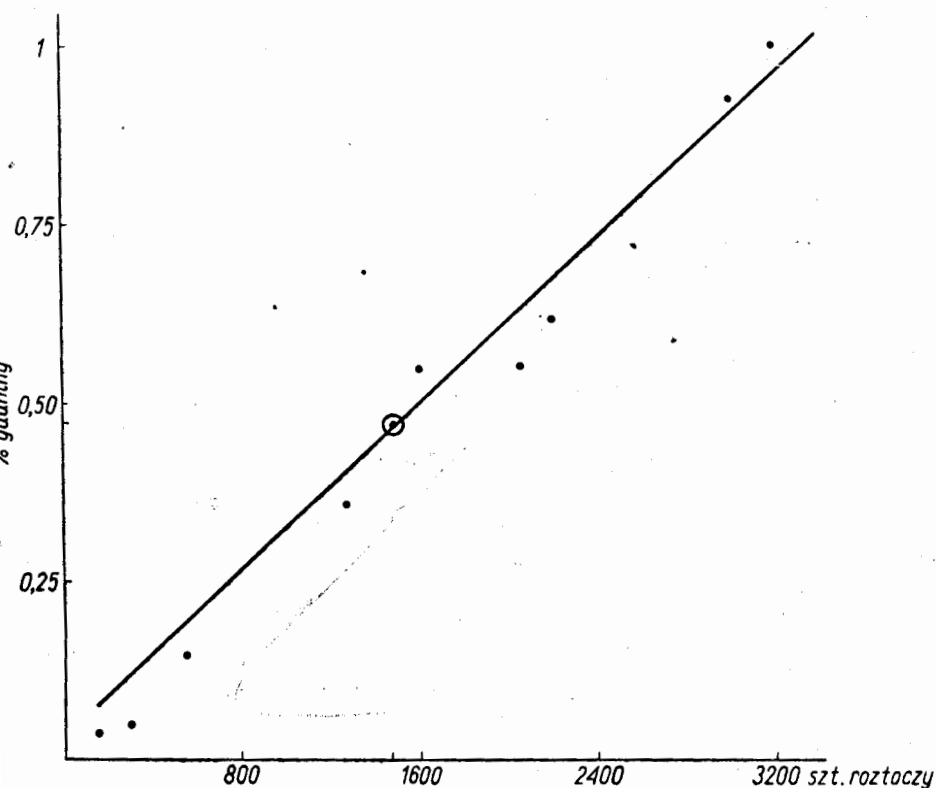
Korelacja jest liniowa; współczynnik korelacji wynosi $+0,965$, współczynnik regresji $a = \text{tga} = 0,9556$ co odpowiada kątowi $\alpha = \text{ca. } 43^\circ$. Na rycinie nr 3 naniesiono punkty odpowiadające rzeczywistym wynikom analiz.

Zależność korelacji od warunków biologicznych środowiska. Następne doświadczenie pozwoliło ustalić, że zależność pomiędzy ilością roztoczy i guaniną w mące porażonej może nie nastąpić w dwóch przypadkach:

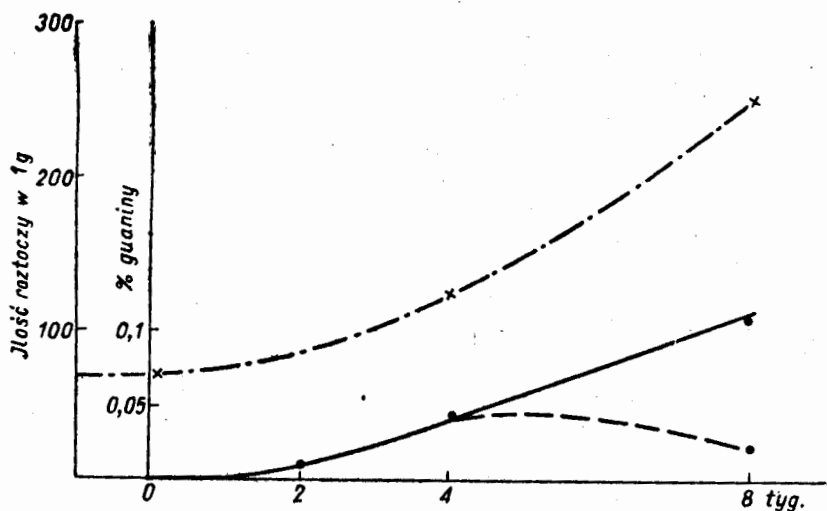
1. w pierwszych dniach ataku roztoczy na środowisko;

2. gdy następuje żywiołowy rozwój pleśni w mące porażonej.

Wyniki oznaczeń ilości roztoczy i wolnej guaniny w dwóch równoległych hodowlach, z których jedna uległa zapleśnieniu obrazuje rycina 4. Z biegu krzywych wynika, że gdy w mące rozwijają się mikroorganizmy, które można wyczuć organoleptycznie po charakterystycznym zapachu, daje się zaznaczyć zmniejszenie ilości wydalananej przez roztocze guaniny mimo wzrostu ilości roztoczy. Zmniejszenie jej ilości znajduje



yc. 3. Tablica korelacji (zależność pomiędzy ilością roztoczy i guaniną);
 ——— linia regresji



c. 4. Zawartość guaniny i ilość roztoczy w mące pleśniejącej i niepleśniejącej;
 -.-.- ilość roztoczy w 1 g mąki, ——— zawartość guaniny w mące niepleś-
 niejącej, - - - - - zawartość guaniny w mące pleśniejącej

wytłumaczenie w danych z piśmiennictwa, według których guanina jest stymulatorem rozwoju bakterii (33) i pleśni (34).

W tym, że guanina jest stymulatorem wzrostu mikroorganizmów leży w dużej mierze przyczyna nadmiernego wzrostu bakterii (1) i pleśni na produktach porażonych. W początkowej fazie porażenia roztocze niszczą pleśnie pobierając je jako pokarm (15). W późniejszym jednak okresie, gdy pozwalają na to warunki środowiska, daje się zaobserwować gwałtowny rozwój pleśni i wtedy roztocze giną (35, 36). Działanie guaniny jako czynnika pobudzającego wzrost pleśni jest również wyjaśnieniem faktu, dlaczego pieczywo z mąki porażonej łatwo pleśnieje. Fakt pleśnienia takiego pieczywa obserwowałem kilkakrotnie. Tutaj należy przypuszczać, że guanina wprowadzona do przewodu pokarmowego może spowodować zachwianie w równowadze mikroflory jelitowej i przyczynić się do powstania stanu chorobowego. Taka ewentualność mogła zaistnieć w doświadczeniach opisanych poprzednio (2).

Obliczenie strat azotowych substancji odżywczych w mące porażonej. Jeżeli uwzględni się, że guanina jest stymulatorem wzrostu dla bakterii i pleśni, a rozwój porażenia roztoczami powoduje intensywny rozwój mikroorganizmów należy przypuszczać, że zniszczenie białka musi być większe od sumy azotu wiązanego przez roztocze i guaninę w przeliczeniu na białko. Bilans strat można więc przeprowadzić tylko w przybliżeniu; dlatego należy uwzględnić, że

1) guanina nie jest jedynym związkami azotowym wydalany przez roztocze (5);

2) guanina może być zużywana w metabolizmie mikroorganizmów (33, 34);

3) pewne ilości guaniny mogą być ekstrahowane przez 2% -owy roztw. HCl z roztoczy w związku z przypuszczalną obecnością jej w stanie wolnym w ich organizmie.

Przybliżoną ocenę strat można przeprowadzić wg następującego rozumowania:

1. Ze wzoru sumarycznego $C_5OH_5N_5$ i ciężaru cząsteczkowego guaniny wynoszącego 152,13 wynika, że ilość azotu w cząsteczce wynosi 46,04%. Znając zatem procentową zawartość guaniny w próbce mąki i znając procentową zawartość ogólnego azotu można obliczyć w przybliżeniu procent białka strawionego i wydalonego przez roztocze. Po obliczeniu ilości guaniny w 1 g mąki porażonej oblicza się ilość azotu wiązanego przez ten związek. Wg tego straty azotu z substancji odżywczych w μg wynoszą 0,4604. a (gdzie a = liczbie μg guaniny znalezionej w 1 g mąki porażonej).

2. Z tabeli VI wynika, że 1 rozkruszek mączny wiąże przyżyciowo w swoim organizmie 0,1374 μg azotu, a więc znaną ilość rozkruszków b należy pomnożyć przez tę liczbę. (Straty zatem wynoszą 0,1374. b).

Uwzględniając powyższe przeliczenia procentową stratę odżywczych substancji azotowych w mące porażonej (x) można przedstawić w następujący sposób:

$$x \approx \frac{[(0,4604 \cdot a) + (0,1374 \cdot b)] \cdot 100}{c}$$

przy czym c = liczbie μg azotu w 1 g mąki porażonej.

Według tego obliczenia w przypadku analizy nr 1 (z tabeli VII) ilość zniszczonych przez rozkruszki związków azotowych w porażonej mące wynosi 1,65%, a w przypadku analizy nr 9 — 36,65%.

Następnie obliczono, że \bar{x} (1466 roztoczy w 1 g mąki) odpowiada 201,43 μg azotu, a \bar{y} (0,4685% guaniny wydalonej przez roztocze do 1 g mąki — tzn. 4685 μg tego związku) odpowiada 2156,97 μg azotu, a więc średnio rozkruszki wiążąc w swoim organizmie 201,43 μg azotu, wydają 2156,97 μg tego pierwiastka, niszcząc odpowiednią ilość białka. Z przeliczenia wynika, że stosunek \bar{x} do \bar{y} wynosi 0,0934, a \bar{y} do \bar{x} 10,708.

Uwzględniając ocenę statystyczną zależności pomiędzy ilością guaniny a ilością roztoczy w mące porażonej straty odżywczych związków azotowych (x) można przedstawić następująco:

- 1) gdy oznaczona jest ilość guaniny w 1 g mąki —

$$x \approx \frac{1,0934 \cdot 0,4604 \cdot a \cdot 100}{c}$$

- 2) gdy oznaczona jest ilość roztoczy w 1 g mąki —

$$x \approx \frac{11,708 \cdot 0,1374 \cdot b \cdot 100}{c}$$

W świetle tych rachunków ukazuje się, jak żarłoczne są te szkodniki i jak wielkie straty powodowane są przez rozkruszki. Doświadczenia obrazują również jak bardzo złożony jest sam proces „psucia się” mąki i jak trudna jest ocena przydatności produktu porażonego.

Z przeprowadzonych doświadczeń wynika, że do każdego produktu porażonego należy podchodzić jak do indywidualnego biotopu, w którym trzeba uwzględnić:

- 1) gatunek i ilość roztoczy;
- 2) ilość guaniny wydalonej przez roztocze;
- 3) jakość i ilość mikroorganizmów, których nie udaje się oddzielić od roztoczy.
- 4) stan rozkładu związków chemicznych stanowiących substrat.

Stosowanie tylko jednego wskaźnika może prowadzić do wniosków mylnych, a zatem do mylnej oceny przydatności porażonego artykułu spożywczego.

WNIOSKI

1. Porażenie mąki przez roztocze magazynowe powoduje destrukcję w części białkowej produktu; istnienie przyspieszonego procesu proteolitycznego jest oczywiste. Podczas gdy w mąkach prawidłowych w czasie przechowywania ilość związków azotowych rozpuszczalnych zmniejsza się, w mąkach porażonych ilość ta zwiększa się; powstają szybko hydrolizujące polipeptydy i wolne aminokwasy.

2. Część białka pobierana przez roztocze jako pokarm ulega strawieniu, przy czym z białek mąki powstają związki azotowe głównie (guanina i skleroproteiny) nieprzyswajalne przez organizmy wyższe (ludzi i zwierzęta).



3. Produkty przemiany materii roztoczy mogą być przyczyną zaburzeń przewodu pokarmowego i zakłóceń w przemianie materii. Obecność wolnej guaniny w produktach porażonych stwarza dobre warunki dla rozwoju mikroorganizmów w mąkach. Wolna guanina może również powodować namnażanie się mikroflory lub zakłócenie w jej równowadze w przewodzie pokarmowym, co z kolei prowadzi do stanów nieżytych przewodu pokarmowego w wyniku nagromadzenia się metabolitów mikroorganizmów zwłaszcza chorobotwórczych.

4. Ocena produktu porażonego przez roztocze na podstawie zawartości azotu ogólnego jest niewłaściwa, ponieważ nie odzwierciedla rzeczywistej wartości produktu i prowadzi do mylnej oceny wartości odżywczej. Ilość azotu ogólnego w mąkach porażonych jest większa w stosunku do suchej masy niż w mąkach prawidłowych; jest to wynikiem strat w części węglowodanowej.

5. Stwierdzenie ilości azotu wiązanego przez organizm rozkruszonką mączną i ustalenie obecności guaniny w kale roztoczy pozwala na obliczenie w przybliżeniu strat białka w produktach porażonych. Analiza statystyczna wykazała zależność pomiędzy ilością roztoczy i zawartością wolnej guaniny w mąkach porażonych. Wykazanie tej zależności pozwala na podstawie ilości roztoczy albo oznaczonej guaniny określić w przybliżeniu straty w części białkowej mąki.

6. Porównanie ilości azotu wiązanego w organizmie roztoczy z ilością tego pierwiastka wiązanego w wydalanej guaninie pozwala stwierdzić, że rozkruszek mączny jest bardzo żarłoczny i zużywa około 10-krotnie więcej związków azotowych niż wiąże w swoim organizmie. Ilość azotu wiązanego przez roztocze jest znaczna i wynosi ponad 70% suchej masy.

7. W ocenie przydatności produktu porażonego należy wziąć pod uwagę:

- a) gatunek i ilość roztoczy;
- b) ilość guaniny wydalonej przez roztocze;
- c) jakość i ilość mikroorganizmów;
- d) ocenę chemiczną (uwzględniając rozkład związków chemicznych mąki).

8. Wartość piekarska mąki porażonej obniża się.

9. Stosowanie dotychczasowej metody wykrywania i oceny stopnia porażenia za pomocą wygładzonej powierzchni jest niecelowe, ponieważ nie wykazuje roztoczy martwych. W celu ustalenia stanu porażonego produktu stosować można albo metodę hydrolizy kwaśnej i enzymatycznej, albo chromatograficzną wykazującą guaninę; metoda pierwsza jest wygodniejsza, gdy roztoczy jest niewiele, druga gdy porażenie jest długotrwałe, a zawartość guaniny w mące wynosi ponad około 0,05—0,1%.

10. Przeprowadzone doświadczenia potwierdzają moje wnioski w pracach poprzednich (1—4), że roztocze magazynowe są szkodnikami żywności o znaczeniu sanitarno-epidemiologicznym, higienicznym i ekonomicznym.

11. Mąka porażona przez roztocze magazynowe nie powinna być używana do żywienia ludzi. Ocena higieniczna każdej mąki porażonej jest konieczna, a decyzja o sposobie użytkowania produktu — na podstawie tej oceny — ostateczna.

Г. М л о д е ц к и

МАТЕРИАЛ ДЛЯ ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ,
ПОРАЖЕННЫХ АМБАРНЫМИ КЛЕЩАМИ. V.

Химические исследования пшеничной и ржаной муки, поражённой амбарными клещами. III.

Провели исследования изменений в азотной части муки, вызванных её поражением амбарными клещами. Поражение влечёт за собой деструкцию в белковой части продукта; образуются полипептиды и свободные аминокислоты. Белок, использованный клещами в качестве корма, переваривается, причем возникают азотные соединения (главным образом гуанин и склеропротеины), не усваиваемые высшими организмами.

Присутствие свободного гуанина в поражённых продуктах создаёт благоприятные условия развития микроорганизмов в муке. Свободный гуанин может являться причиной размножения микрофлоры и нарушения её равновесия в пищеварительном тракте; накопление же метаболитов микроорганизмов, в особенности, патогенных а также продукты обмена веществ клещей могут вызвать расстройства кишечного канала и нарушения в обмене веществ. Оценка поражённого клещами продукта, на основании содержания общего азота не отражает его действительной питательной ценности; вследствие потерь в углеводной части в поражённой муке получаются более высокие результаты, чем в правильной. Статистически проявили зависимость между количеством клещей и содержанием свободного гуанина в поражённой муке а также определили количество азота, связываемого организмом мучного клеща; это позволяет на основании количества клещей или определенного гуанина приблизительно определить потери в протеиновой части муки. Обнаружили, что мучной клещ весьма прожорлив и потребляет 10-тикратно больше азотных соединений, чем связывает в своем организме (в пересчете на азот). При оценке пригодности поражённого продукта следует принять во внимание: вид и количество клещей, количество гуанина, выделенного клещами, качество и количества микроорганизмов а также химическую оценку, учитывающую распад химических соединений муки. Применение метода „выглаженной поверхности“ является несоответствующим. С целью установления состояния поражённого продукта можно применять метод кислого и энзиматичного гидролиза или хроматографический. Первый метод удобнее, если клещей немного, второй — если содержание гуанина составляет свыше, приблизительно, 0,5 — 0,1%. Хлебопекарные качества поражённой муки снижаются. Поражённая мука не должна употребляться для питания людей. Гигиеническая оценка каждой поражённой муки необходима, и решение относительно способа её потребления (на основании этой оценки) окончательна. Амбарные клещи являются вредителями продовольствия как в санитарно-эпидемиологическом, так и в гигиеническом и экономическом смысле

H. M ł o d e c k i

MATERIALS FOR HYGIENIC EVALUATION OF FOODS INFESTED WITH
STORAGE MITES. V.

Chemical examination of wheat and rye flours infested with storage mites. III.

Research was concerned with changes that occur in nitric component of flours infested with storage mites. Such infestation brings about the destruction of corn proteins and formation of polypeptides and free aminoacids. When proteins col-

lected by a mite as a nourishment is digested, nitric compounds are formed (mainly guanine and scleroproteins) not to be assimilated by higher organisms. The presence of free guanine in infested flours makes the conditions favourable for the development of microorganisms in them. It may also cause reproduction of microflora or some disturbances in its equilibrium in the digestive system. Accumulation of metabolites of microorganisms, especially of pathogenic ones, and of mites may cause a dysfunction of the digestive tract and disturbances in metabolism.

Evaluation of an infested food on the basis of nitrogen contents does not reflect its real nourishing value. Such evaluation gives better results for infested flours than for normal ones because of the loss of carbohydrates.

Relation between the number of mites and free guanine contents in infested flour has been derived statistically and the quantity of nitrogen assimilated by an organism of a mite has been determined. Hence, any loss of corn protein can be determined if the number of mites or guanine contents in a flour is known.

It has been found that flour mite is rather gluttonous and can use up about 10 times greater amount of nitric compounds than it is able to assimilate in its organism.

In utility evaluation of the infested food the following must be taken into account: the kind and number of mites, quantity of guanine that they excrete, the kind and number of microorganisms, and chemical evaluation including the decay of chemical components of flour. The method of „smooth surface” should not be used for that. Instead, acid and enzyme hydrolysis or the chromatographic method can be used to determine the condition of an infested flour. First method is more suitable if only a small number of mites is present in a flour; the second—when guanine contents exceeds about 0.05–0,1%.

Baking value of an infested flour is low. Such flour should not be used to feed people. Hygienic evaluation of any infested flour is a necessity and the decision about its utility is final.

Food storage mites are pests of large sanitary and epidemiological, hygienic, and economic importance.

PISMIENICTWO

1. Młodecki H., Burzyńska H.: Roczniki PZH 7, 419, 1956. — 2. Młodecki H., Żurkowska T.: Roczniki PZH 8, 19, 1957. — 3. Młodecki H.: Roczniki PZH 10, 37, 1959. — 4. Młodecki H.: Roczniki PZH 10, 1959. — 5. Młodecki H.: Roczniki PZH 9, 1958. — 6. Anderson J. A., Alcock A. W.: Storage of Cereal Grains and their Products — St. Paul, Minnesota 1954 — tłum. rosyjskie Moskwa 1956. — 7. Jones D. B., Gersdorff C. E.: Cereal Chem., 18, 417, 1941. — 8. Neurath H., Bailey K.: The Proteins — New York 1953 — tłum. rosyjskie — Moskwa 1956–1958. — 9. Koźmina N. P., Krietowicz W. Ł.: Biochimija zerna i produktow jego pererabotki — Moskwa 1951. — 10. Rukosuew A. N.: Chimija i towarowedene muki i krupy Moskwa 1957.
11. Hess K.: Kolloid Z., 136, 84, 1954. — 12. Rohlich M., Adler G., Kramm O.: Z. Lebensmittel-Untersuch. — Forsch., 102, 85, 1955. — 13. Rohlich M., Rasmus R.: Z. Lebensmittel — Unters. — Forsch., 103, 89, 1956. — 14. Rodionow Z. S.: Uczonye Zapiski Moskovskogo ord. Lenina Gosud. Uniw., 42, str. 261, 1940. — 15. Boczek J.: Roczniki Nauk Rolniczych 75 A, 4, str. 559, 1957. — 16. Hase A.: Z Parasitenkunde 1–2, 765, 1929. — 17. Rzymowska C., Bernstein I., Grochowska J.: Roczniki PZH, 4, 1, 1953. — 18. Pisarew N. S.: Chemiczeskij analiz muki — Leningrad 1934 str. 180. — 19. Krauze S.: Materiały do Polskiego Kodeksu Żywnościowego War-

szawa 1948. — 20. *Noworytko J., Sarnecka-Keller M.*: Acta Biochim. Pol., 2, 91, 1955.

21. *Kosztójanc Ch. S.*: Osnovy sravnitelnoj fiziologii, t. I Moskwa—Leningrad 1951 — tłum. polskie 1955. — 22. *Dzierzgowski S., Jacewicz B.*: Roczniki PZH., 1, 376, 1950. — 23. *Skarzyński B.*: Chemia fizjologiczna — Warszawa, str. 76, 1956. — 24. *Szwabowicz A., Międzybrodzki K.*: Med. Weterynaryjna, 13, 475, 1957. — 25. *Szwabowicz A., Międzybrodzki K., Donigiewicz K.*: Med. Weterynaryjna, 13, 722, 1958. — 26. *Szwabowicz A., Międzybrodzki K., Schmit W.*: Med. Weterynaryjna, 14, 344, 1958. — 27. *Szwabowicz A., Międzybrodzki K., Pańkowska J., Holnicka B.*: Med. Weterynaryjna, 14, 556, 1958. — 28. *Reifer I.*: New Zealand J. of Sci. and Technol., Vol. XXI, No 4B. pp. 171b (1940) (odbitka). — 29. *Vavruch I.*: Chem. Listy, 48, 446, 1954. — 30. *Vitzhum*: Acarina — Leipzig 1943.

31. *Maloev R. M. S.*: Physiolog. Reviews, 18, 25, 1938. — 32. *Schmidt G., Liss M., Thannhauser*: Biochim. et Biophys. Acta, 16, 533 (1955) cyt. wg C. A. 49, 9828 c, 1955. — 33. *Stephenson M.*: Bacterial Metabolism, 1949 — tłum. rosyjskie Moskwa str. 259, 1951. — 34. *Robbins W. J., Kavanagli F.*: Proc. Natl. Acad. Sci. U.S., 28, 35, 1942. — 35. *Maurizio A.*: Nahrungsmittel aus Getreide, Berlin 1917, str. 108. — 36. *Sożyński J., Szwabowicz A., Międzybrodzki K.*: Med. Weterynaryjna, 14, 608, 1958.

Praca *J. Bartnika* — WARTOŚĆ ODŻYWCZA ŻYTA I JEGO PRZETWORÓW. Cz. I. Wpływ wysokości wymiału na zawartość niektórych składników odżywczych w żytnich przetworach młynarskich — została wydrukowana bez streszczeń w obcych językach. Roczniki PZH 1959, tom X, Nr 5.

Poniżej zamieszczamy streszczenia w języku rosyjskim i angielskim.

Я. Бартник

ПИТАТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ РЖИ И ПРОДУКТОВ ЕЯ ПЕРЕРАБОТКИ

Часть I. Влияние высоты помола на содержание некоторых питательных компонентов в мукомольных продуктах ржи
(Сматия в „Roczniki PZH” 1959, т. X, nr. 5)

Содержание

Так как питательная ценность ржи и ее продуктов технической переработки не была достаточно разработана, автор предпринял широкие исследования охватывающие несколько частей. В этой работе (I) исследовано было влияние помола на содержание некоторых питательных элементов в десяти типах мук и четырех типах ржаных отрубей, полученных из экспериментального помола одного и то же зерна местного происхождения. Типы этих продуктов представлены в табл. I и на рис. I.

Исследование содержания воды, белка, жира, растворимых углеводов, целлюлозы и золы, а также кальция, фосфора, железа, тиамина, рибофлавина и никотиновой кислоты во всех исследованных продуктах. Исследовалось также их энергетическую стоимость. Результаты этих исследований представлены в табл. II, III и IV а также на рис. 2.

Кроме того высчитано процентную продуктивность исследуемых элементов в отдельных продуктах переработки, получаемых всегда из одинакового количества помолённого зерна ржи (100 кг). Результаты представлены на табл. V и рис. 3. Оценку точности помола представлено на табл. VI.

Обращено внимание на параллельную зависимость между некоторыми питательными элементами в ржаных муках о различных помолах и более веские зависимости представлено на табл. VII. Полученные результаты определений и исчислений оговорены были в статье, подчеркнуто более веские. Оговорены они были на фоне польской и зарубежной литературы.

Обращено внимание на опубликованные отдельно добавочные труды оговаривающие питательные аспекты, относящиеся к описанной тематике.

J. Bartnik

NUTRITIONAL VALUE OF RYE AND ITS PRODUCTS

I. Effect of the degree of extraction on the content of some nutrients in rye milling products.

(The paper published in „Roczniki PZH”, 1959, V. X, no 5)

Summary

This work was undertaken in view of the insufficiency of data on the subject. In this paper (I) the effect of degree of extraction on the content of several nutrients was investigated; 10 types of flour and 4 types of bran, originating from an experimental milling of one batch of Polish rye grain, were studied.

The types of these products are listed in Tabl. I and Fig. 1.

In all products the moisture, protein, fat, soluble carbohydrate, fiber, ash, calcium, phosphorus, iron, thiamin, riboflavin and niacin contents were determined; their energy value was also calculated. The results are presented in Tab. II, III and IV, as well as in Fig. 2.

Furthermore the percent yield of nutrients in the above products, obtained from the same amount of rye grain (100 kg), was calculated; the results are shown in Tabl. V and Fig. 3.

An evaluation of the precision of extraction degrees was made in form of an extraction balance; the results are presented in Tabl. VI.

A parallel quantitative correlation between the content of some nutrients in flours of different extractions was observed; some of the more significant relationships are shown in Tabl. VII.

The results of determinations and calculations are discussed on the basis of other references.

Attention is called to a paper to be published separately, discussing the nutritional aspects of the investigated problems; its general conclusions are included in this paper.