

PORÓWNANIE JAKOŚCI TECHNOLOGICZNEJ PSZENICY I ŻYTA  
UPRAWIANYCH W WARUNKACH KONWENCJONALNYCH  
I GOSPODARSTWA EKOLOGICZNEGO

*Jarosław Mazurkiewicz*

Katedra Technologii Przemysłu Rolno-Spożywczego i Przechowalnictwa, Akademia Rolnicza  
ul. Skromna 8, 20-950 Lublin  
e-mail: jaroslaw.mazurkiewicz@ar.lublin.pl

**Streszczenie.** Celem badań było określenie w jaki sposób konwencjonalne i ekologiczne systemy gospodarki oraz różne dawki nawożenia azotem wpłynęły na technologiczną wartość pieczywa. Wykonano badania jakości technologicznej ziarna pszenicy ozimej odmiany Kobra i żyta odmiany Dańkowskie Złote uprawianych w warunkach ekologicznych i konwencjonalnych. Zboża uprawiane w warunkach ekologicznych wykazywały znacznie niższe wartości badanych cech fizycznych ziarna od uprawianych w warunkach konwencjonalnych. Wzrost poziomu nawożenia azotem przyczynił się do zmniejszenia gęstości, masy tysiąca ziaren i zmniejszenie wyciągu mąki, liczby opadania, wskaźnika sedimentacji oraz do zwiększenia zawartości białka ogólnego i glutenu. Zboża ekologiczne zawierały mniej białka, ale znacznie więcej azotanów. Pszenica ekologiczna zawierała znacznie mniej żelaza, cynku i kadmu niż pszenica nawożona azotem, więcej zaś ołowiu i magnezu. Żyto uprawiane w warunkach ekologicznych zawierało mniej ołowiu a więcej żelaza, cynku, kadmu i magnezu. Nawożenie azotem nie wpłynęło znacząco na wygląd zewnętrzny i skład pieczywa.

**Słowa kluczowe:** pszenica, żyto, nawożenie azotem, wartość technologiczna, żywność ekologiczna

WSTĘP

Konwencjonalny system gospodarki jest charakteryzowany jako system, w którym do produkcji roślin stosuje się łatwo rozpuszczalne nawozy sztuczne, natomiast w ekologicznym systemie uprawy substancje pokarmowe są dostarczone przez zielony nawóz lub z powoli rozpuszczalnych składników z naturalnie występujących źródeł [18].

Powszechnie uważa się, że żywność ekologiczna ma wyższą wartość odżywczą i zdrowotną niż żywność produkowana w sposób konwencjonalny. W wielu

krajach jest coraz więcej produktów żywnościowych noszących znak, że są ekologiczne. Jest duży popyt na takie produkty, pomimo tego że są one droższe od tych wyprodukowanych w sposób konwencjonalny. Trudno jest dać jednoznaczną odpowiedź czy faktycznie są one lepsze, mimo iż przeprowadzono szereg badań w tym zakresie [8,13]. Dominują tu prace dotyczące jakości żywności pochodzenia roślinnego, a wśród nich badania nad jakością zbóż uprawianych w warunkach ekologicznych i produkowanych z nich przetworów. Konsumenci wybierając ekologiczne produkty zwracają również uwagę na smak, wygląd i inne cechy jakościowe. Aby otrzymać zadowalający pod względem sensorycznym produkt, należy analizować zarówno składniki decydujące o wartości odżywczej, jak i przydatności technologicznej i przechowalniczej zbóż [9].

Powszechnie zwraca się uwagę na fakt, że zboża a w tym i pszenice pochodzące z gospodarstw ekologicznych zawierają mniej białka (nawet poniżej 9%), a więc i mniej białek glutenowych. Jest to konsekwencją niestosowania nawozów azotowych. Uzyskana mąka ma gluten gorszej jakości. Właściwości wypiekowe mąki uzyskanej z tych pszenic mogą być znacznie gorsze, gdyż zawartość białka wpływa na objętość i wygląd bochenka chleba. [2, 8]. Podkreśla się, że obniżenie zawartości białka ma stosunkowo niewielkie znaczenie żywieniowe, natomiast w dużym stopniu może wpłynąć na pogorszenie przydatności technologicznej ziarna, zwłaszcza pszenicy. Obniżenie zawartości białka można ograniczyć stosując właściwe warunki uprawy pszenicy, tzw. ekologicznej.

Ze względu na to, że wartość wypiekowa mąki z pszenic ekologicznych jest niższa, prowadzono badania nad ustaleniem parametrów technologicznych wypieku pieczywa z takiej mąki. Tym zagadnieniem zajmowali się Haglund i in. [8], Kihlberg i in. [13], którzy badali metodami sensorycznymi jakość wytwarzanego w różny sposób pieczywa z mąki „ekologicznej”. Problem, jak zmienić parametry wytwarzania ciasta i wypieku chleba, aby z pszenic ekologicznych uzyskać chleb dobrej jakości jest bardzo ważnym, ale nie do końca rozwiązany zagadnieniem.

Celem pracy było porównanie wybranych parametrów technologicznych ziarna i mąki oraz wartości odżywczej ziarna pszenicy i żyta pozyskiwanych z upraw ekologicznych i z upraw tradycyjnych ze zróżnicowanym nawożeniem azotowym.

#### MATERIAŁ I METODY

Wykonano badania jakości technologicznej ziarna pszenicy ozimej odmiany Kobra ze zbioru 2003 roku, uprawianej w warunkach zróżnicowanego nawożenia azotem w dawkach 0, 100, 200 kg·ha<sup>-1</sup> i uprawianej w warunkach ekologicznych oraz odmiany żyta Dańkowskie Żłote, uprawianego w warunkach ekologicznych i konwencjonalnych. Zakres pracy obejmował próbny przemiał ziarna w młynie

laboratoryjnym typu Quadrumat junior, a następnie analizę technologiczną mąki, w tym: liczbę opadania przy użyciu półautomatycznego aparatu firmy ZBPP Bydgoszcz, ilości glutenu mokrego wymywanego ręcznie, rozptywalności glutenu, wskaźnika sedymentacji Zeleny'ego oraz przeprowadzenie próbnego wypieku laboratoryjnego metodą bezpośrednią jednofazową.

Przed przemiałem oznaczono: masę tysiąca ziaren przy użyciu elektronicznego licznika nasion LN3, celność i wyrównanie ziarna mechanicznym sortownikiem z zestawem sit Vogla o rozmiarze szczelin 2,8; 2,5 i 2,2 mm, szklistość ziaren przy użyciu farinotomu.

Zawartość azotanów oznaczono według zmodyfikowanej metody spektrofotometrycznej zawartej w PN-92/A-75112. Modyfikacja polegała na tym, że próbę ogrzewano w 60°C przez 30 min, zamiast 90°C, w celu uniknięcia skleikowania.

Określono również zawartość metali ciężkich: kadmu, ołowiu w aparacie Spectr AA-880 firmy Varian, metodą bezpłomieniową, cynku i żelaza metodą płomieniową w aparacie Spectr AA-880 firmy Unicam 939.

Analizy wykonano w 3 powtórzeniach. Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej (test t-Student) przy użyciu programu komputerowego State-Bat.

#### WYNIKI I DYSKUSJA

Największą masą tysiąca ziaren (MTZ) wśród badanych prób cechowała się pszenica Kobra uprawiana w warunkach konwencjonalnych na poziomie nawożenia azotem N-100 kg·ha<sup>-1</sup> – 45,6 g (tab. 1). Masa 1000 ziaren żyta Dańkowskie Złote uprawianego w warunkach ekologicznych była wyższa (33,7 g), niż żyta uprawianego w warunkach konwencjonalnych (31,5 g).

Gęstość ziarna w stanie zsywnym jest miarą objętościową masy zboża i określa również pośrednio porowatość danej partii (tab. 1). Największą gęstością zsywną charakteryzowała się pszenica Kobra N-100 kg·ha<sup>-1</sup> (764 kg·m<sup>-3</sup>), najmniejszą zaś Kobra ekologiczna (717 kg·m<sup>-3</sup>). Wartości uzyskiwane dla pszenicy są analogiczne do masy tysiąca ziaren. Zarówno MTZ jak i gęstość zsywna jest największa dla dawki N-100 kg·ha<sup>-1</sup>, a najmniejsza dla dawki N-0 kg·ha<sup>-1</sup>. Żyto Dańkowskie Złote uprawiane w warunkach konwencjonalnych, podobnie jak pszenica było cięższe (757 kg·m<sup>-3</sup>), od uprawianego w warunkach ekologicznych (740 kg·m<sup>-3</sup>).

Badane ziarno pszenicy wykazywało duże zróżnicowanie pod względem celności i wyrównania w zależności od poziomu nawożenia azotem. Celność ziarna jest wyznacznikiem jego dorodności. Celność pszenicy Kobra zmniejszała się wraz ze wzrostem dawek nawożenia od 92,3% przy dawce N-0 kg·ha<sup>-1</sup> do 90,1% przy N-200 kg·ha<sup>-1</sup>. Pszenica uprawiana w warunkach ekologicznych wykazywała celność 90,7%. Żyto Dańkowskie Złote podobnie jak pszenica uprawiane w warunkach konwencjonalnych miało wyższą celność (56,0%), niż żyto

uprawiane w warunkach ekologicznych (43,1%). Wyrównanie ziarna określa procentowy udział ziarniaków o tych samych wymiarach w partii zboża. Dla pszenicy Kobra było równe celności, natomiast wyrównanie żyta uległo znacznemu zwiększeniu. I tak dla żyta uprawianego w warunkach ekologicznych celność wynosiła 81,6%, a dla żyta konwencjonalnego 77,6%. Reasumując należy stwierdzić, że zboża uprawiane w warunkach konwencjonalnych charakteryzowały się wyższą dorodnością niż zboża uprawiane w warunkach ekologicznych.

**Tabela 1.** Właściwości fizyczne ziarna pszenicy odmiany Kobra i żyta Dańkowskie Złote uprawianych w sposób ekologiczny i konwencjonalny przy różnych poziomach nawożenia azotem  
**Table 1.** Physical properties of grain of wheat, cultivar Kobra, and rye Dańkowskie Złote grown in ecological and conventional way at different levels of nitrogen fertilization

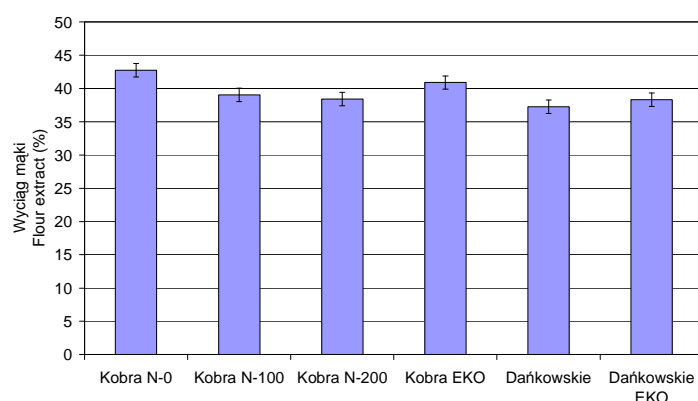
Odmiana pszenicy i żyta Wheat and rye cultivars	Wariant uprawy Variant of cultivation	Masa 1000 ziarn 1000 grain weight (g)	Gęstość ziarn w stanie usypnym Bulk density (kg·m <sup>-3</sup> )	Szklistość ziarna Vitreousness of grain (%)	Celność ziarna Grain fraction (>2,5 mm) (%)	Wyrównanie ziarna Grain uniformity (%)
Kobra	N-0	43,5 <sup>d</sup>	744,4 <sup>b</sup>	81 <sup>b</sup>	92,3 <sup>e</sup>	92,3 <sup>c</sup>
Kobra	N-100	45,6 <sup>e</sup>	764,4 <sup>c</sup>	89 <sup>c</sup>	91,5 <sup>de</sup>	91,5 <sup>de</sup>
Kobra	N-200	44,0 <sup>d</sup>	763,6 <sup>c</sup>	89 <sup>c</sup>	90,1 <sup>c</sup>	90,1 <sup>c</sup>
Kobra	Ekologiczna Ecological	41,9 <sup>c</sup>	717,8 <sup>a</sup>	72 <sup>a</sup>	90,7 <sup>cd</sup>	90,7 <sup>cd</sup>
Dańkowskie Złote	Ekologiczne Ecological	31,5 <sup>a</sup>	757,2 <sup>c</sup>	70 <sup>a</sup>	56,0 <sup>b</sup>	77,6 <sup>a</sup>
Dańkowskie Złote	Ekologiczne Ecological	33,7 <sup>b</sup>	740,6 <sup>b</sup>	86 <sup>c</sup>	43,1 <sup>a</sup>	81,6 <sup>b</sup>

Różnice dla wartości średnich oznaczonych innymi literami są statystycznie istotne (P<0,05).  
 Mean values with different superscripts are statistically different (P<0.05).

Najwyższą szklistością charakteryzowała się Kobra nawożona N-100 i N-200 kg·ha<sup>-1</sup> (po 89%), natomiast Kobra uprawiana bez dawki azotu wykazywała mniejszą szklistość (81%) niż pszenica nawożona azotem. Pszenica uprawiana w warunkach ekologicznych miała, w porównaniu z pszenicą konwencjonalną, zdecydowanie mniejszą szklistość (72%). To sugeruje, że zawartość białka w bielmie była mniejsza niż u pszenicy nawożonej azotem. Natomiast żyto Dańkowskie „ekologiczne” miało wyższą szklistość (86%) w porównaniu z żytem uprawianym w warunkach konwencjonalnych (70,5%). Obuchowski [17], Sadowska i in. [19], Luo [14] i Jakubczyk [10] potwierdzili wpływ wzrostu nawożenia azotem na zwiększenie szklistości ziarna, którą powiązano z jego twardością. Wielu autorów [5,11] stwierdziło zależność szklistości ziarniaków od zawartości białka. Szkliste

ziarniaki cechowały się jego większą zawartością, w porównaniu z mączystymi. Wg Cacak-Pietrzak i in. [3] szklistość ziarna wpływa znacznie na wydajność mąki śrutowej i wymiławowej oraz wodochłonność mąki i rozmiękczenie ciasta.

Stwierdzono obniżenie wyciągu mąki wynikające ze zwiększenia nawożenia azotem (rys. 1) od 42,7% (dla N-0 kg·ha<sup>-1</sup>), poprzez 39% (dla N-100 kg·ha<sup>-1</sup>) do 38,4% (dla N-200 kg·ha<sup>-1</sup>). Pszenica uprawiana w warunkach ekologicznych uzyskała średni wyciąg mąki – 40,9%. Wśród żyta nieznacznie większym wyciągiem charakteryzowało się zboże uprawiane w warunkach ekologicznych (38,3%) od żyta konwencjonalnego – 37,2%. Wyniki takie mogą sugerować, że niskie nawożenie azotem sprzyja uzyskaniu większego wyciągu mąki. Według Bogdanowicz i Biskupskiego [1] oraz Mazurkiewicza i Bojarczyka [15,16] stosowanie podwyższonego nawożenia azotowego powodowało obniżenie wydajności mąki, natomiast wpłynęło w sposób dodatni na zawartość glutenu i jej wartość technologiczną. Przeprowadzone w tej pracy badania potwierdziły to stwierdzenie zarówno w stosunku do pszenicy uprawianej w sposób konwencjonalny jak i do pszenicy ekologicznej.



**Rys. 1.** Porównanie wyciągów mąki uzyskanych z ziarna pszenicy odmiany Kobra i żyta Dańkowskie Złote uprawianych w sposób ekologiczny i konwencjonalny

**Fig. 1.** Comparison of flour extracts obtained from grain of wheat cultivar Kobra and rye Dańkowskie Złote grown in ecological and conventional way

Jakość kompleksu białkowego zawartego w mące oznaczona została za pomocą wskaźnika sedymentacji Zeleny'ego (tab. 2). Najwyższą wartością tej cechy charakteryzowała się pszenica Kobra przy nawożeniu N-100 kg·ha<sup>-1</sup> (35 cm<sup>3</sup>) i N-200 kg·ha<sup>-1</sup> (34 cm<sup>3</sup>). Wynika z tego, że wyższe wartości wskaźnika sedymentacji występują w mące z pszenicy nawożonej azotem. Warunki ekologiczne przyczyniają się do niskiej wartości sedymentacji (pszenica ekologiczna – 20 cm<sup>3</sup>, żyto ekologiczne – 12 cm<sup>3</sup>). Mąka z pszenicy, która ma być przeznaczona do wypieku,

powinna wykazywać co najmniej 20 cm<sup>3</sup>. Wielu autorów [4,14] stwierdziło wpływ wzrostu nawożenia azotem na wzrost białka ogółem, a tym samym przyczyniło się do zmiany struktury białka. Jak podają Tanaka i Bushuk [20] ilościowy udział frakcyjny białek zmienił się proporcjonalnie do zawartości białka ogólnego. Natomiast Doekes i Wennekes [6] wykazali jedynie podwyższenie frakcji wzrostu gliadyn. Daniel i in. [4] stwierdzili, że spowodowane to jest wzrostem syntezy  $\omega$ -gliadyn.

**Tabela 2.** Właściwości fizyczne mąki z pszenicy odmiany Kobra i żyta Dańkowskie Złote uprawianych w sposób ekologiczny i konwencjonalny przy różnych poziomach nawożenia azotem

**Table 2.** Physical properties of flour from wheat of cultivar Kobra and rye Dańkowskie Złote grown in ecological and conventional way at different levels of nitrogen fertilization

Odmiana pszenicy i żyta Wheat and rye cultivars	Wariant uprawy Variant of cultivation	Wskaźnik sedimentacji Sedimentation index (cm <sup>3</sup> )	Liczba opadania Falling number (s)	Liczba glutenowa Gluten number	Zawartość glutenu mokrego Content of wet gluten (%)	Rozpływalność glutenu Gluten deliquescence (mm)
Kobra	N-0	24,0 <sup>c</sup>	355 <sup>c</sup>	37,8	23,5	6
Kobra	N-100	35,5 <sup>d</sup>	369 <sup>c</sup>	45,5	30,8	8
Kobra	N-200	34,0 <sup>d</sup>	363 <sup>c</sup>	54,7	35,3	7
Kobra	Ekologiczna Ecological	20,0 <sup>b</sup>	315 <sup>b</sup>	Gluten lepki, siny, ciągnący się, niemożliwy do wymycia Sticky, grey, malleable gluten, impossible to wash out		
Dańkowskie Złote	Ekologiczne	22,5 <sup>bc</sup>	209 <sup>a</sup>	–	–	–
Dańkowskie Złote	Ekologiczne	12,5 <sup>a</sup>	202 <sup>a</sup>	–	–	–

Różnice dla wartości średnich oznaczonych innymi literami są statystycznie istotne ( $P < 0,05$ ), Mean values with different superscripts are statistically different ( $P < 0,05$ ).

Istotnym wskaźnikiem wartości technologicznej mąki jest liczba opadania określająca aktywność  $\alpha$ -amylazy [3]. Gwarancją uzyskania mąki pszennej o odpowiednim poziomie liczby opadania jest stosowanie do przemiału ziarna pszenicy o liczbie opadania w granicach 200-300 s. Wszystkie przebadane próby miały liczbę opadania w tym zakresie. Mąka odmiany Kobra uprawianej konwencjonalnie charakteryzowała się zbliżonymi wartościami liczby opadania ale z tendencją wzrostową przy podwyższaniu dawki nawożenia azotem (N-0 kg·ha<sup>-1</sup> – 355 s; N-100 kg·ha<sup>-1</sup> – 363 s; N – 200 kg·ha<sup>-1</sup> – 369 s). Pszenica ekologiczna cechowała się najniższą liczbą opadania: 315 s. Ziarno żyta charakteryzowało się niższymi wartościami liczby opadania

niż ziarno pszenicy, z uwagi na naturalnie wyższy poziom aktywności enzymów amylolitycznych. Żyto uprawiane w warunkach konwencjonalnych posiadało liczbę opadania nieznacznie większą (209 s).

Zawartość procentowa glutenu wzrastała wraz ze wzrostem nawożenia azotem do dawki N-200 kg·ha<sup>-1</sup>. Odmiana Kobra zawierała od 23,5% glutenu na poziomie N-0 kg·ha<sup>-1</sup> do 35,3% glutenu na poziomie N-200 kg·ha<sup>-1</sup>. Liczba glutenowa badanej odmiany wzrastała proporcjonalnie do wartości procentowej glutenu od 37,8 dla dawki N-0 kg·ha<sup>-1</sup>, poprzez 45,5 dla N-100 kg·ha<sup>-1</sup>, do 54,7 dla dawki N-200 kg·ha<sup>-1</sup>. W przypadku Kobyry ekologicznej gluten był lepki, niemożliwy do wymycia, siny i ciągnący się. Haber i in. [7] zauważyli, że zawartość glutenu w ziarnie wzrasta wraz ze zwiększeniem nawożenia. Karolini-Skoradzińska i in. [12] stwierdzili, że istnieje zależność zawartości glutenu od zawartości białka ogółem. Przeprowadzone badania potwierdziły taką zależność. Zwiększenie nawożenia powodowało wzrost zawartości glutenu w mące, który był jednocześnie lepszej jakości.

Właściwości fizyczne badanej mąki przedstawia tabela 2. Oznaczeniem cechującym jakość glutenu jest jego rozptywalność. Najlepszą mąką (o najmniejszej rozptywalności równej 6 mm) była mąka otrzymana z uprawy tradycyjnej nie nawożonej azotem. Najśłabszą jakością glutenu cechowała się Kobra na poziomie N-100 kg·ha<sup>-1</sup> (8 mm), średnią zaś Kobra N-200 kg·ha<sup>-1</sup> (7 mm).

Mąka została poddana badaniu laboratoryjnemu na zawartość metali ciężkich, tj. żelaza, cynku, ołowiu i kadmu (tab. 3) aby stwierdzić, czy badane zboża ekologiczne uważane za prozdrowotne i czyste ekologicznie, rzeczywiście takie są. Maksymalna zawartość metali ciężkich w ziarnie zbóż według Rozporządzenia Komisji nr 466-2001-WE z 8 marca 2001 nie może przekraczać 0,2 mg·kg<sup>-1</sup>. Z przeprowadzonych analiz wynika, że stężenie żelaza w pszenicy rosło wraz ze wzrostem nawożenia azotem. Przy braku nawożenia stężenie żelaza wynosiło 0,462 mg·kg<sup>-1</sup>, przy N-100 kg·ha<sup>-1</sup> – 0,561 mg·kg<sup>-1</sup>; N-200 kg·ha<sup>-1</sup> – 0,719 mg·kg<sup>-1</sup>. Pszenica Kobra uprawiana w warunkach ekologicznych wykazywała obecność nieco większej zawartości żelaza (0,485 mg·kg<sup>-1</sup>), niż pszenica nie nawożona azotem, ale uprawiana w warunkach konwencjonalnych. W przypadku żyta Dańkowskie Żłote zdecydowanie większą zawartością żelaza charakteryzowało się żyto uprawiane w warunkach ekologicznych (1,75 mg·kg<sup>-1</sup>). Prawie o połowę mniejszą wartość zawiera żyto konwencjonalne (0,895 mg·kg<sup>-1</sup>).

Zawartość cynku w przypadku pszenicy Kobra uprawianej w warunkach konwencjonalnych przedstawiała się analogicznie jak zawartość żelaza. Zawartość cynku wzrastała wraz ze wzrostem poziomu nawożenia azotem (od 0,166 mg·kg<sup>-1</sup> w pszenicy nie nawożonej do 0,283 mg·kg<sup>-1</sup> z najwyższą dawką azotu). Wartość ołowiu w ziarnie pszenicy Kobra ukształtowała się na tym samym poziomie w przypadku nawożenia azotem na stopniach N-0 i N-200 kg·ha<sup>-1</sup> (po 0,36 µg·kg<sup>-1</sup>). Pszenica

ekologiczna posiadała prawie dwukrotnie większą zawartość tego pierwiastka ( $0,7 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ ), niż analogiczne zboże uprawiane w warunkach konwencjonalnych. Odwrotna sytuacja przedstawiała się w przypadku żyta. Tutaj znacznie większą wartość ołowiu zawierało żyto konwencjonalne ( $0,99 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), w porównaniu z żytem ekologicznym ( $0,53 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ).

**Tabela 3.** Zawartość pierwiastków ciężkich i azotanów w ziarnie pszenicy odmiany Kobra i żyta Dańkowskie Żłote uprawianych w sposób ekologiczny i konwencjonalny przy różnych poziomach nawożenia azotem

**Table 3.** Content of heavy metals and nitrites in grain of wheat cultivar Kobra and rye Dańkowskie Żłote grown in ecological and conventional way at different levels of nitrogen fertilization

Odmiana pszenicy i żyta Wheat and rye cultivars	Wariant uprawy Variant of cultivation	Zawartość azotanów Content of nitrites ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	Zawartość metali ciężkich Content of heavy metals			
			Fe ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	Zn ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	Pb ( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	Cd ( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ )
Kobra	N-0	3,07 <sup>b</sup>	0,462 <sup>a</sup>	0,166a	0,36 <sup>a</sup>	1,342 <sup>c</sup>
Kobra	N-100	3,62 <sup>b</sup>	0,561 <sup>ab</sup>	0,270 <sup>bc</sup>	0,40 <sup>a</sup>	1,159 <sup>b</sup>
Kobra	N-200	0,45 <sup>a</sup>	0,719 <sup>bc</sup>	0,283 <sup>bc</sup>	0,36 <sup>a</sup>	0,990 <sup>ab</sup>
Kobra	Ekologiczna Ecological	6,40 <sup>d</sup>	0,485 <sup>a</sup>	0,238 <sup>ab</sup>	0,70 <sup>b</sup>	1,128 <sup>b</sup>
Dańkowskie Żłote	Ekologiczne Ecological	5,26 <sup>c</sup>	0,895 <sup>c</sup>	0,279 <sup>bc</sup>	0,99 <sup>c</sup>	0,837 <sup>a</sup>
Dańkowskie Żłote		76,4 <sup>e</sup>	1,750 <sup>d</sup>	0,292 <sup>bc</sup>	0,53 <sup>ab</sup>	0,863 <sup>a</sup>

Różnice dla wartości średnich oznaczonych innymi literami są statystycznie istotne ( $P < 0,05$ ), Mean values with different superscripts are statistically different ( $P < 0,05$ ).

Zawartość kadmu malała wraz ze wzrostem poziomu nawożenia azotem od  $1,342 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  przy dawce zerowej do  $0,99 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  przy  $\text{N-200 kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Zawartość kadmu w przypadku pszenicy ekologicznej w stosunku do pszenicy w uprawie konwencjonalnej kształtowała się średnią zawartością i wynosiła –  $1,128 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Żyto zawierało znacznie mniej kadmu niż pszenica, aczkolwiek większą jego wartość wykazało żyto uprawiane w warunkach ekologicznych ( $0,863 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ).

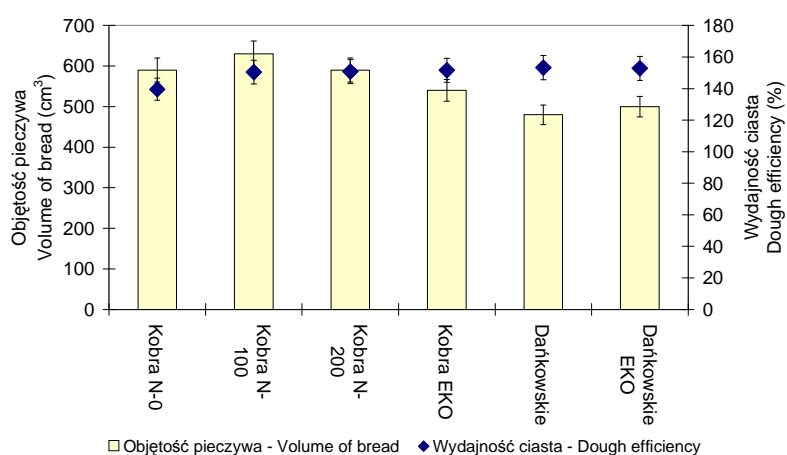
Reasumując należy stwierdzić, że zawartość metali ciężkich w jest zdecydowanie wyższa w zbożach uprawianych w warunkach konwencjonalnych, niż ekologicznych.

Zawartość azotanów była uzależniona od formy uprawiania zbóż. Zboża uprawiane w warunkach ekologicznych zawierały znacznie więcej azotanów niż zboża uprawiane w warunkach konwencjonalnych. Przy czym żyto ekologiczne zawierało dużo więcej azotanów ( $76,4 \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), niż pszenica ekologiczna ( $6,4 \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ). Pszenica Kobra uprawiana w warunkach nawożenia azotem  $\text{N-200 kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , wykazała



zerowe wartości azotanów na kilogram mąki. Pszenica uprawiana na poziomach N-0 i N-100 kg·ha<sup>-1</sup> wykazała odpowiednio 3,17 i 3,62 mg·kg<sup>-1</sup> zawartości azotanów.

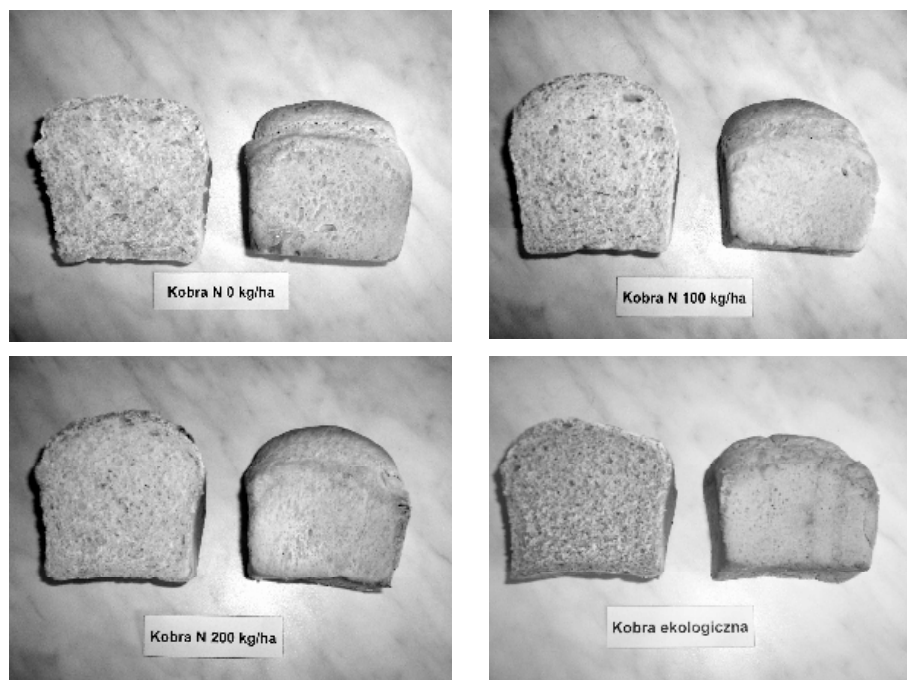
W celu określenia wartości wypiekowej mąki analizowanych odmian przeprowadzono próbną wypiek. Wyniki przedstawiono na rysunku 2 oraz na fotografiach 1 i 2. Najniższą wydajność ciasta posiadała mąka z pszenicy konwencjonalnej nie nawożonej azotem 139,6%. Pozostałe mąki z pszenicy miały zbliżoną wydajność, ale powyżej 150%. W życie nieznacznie niższą wydajność ciasta wykazywała mąka „ekologiczna” 152,8% w porównaniu z uprawianą konwencjonalnie 153,2%.



**Rys. 2.** Porównanie dwóch parametrów określających wartość wypiekową mąki z pszenicy odmiany Kobra i żyta Dańkowskie Złote uprawianych w sposób ekologiczny i konwencjonalny

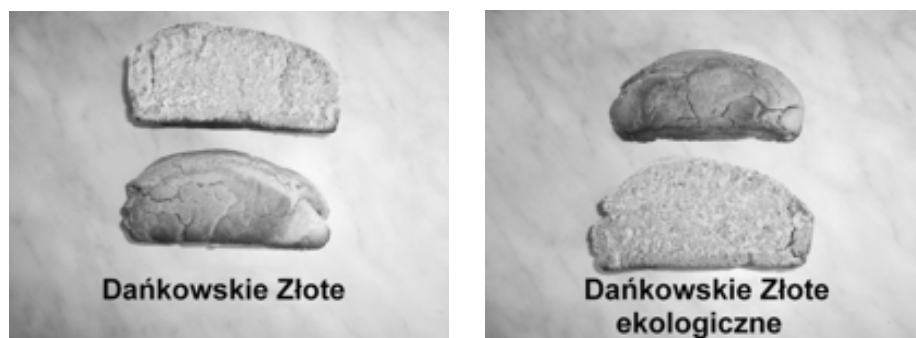
**Fig. 2.** Comparison of two parameters defining the baking value of flours obtained from wheat of variety Kobra and rye Dańkowskie Złote grown in ecological and conventional way

Największą objętość całkowitą uzyskał chlebek z Kobry N-100 kg (630 cm<sup>3</sup>), natomiast objętość Kobry N-0 i N-200 kg·ha<sup>-1</sup> była równa i wynosiła 590 cm<sup>3</sup>. Pszenica ekologiczna charakteryzowała się niższą objętością (540 cm<sup>3</sup>), niż pszenica nawożona azotem. Żyto Dańkowskie Złote konwencjonalne wykazywało objętość niższą (480 cm<sup>3</sup>), niż żyto ekologiczne (500 cm<sup>3</sup>). Próbną wypiek laboratoryjny wykazał, iż pieczywo uzyskane z pszenicy Kobra i żyta Dańkowskie Złote uprawianych zarówno w warunkach ekologicznych jak i konwencjonalnych posiadało kształt właściwy dla swojej formy, właściwy smak i przyjemny zapach. Różnica pomiędzy pieczywem ekologicznym a konwencjonalnym ujawniła się w charakterystyce miękiszu. Mięksisz pieczywa ekologicznego był szaroziemisty, a skórka brązowa i popękana, w porównaniu z kremowym miękiszem pieczywa konwencjonalnego i jego gładką skórka. Smak i zapach był przyjemny i właściwy dla



**Fot. 1.** Zdjęcia chlebów otrzymanych z pszenicy odmiany Kobra uprawianych w sposób ekologiczny i konwencjonalny przy różnych poziomach nawożenia azotem

**Photo 1.** Photo images of breads obtained from wheat of cultivar Kobra grown in ecological and conventional way at different levels of nitrogen fertilization



**Fot. 2.** Zdjęcia chlebów otrzymanych z żyta odmiany Dańkowskie Złote uprawianych w sposób ekologiczny i konwencjonalny

**Fig. 2.** Photo images of breads obtained from rye of cultivar Dańkowskie Złote grown in ecological and conventional way

pieczywa. Porównując próbny wypiek możemy stwierdzić, że wszystkie próbki zbóż z uprawy konwencjonalnej nadają się do wypieku. Próbki zbóż ekologicznych mogłyby być użyte jako surowiec do wypieku, ale przy zastosowaniu odpowiednio dobranej technologii uwzględniającej jej słabsze parametry technologiczne.

### WNIOSKI

Analiza i weryfikacja przeprowadzonych badań pozwoliła na sformułowanie następujących wniosków:

1. W badanych próbkach zboża stwierdzono wpływ nawożenia azotowego na zmianę cech fizycznych ziarna. W przypadku celności i wyrównania wartości rośły wraz ze wzrostem poziomu nawożenia azotem. Zboża uprawiane w warunkach ekologicznych wykazywały znacznie niższe wartości badanych cech fizycznych niż zboża uprawiane w warunkach konwencjonalnych.

2. Wzrost poziomu nawożenia azotem przyczynił się do zmniejszenia gęstości, masy tysiąca ziaren i szklistości. zmniejszenie wyciągu mąki, liczby opadania oraz wskaźnika sedymentacji.

3. Wzrost poziomu nawożenia azotem badanych odmian przyczynił się do zwiększenia zawartości białka ogólnego i glutenu. Obniżeniu uległa natomiast jakość glutenu. Zboża ekologiczne zawierały mniej białka, co było konsekwencją niestosowania nawozów azotowych.

4. Pszenica ekologiczna zawierała znacznie mniej żelaza, cynku i kadmu niż pszenica nawożona azotem, więcej zaś ołowiu i magnezu. Żyto ekologiczne zawierało mniej ołowiu a więcej żelaza, cynku, kadmu i magnezu niż żyto uprawiane w warunkach konwencjonalnych.

5. Zawartość azotanów była zdecydowanie wyższa w mące ekologicznej, niż w mące z upraw konwencjonalnych.

6. Nie stwierdzono znaczącego wpływu nawożenia azotem na wygląd zewnętrzny, smak i zapach pieczywa. Natomiast chlebki otrzymane z mąki zbóż „ekologicznych” różniły się znacznie od „konwencjonalnych” jakością miększu i skórki.

### PIŚMIENNICTWO

1. **Bogdanowicz M., Biskupski A.:** Zmiany we właściwościach przemiałowych i wypiekowych pszenicy ozimej Grany pod wpływem intensywnego nawadniania i intensywnego nawożenia. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 256, 236-239, 1982.
2. **Bolling H., Gerstenkorn P., Weipert D.:** Vergleichende Untersuchungen zur Verarbeitungsqualität von alternativ und konventionell angebautem Brotgetreide. Getreide, Mehl-und-Brot, 40, 46-51, 1986.

3. **Cacak-Pietrzak G., Ceglińska A., Haber T., Woś M.:** Porównanie wartości technologicznej pszennych mąk pasażowych, *Biuletyn Zakładu Technologii Zbóż, Dodatek do Przeglądu Zbożowo-Młynarskiego*, 9, 23-27, 2000.
4. **Daniel C., Triboli E.:** Effects of Temperature and Nitrogen Nutrition on the Grain Composition of Winter Wheat: Effects on Gliadin Content and Composition, *J. Cer. Sci.*, 32, 45-56, 2000.
5. **Dobraszczyk B.J., Whitworth M.B., Vincent J.F.V., Khan A.A.:** Single kernel wheat hardness and fracture properties in relation to density and the modeling of fracture in wheat endosperm. *J. Cer. Sci.*, 35, 245-263, 2002.
6. **Doekes G.J., Wennekes L.M.J.:** Effect of Nitrogen Fertilization on Quality and Composition of Wheat Flour Protein. *Cer. Chem.*, 59, 276-280, 1982.
7. **Haber T., Piątek I. W., Czubaj D., Dziewulska T.:** Wpływ poziomu i termin nawożenia azotowego na wartość technologiczną pszenicy „Alfa” i „Kolibri”. *Zeszyty Naukowe SGGW-AR*, 14, 67-79, 1981.
8. **Haglund A., Johansson L. Dahlstedt L.:** Sensory evaluation of wholemeal bread from ecologically and conventionally grown wheat. *J. Cer. Sci.*, 27, 199-207, 1998.
9. **Hansen L., Rose M. S.:** Sensory acceptability is inversely related to development of fat rancidity in bread made from stored flour. *Journal of the American Dietetic Association*, 96, 792-793, 1996
10. **Jakubczyk T., Haber T.:** Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Warszawa, 1981.
11. **Jankowski S.:** Zarys technologii młynarstwa i kaszarstwa. WNT, Warszawa, 1981.
12. **Karolini-Skoradzińska Z., Subda H., Korczak B., Kowalska M., Żmijewski M., Czubaszek A.:** Ocena technologiczna ziarna i mąki wybranych odmian pszenicy ozimej. *Żywność*, 2 (27), 68-77, 2001.
13. **Kihlberg I., Johansson L., Kohler A., Risvik E.:** Sensory qualities of whole wheat pan bread – influence of farming system, milling and baking technique. *J. Cer. Sci.*, 39, 67-84, 2004.
14. **Luo C., Branlard G., Griffin W. B., McNeill L.:** The effect of nitrogen and sulphur fertilization and their Interaction with genotype on wheat glutenins and quality parameters, *J. Cer. Sci.*, 31, 185-194, 2000.
15. **Mazurkiewicz J., Bojarczyk M.:** Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem na jakość technologiczną odmian pszenicy ozimej uprawianych w monokulturze, *Annales UMCS Sectio E*, 4, 1621-1629, 2004.
16. **Mazurkiewicz J., Bojarczyk M.:** Wartość technologiczna ziarna pszenic ozimych uprawianych w krótkotrwałej monokulturze w warunkach zróżnicowanego nawożenia azotem. *Materiały Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej, Puławy*, 51, 2003.
17. **Obuchowski W.:** Twardość ziarna pszenic, znaczenie technologiczne i czynniki oddziałujące na tę właściwość. *Roczniki AR w Poznaniu. Rozprawy Naukowe*, 152, 9-53, 1985.
18. **Oelhaf R.C.:** In organic agriculture, economic and ecological comparisons with conventional methods allanheld. Osmun & Co., New York, 1978.
19. **Sadowska J., Jeliński T., Fornal J.:** Comparison of microstructure of vitreous and mealy kernels of hard and soft wheat. *Pol. J. Food and Nutr. Sci.*, 8 (4), 3-15, 1999.
20. **Tanaka K., Bushuk W.:** Effect of protein Content and Wheat Variety on Solubility and Electrophoretic Properties of Flour proteins. *Cer. Chem.*, 49: 247-254, 1972

---

COMPARISON OF THE TECHNOLOGICAL QUALITY  
OF WHEAT AND RYE CULTIVATED IN CONVENTIONAL  
AND ECOLOGICAL FARM CONDITIONS

*Jarosław Mazurkiewicz*

Department of Food Technology and Storage, University of Agriculture  
ul. Skromna 8, 20-950 Lublin  
e-mail: jaroslaw.mazurkiewicz@ar.lublin.pl

**Abstract.** The purpose of the project was to study how conventional and ecological farming systems and different nitrogen fertilization affected the technological value and baking properties of grain. The investigations were concerned with the technological quality of winter wheat grain of variety Kobra and rye of variety Dańkowskie Złote grown in ecological and conventional conditions. Cereals grown in ecological conditions had considerably lower values of the studied physical features of grain than those grown in conventional conditions. Increased level of nitrogen fertilization contributed to a decrease in bulk density, weight of one thousand grains and in the extract number of the flour obtained, as well as in the fall number and sedimentation index, and caused an increase in the content of general proteins and gluten. Ecological cereals contained less proteins but considerably more nitrates. Ecological wheat contained considerably less iron, zinc and cadmium than wheat fertilized with nitrogen, but had a higher content of lead and magnesium. The ecological rye contained less lead and more iron, zinc, cadmium and magnesium. Nitrogen fertilization had no significant influence on the external appearance and composition of bread.

**Keywords:** wheat, rye, nitrogen fertilization, technological value, ecological foods