

Ludwika Martyniak

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach

Mo

Rola geno- i fenotypu oraz głównych czynników plonotwórczych (nawożenia i deszczowania) w kształtowaniu wartości technologicznej ziarna chlebowych odmian pszenicy jarej

Wstęp

W ostatnich latach w kraju i na świecie coraz więcej uwagi zwraca się na jakość zbieranego plonu przeznaczonego do bezpośredniego spożycia bądź jako surowca do przetworzenia. Wśród zbóż odmiany chlebowe pszenicy jarej zajmują szczególne miejsce ze względu na ich korzystne właściwości spożywcze i technologiczne. Konsument, płacąc za chleb, oczekuje, że pieczywo będzie pulchne, pachnące, długo utrzymujące świeżość. Zbadano, że za wymienione cechy odpowiadają dwie frakcje białka w mące pszenicy: glutenina i gliadyna, ściśle zespolone ze sobą w jeden kompleks, zwany glutenem. Według Kączkowskiego [5] odrębne właściwości białka glutenowego, które nadają pieczywu porowatą strukturę zwiększającą objętość chleba, wynikają w głównej mierze z niejednakowego ułożenia i konformacji dużych, wielołańcuchowych cząstek gluteniny i sposobu współdziałania z nimi znacznie mniejszych cząstek gliadyny. Wynika z tego, że nie ilość białka ogółem, ale ilość i jakość białka glutenowego decyduje o wartości technologicznej mąki.

Materiał i metodyka badań

W opracowaniu wykorzystano:

- materiały źródłowe COBORU (1972–1987) z zakresu wartości technologicznej ziarna odmian pszenicy jarej [1],
- badania kompleksowe IMUZ dotyczące wartości technologicznej ziarna odmian wysokojakościowych pszenicy jarej w warunkach deszczowania w zależności od poziomu nawożenia oraz różnego uwilgotnienia i kategorii gleby [9],
- materiały dotyczące rejonizacji produkcji zbóż chlebowych w Polsce [7].

Jakość ziarna pszenicy rozpatrywano z dwóch punktów widzenia:

- A. Wartości paszowej — miernikiem której jest zawartość białka ogółem. Wysoki jego udział w ziarnie świadczy o dużej wartości żywieniowej pasz, co nie zawsze jest równoznaczne z dobrą wartością wypiekową mąki.
- B. Przydatności dla przemysłu piekarniczego — ocenę jakości wypiekowej mąki określono testem sedymentacji wg Zeleny'ego. Wskaźnik ten jest wysoko skorelowany z większością wskaźników technologicznych mąki, a zwłaszcza z objętością chleba [8]. Jest on tym wyższy, im więcej znajduje się w badanej mące białek glutenowych, szczególnie wielocząsteczkowej gluteniny odznaczającej się wybitnymi zdolnościami pęcznienia.

Wyniki badań i dyskusja

Wartość technologiczna ziarna pszenicy zależy w dużej mierze od czynnika genetycznego [3,6,8], a kształtowana jest siedliskiem. Powszechnie wiadomo, że najbardziej cenne pszenice wysokoglutenowe pochodzą z klimatu kontynentalnego i stepowego, charakteryzującego się wysoką temperaturą, dużym usłonecznieniem i niedoborem opadów. Wyróżnia się dwa główne naturalne rejony produkcji pszenicy o dużej zawartości białka.

1. Rejony Zawołża, Przedkaukazie, stepowa część Ukrainy, płn. Kazachstan i częściowo wsch. Syberia.
2. Rejony Ameryki Płn i Afryki Płn.

Pszenice tych obszarów zawierają 17–19%, a w szczególnych przypadkach nawet 26% białka [10].

Dobrymi warunkami do jakościowej produkcji ziarna pszenicy jarej w Polsce charakteryzują się województwa środkowo-zachodnie (m.in. bydgoskie, konińskie, leszczyńskie, poznańskie). Są to rejony najodpowiedniejsze ze względu na gleby i duże nasłonecznienie oraz największy niedobór opadów w okresie wegetacji roślin. Województwa te cechuje również wysoki poziom kultury roli i plonu [7].

Wpływ genotypu i fenotypu na jakość ziarna i mąki pszenicy jarej

Do lat 80-tych nie wiele polskich odmian pszenic cechowała zadowalająca wartość technologiczna (tab.1). Do tego czasu warunkiem przyjęcia do rejestru i dopuszczenia do uprawy w kraju nowej odmiany była głównie ocena jej plenności, bowiem ze względów polityki agrarnej kładło się przede wszystkim nacisk na intensyfikację produkcji rolnej. Tymczasem jakość (podobnie zresztą jak i odporność odmiany na suszę) jest ujemnie skorelowana z plennością, to znaczy, że odmiany wysokojakościowe plonują nieco niżej od odmian intensywnych. Czasami zdarzają się jednak korelacje dodatnie, co oznacza, że drogą hodowli udaje się otrzymać odmiany o

Tabela 1. Wartość technologiczna odmian pszenicy jarej, średnie z lat 1972–1987 (doświadczenia COBORU), opracowano na podstawie danych źródłowych [1]

Odmiana	Pochodzenie	Lata badań	Liczba doświadczeń	Zawartość białka w ziarnie [%]	Ilość osadu wg testu sedym. [ml]
odchylenie od wzorca					
Wzorzec ¹	Szwecja	1972–1987	122	13,9	54,5
Carolla	d. NRD	1972–1975	25	-1,1	-11,1
Ramzes	d. NRD	1972–1974	18	-1,0	-11,1
Urbanka	SHR ² Urbanowice	1972–1975	25	0,2	-15,4
Kaspar	d. NRD	1973–1981	49	-0,6	-29,7
Alfa	SHR Kobierzyce	1974–1986	95	-0,6	-28,4
Sappo	Szwecja	1974–1984	74	-0,7	-3,1
Jara	d. Czecho-Słowacja	1975–1987	102	-0,6	-28,6
William	Szwecja	1980–1983	33	-0,4	-5,8
Henika	SHR Henryków	1983–1987	46	-0,2	-14,7
Eta	SHR Kobierzyce	1984–1987	37	-0,5	-21,4
Sigma	SHR Kobierzyce	1984–1987	37	-1,1	-3,6

¹ Kolibri (1972–1981), Kadett (1981–1987); ² Stacja Hodowli Roślin.

wysokiej zawartości białka, a jednocześnie zadowalającym plonie. Duży postęp hodowlany w poprawie wartości technologicznej ziarna pszenicy jarej w ostatnich latach sprawił, że aktualnie w doborze odmian zalecanych do uprawy w kraju zarejestrowanych jest pięć odmian chlebowych. Istnieje zatem realna możliwość rozszerzenia uprawy wysokojakościowej pszenicy zgodnie z wytycznymi rejonizacji odmian i kierunku produkcji.

Człowiek dotąd nie ma wpływu na zmianę klimatu. Jednak stan wiedzy o wpływie czynnika klimatycznego na biochemiczne procesy zachodzące w organizmie roślinnym pozwala na sterowanie gospodarką rolną w czasie (poprzez ustawienie terminu prac polowych w okresie wegetacji), jak i w przestrzeni (wytyczenie obszaru uprawy, czyli rejonizacja). W ten sposób człowiek może częściowo dostosowywać się do naturalnego przebiegu klimatu. Wegetacja roślin w warunkach naturalnych odbywa się jednak wyłącznie pod jego przemożnym oddziaływaniem, przy czym wszystkie składniki — jak światło, temperatura, opady — są ze sobą sprzężone i działają kompleksowo na roślinę.

Wyniki wieloletnich doświadczeń COBORU, prowadzonych w różnych warunkach klimatyczno-glebowych kraju, posłużyły do określania reakcji badanych odmian na zmienność tych warunków. Charakterystykę siedliska rolniczego Stacji Oceny

Odmian, w którym prowadzono doświadczenia, oparto na jednym z zasadniczych parametrów klimatycznych wpływającym na wysokość plonu i jakość ziarna pszenicy, jakim są opady w okresie wegetacji roślin. Dla wytworzenia bowiem ziarna o dobrej wartości technologicznej bardzo ważna jest odpowiednia wilgotność gleby, zwłaszcza od momentu zapylenia aż do dojrzałości. Ten pierwszy okres charakteryzuje gwałtowny wzrost zapotrzebowania na wodę. Jest to zrozumiałe, gdyż w tym czasie następuje intensywny przyrost bielma ("nalewanie ziarna"). Deficyty wodne w okresie po kwitnieniu sprzyjają natomiast biosyntezie w nasionach — związków białkowych.

Wyniki badań wskazują, że niebezpieczne dla utrzymania dobrej wartości technologicznej ziarna pszenicy są też nadmierne opady deszczu w czasie zbioru. Ziarno zmoknięte zawiera gluten częściowo rozłożony pod wpływem enzymów proteolitycznych (amylazy), wskutek czego obniża się wartość wypiekowa mąki. Wskazuje na to spadek wartości testu sedymentacji. Duże odchylenia od średniej opadów, jakie notowano dla poszczególnych miejscowości, w których prowadzono doświadczenia (tab.2), świadczą o dużej zmienności zarówno przestrzennej, jak i sezonowej tego parametru.

Tabela 2. Współczynniki zmienności oraz korelacji między sumą odpadów IV–VII a wartością technologiczną ziarna pszenicy jarej — średnie z lat 1972–1987, opracowano na podstawie danych źródłowych COBORU [1]

Miejscowość	Suma opadów [mm]		Zawartość białka w ziarnie [%]		Test sedymentacyjny [ml]		Współczynniki korelacji między sumą odpadów a	
	średnia arytmetyczna	współczynnik zmienności [Cv]	średnia arytmetyczna	współczynnik zmienności [Cv]	średnia arytmetyczna	współczynnik zmienności [Cv]	zawartością białka w ziarnie	testem sedymentacyjnym
Głębokie	233	41,8	12,2	6,2	44,1	12,6	-0,012	-0,206
Krzyżewo	242	26,1	12,2	13,5	34,3	23,4	-0,423	-0,331
Sielec	258	28,5	13,4	8,4	41,2	22,3	-0,049	-0,264
Przedwojewo	214	32,6	13,0	14,9	35,1	19,6	0,040	0,312
Białogard	260	30,1	14,2	13,1	44,3	20,6	-0,356	-0,146
Przelewice	228	31,1	13,9	10,5	43,3	16,9	-0,597	-0,482
Bojanowo	234	27,6	12,6	8,3	35,8	14,9	0,125	0,406
Zybiszewo	271	21,5	14,1	9,5	41,5	17,4	-0,095	-0,084
Średnia z lat i miejscowości	242		13,5		40,0			

Przeprowadzony rachunek korelacji między opadami w okresie wegetacji a zawartością białka oraz testem sedymentacji Zeleny'ego u badanych odmian nie zawsze wykazuje ścisłą zależność między tymi parametrami.

Oznacza to, że nie suma opadów, lecz ich rozkład w czasie wegetacji — zapewniający roślinom określone warunki wilgotnościowe gleby na danym etapie wzrostu i rozwoju — ma wpływ na gromadzenie się białka w ziarnie pszenicy oraz na jego jakość. Potwierdzeniem tego są wyniki doświadczeń wazonowych IMUZ przeprowadzone w latach 1982–1985 z czterema odmianami pszenicy jarej, które wskazują na istnienie wyraźnej ujemnej korelacji między uwilgotnieniem gleby w okresie wegetacji a wartością technologiczną ziarna.

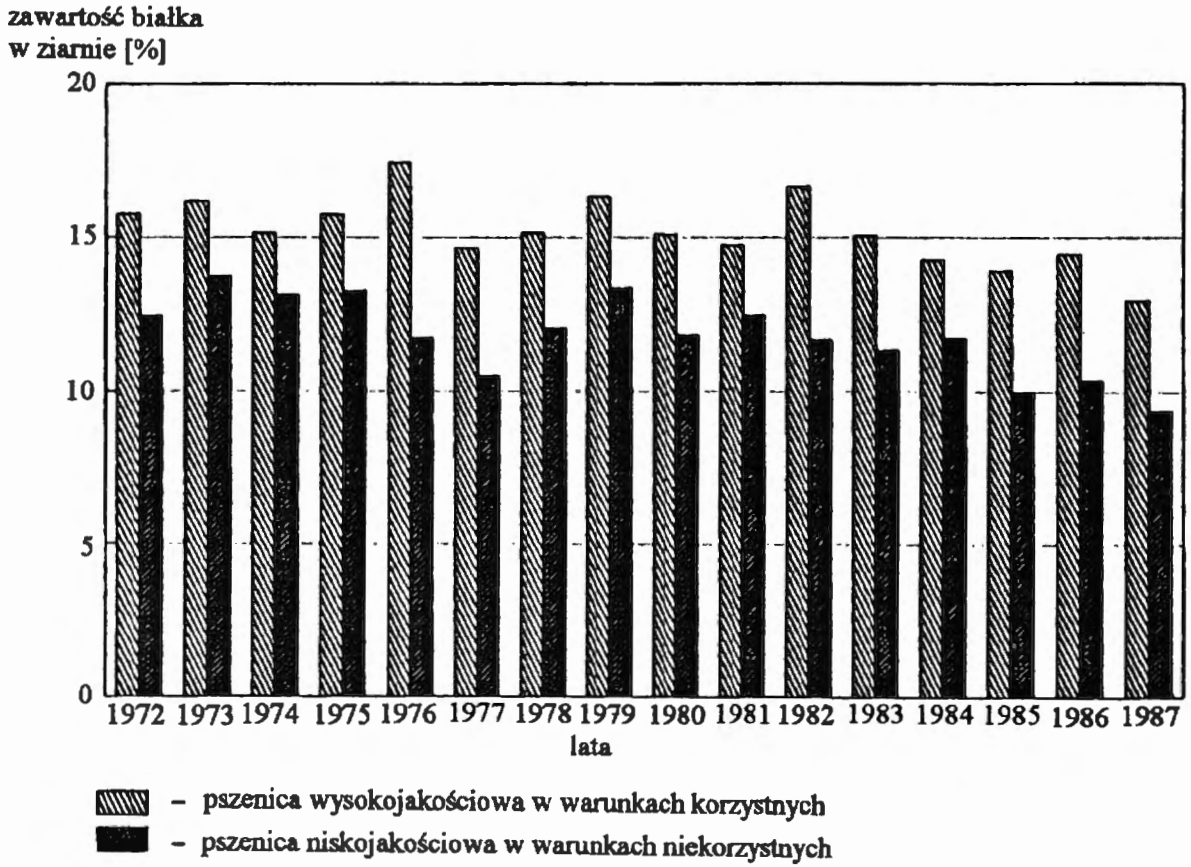
Jak wykazały badania, średnie z lat zróżnicowanie odmian pod względem zawartości białka jest mniejsze (12,8–14,1%) niż ich reakcja na wpływ środowiska (12,2–14,2% N) (tab. 1 i 2). O znaczącym wpływie warunków siedliska na kształtowanie wartości technologicznej ziarna badanej pszenicy świadczy wskaźnik sedymentacji. Rozpiętość pomiędzy wartością minimalną a maksymalną, podana w ml osadu testu sedymentacyjnego średnio z lat dla miejscowości, w jakich prowadzone były badania, mieściła się w przedziale 24,8–54,5 ml i była relatywnie znacznie większa niż różnica w zawartości białka.

Porównanie obu wskaźników jakościowych: zawartości białka (wartość żywniowa) i testu sedymentacji (wartość technologiczna mąki) dla ekstremalnych kombinacji genotypowo-fenotypowych w poszczególnych latach przedstawiono na rys. 1 i 2. Różnice w zawartości białka ogólnego między porównywanymi skrajnymi kombinacjami odmianowo-siedliskowymi były stosunkowo niewielkie, natomiast wartością wskaźnika testu sedymentacyjnego badane odmiany różniły się zasadniczo. Różnice pomiędzy wskaźnikiem odmian wysokojakościowych i niskojakościowych wynosiły od 17 do 71 ml w zależności od lat i od miejscowości, w których prowadzono doświadczenia. Mimo tak dużych wahań w reakcji na warunki środowiska charakterystyczne jest to, że odmiany wysokojakościowe we wszystkich latach badań mieściły się w granicach normy jakości (>30 ml osadu).

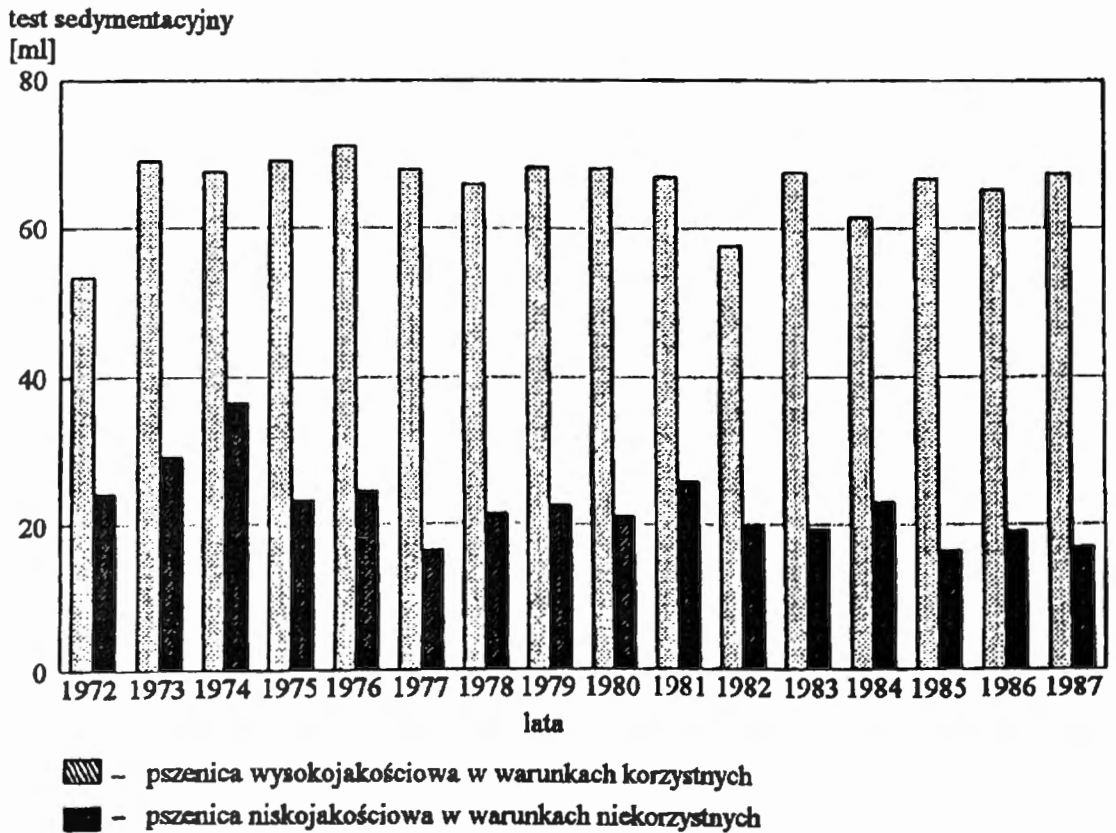
Jakość ziarna pszenicy w zależności od kategorii i różnego uwilgotnienia gleby

Pod uprawę pszenicy tradycyjnie przeznaczają się gleby najlepsze, o głębokim poziomie próchnicznym, uregulowanych stosunkach wodnych, pH zbliżonym do obojętnego i wysokim poziomie kultury rolnej. Na takich glebach uzyskuje się plony bardzo wysokie i ziarno dorodne. Ale wysoka masa tysiąca ziarn nie jest adekwatna do jego wartości technologicznej. Wyniki doświadczeń ścisłych IMUZ wskazują na dużą zależność zawartości białka w ziarnie od rodzaju gleby (rys. 3).

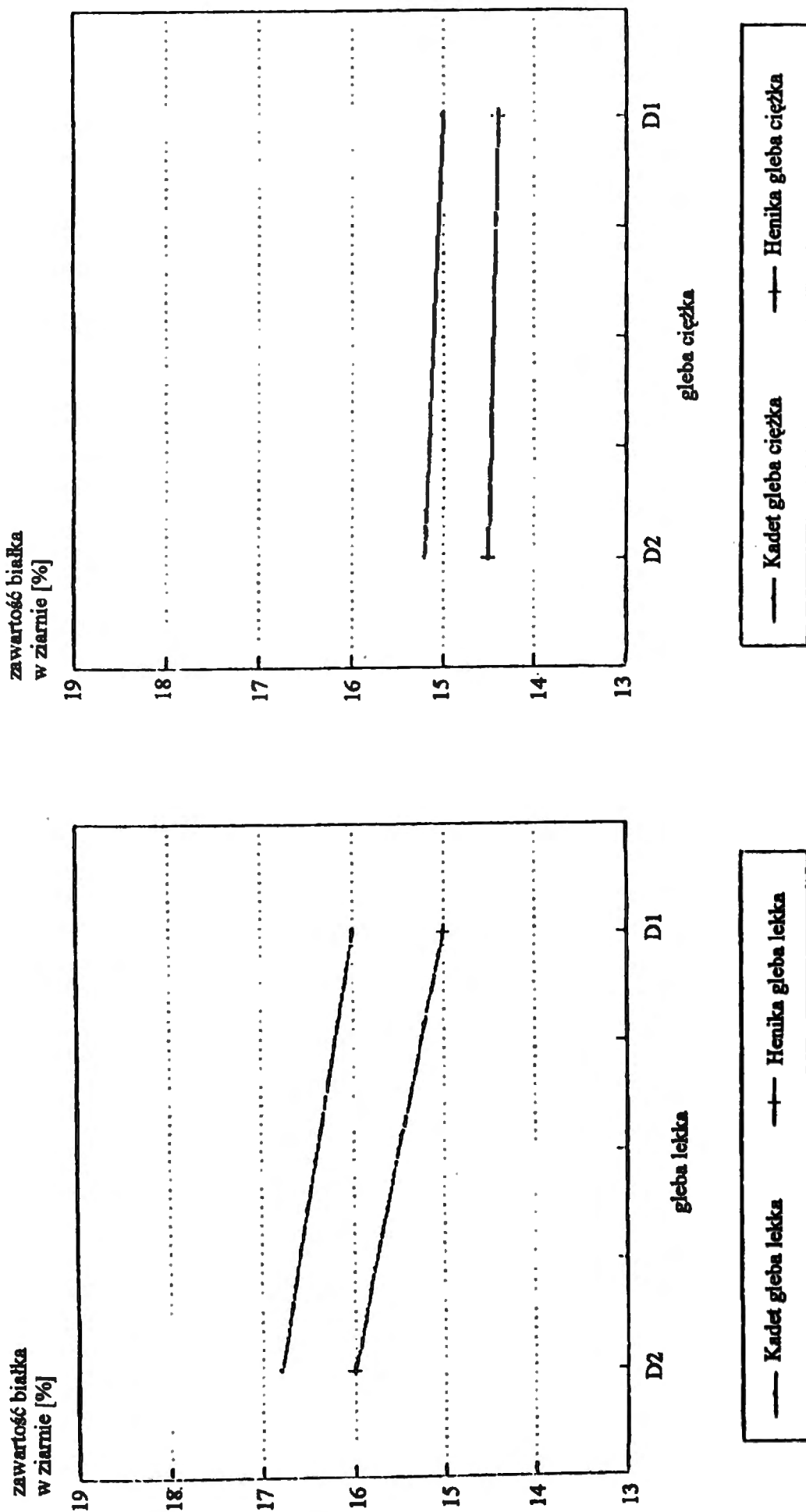
W porównywalnych warunkach uprawy doświadczenia mikropoletkowego, przeprowadzonego w hali wegetacyjnej IMUZ Falenty, wartość technologiczna ziarna



Rysunek 1. Zawartość białka w ziarnie pszenicy jarej — średnie z dwóch miejscowości dla odmiany. Opracowano na podstawie danych źródłowych COBORU [1]



Rysunek 2. Test sedymentacyjny wg Zeleny'ego — średnie z dwóch miejscowości dla odmiany. Opracowano na podstawie danych źródłowych COBORU [1]



Rysunek 3. Wpływ warunków glebowych na zawartość białka ogólnego w ziarnie pszenicy jarej, średnie z lat 1986–1987, doświadczenie mikropoletkowe, hala vegetacyjna IMUZ Falenty; D₁ — nawodnienia częste, małymi dawkami; D₂ — nawodnienia rzadsze, większymi dawkami wody

pszenicy kształtowała się odwrotnie proporcjonalnie w stosunku do ilościowej oceny plonu. Rośliny uprawiane na glebie lżejszej plonowały niżej, ziarno ich było drobniejsze niż na glebie zwięźlejszej, lecz za to wykazywały wyższą zawartość białka i lepszą jego jakość, a w konsekwencji wyższą wartość technologiczną. W warunkach większego deficytu wody w glebie ziarno charakteryzowało się większą zawartością białka. Jest to zgodne z badaniami Szarapowa [10], wg którego enzymy proteolityczne syntetyzujące ogniwa cząsteczek białek wymagają do swego działania środowiska mniej uwodnionego; bowiem w takim środowisku następuje bardzo ściśle połączenie pomiędzy glutaminą a gliadyną wiązanie typu S-S, a mniej S-H. Na skutek tego wzrasta siła i zawartość glutenu, co decyduje o dobrej jakości technologicznej ziarna.

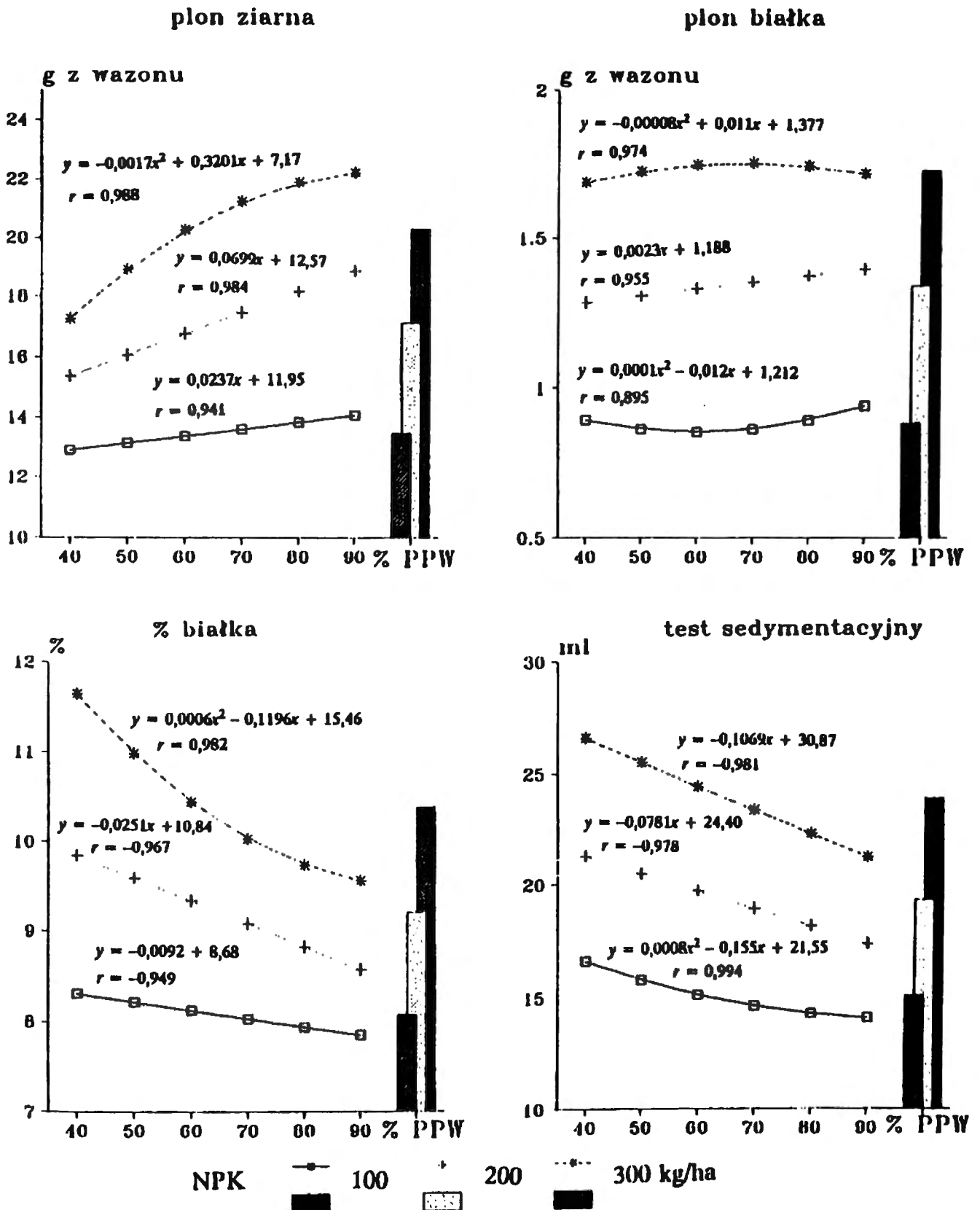
Gleby lżejsze, ze względu na dużą przepuszczalność, nigdy nie są zbyt mokre. Mniejsza pojemność wodna gleb sprawia, że wiosną szybciej obsychają i nagrzewają się, można więc przeprowadzić wcześniej siew, przedłużając w ten sposób okres wegetacji. Ze względu na ubogi kompleks sorpcyjny gleby lżejsze silniej reagują na nawożenie azotowe. Ponadto gleby te są bardziej przewiewne (więcej jest w nich przestworów wypełnionych powietrzem). Cechuje je duże natlenienie. Wszystko to sprzyja procesowi oksydoredukcyjnemu związków azotu.

Rola głównych czynników plonotwórczych (nawożenia i deszczowania) w kształtowaniu wartości technologicznej ziarna odmian chlebowych pszenicy jarej

Nawożenie jest jednym z silniej oddziałujących czynników na wartość technologiczną ziarna pszenicy. Czuba [2] — oceniając oddziaływanie nawożenia na wartość technologiczną ziarna — stwierdza, że "wpływ na niektóre wskaźniki przemiałowe jest przeważnie nieznaczny, lecz korzystny. Natomiast wpływ na niektóre właściwości wypiekowe mąki jest pożyteczny, co wiąże się z wyższą wartością białka glutenowego".

Wyniki doświadczeń wazonowych IMUZ z czterema odmianami pszenicy jarej wskazują na duży wpływ nawożenia NPK nie tylko na ilość zebranego plonu ziarna i białka z ha, ale również na wyraźny wpływ na jakość białka, miernikiem czego jest wartość sedymentacji mierzona ml osadu (rys. 4). Wysoce istotny wpływ nawożenia w reakcji odmian na wartość technologiczną ziarna wskazuje na genetyczne ich uwarunkowania.

Deszczowanie jest zabiegiem kosztownym i w naszych warunkach klimatycznych powinno się je stosować dopiero wtedy, gdy spełnione zostały wszystkie inne możliwości podniesienia wydajności. W praktyce deszczowanie stosuje się w całym zmianowaniu, wprowadzając płodozmian intensywny. Jednym z elementów zmianowań zwykle jest zboże, a wśród zbóż pszenice chlebowe są najcenniejsze.



Rysunek 4. Ilość i jakość plonu ziarna pszenicy jarej w zależności od nawadniania i nawożenia; średnia z czterech odmian i trzech lat 1983–1985, doświadczenia wazonowe; nawożenie: 1 — 100, 2 — 200, 3 — 300 kg/ha NPK

Deszczowanie jest przede wszystkim czynnikiem plonotwórczym, stabilizującym plon na wysokim poziomie niezależnie od lat posusznych, ale także wspomagającym działanie innych elementów wpływających na jego wielkość. I tak: efektywność nawozów mineralnych jest często, zwłaszcza na glebach lekkich, limitowana ilością i rozkładem opadów. Przy niekorzystnym układzie tych parametrów — deszczowanie decyduje o wykorzystaniu nawożenia.

Nawadnianie przez deszczowanie — oprócz wyraźnego oddziaływania na wzrost plonu — kształtuje jego jakość. Zmniejsza zawartość białka ogólnego w ziarnie oraz niektóre wskaźniki wartości technologicznej mąki i ciasta, poprawia wskaźniki wartości przemiałowej (tab. 3).

Wyniki doświadczeń polowych wskazują, że skutek zabiegu deszczowania następuje wzrost mtz, co poprawia wartość przemiałową mąki oraz zmniejsza się udział ziarn szklistych, co ułatwia przemiał. Jednoczesne uzupełnianie niedoborów

Tabela 3. Wpływ deszczowania na niektóre wskaźniki wartości technologicznej pszenicy jarej odmiany Henika w latach 1988–1990 — średnio z sześciu doświadczeń

Lp.	Zmiany wskaźników wartości technologicznej pod wpływem deszczowania [%]*							
	ziarno		mąka		ciasto		wydajność z ha	
	wskaźnik	%	wskaźnik	%	wskaźnik	%	cecha plonu	%
1.	zawartość białka ogółem	83	zawartość glutenu mokrego	80	oporność	107	ziarna	168
2.	zawartość wody w chwili sprzętu	100	test sedymentacyjny	72	rozciągliwość	88	mąki	169
3.	masa tysiąca ziarn	112	liczba opadania	107	energia	96	chleba	169
4.	szklistość	86	próbny przemiał — z pasazy śrutowych	96	wodochłonność	88	białka	140
5.	udział pośladu	79	— z pasazy wymiałowych	104	rozwój ciasta	82	glutenu	137
6.			wyciąg mąki ogółem	101	wartość walorymetryczna	94		

* Za 100% przyjęto wartość wskaźnika z obiektu nie deszczowanego.

wodnych gleby (czyli chwilowe duże jej uwilgotnienie) powoduje pogorszenie innych cech technologicznych mąki, jak: wodochłonność, rozwój ciasta, wartość walorymetryczna oraz ekstensogram ciasta, tj. rozciągliwość i energię ciasta. W przypadku dostatecznego nawożenia NPK, jakie miało miejsce w doświadczeniach, deszczowanie nie miało znaczącego wpływu na objętość chleba. W wyniku stosowanego zabiegu, skutek wzrostu plonu ziarna wzrastał również relatywnie plon białka oraz wydajność chleba z ha.

Wnioski

1. Decydującą rolę w kształtowaniu wartości technologicznej ziarna pszenicy jarej odgrywają właściwości genetyczne odmian oraz warunki klimatyczne, w których jest uprawiana.
2. Ziarno pszenicy jarej uprawianej na glebach lżejszych wykazuje większą zawartość białka i lepszą jego jakość, o czym świadczą wyższe wskaźniki testu sedymentacji.
3. Znaczącą rolę w podniesieniu zawartości białka w ziarnie pszenicy oraz polepszeniu jego jakości ma nawożenie zwłaszcza azotem.
4. Deszczowanie jest przede wszystkim czynnikiem plonotwórczym wspomagającym działanie innych elementów wpływających na wielkość uzyskanego plonu. Deszczowanie pszenicy jarej poprawia wskaźniki wartości przemiałowej, ale jednocześnie obniża zawartość białka ogólnego w ziarnie oraz jego jakość, powodując pogorszenie wartości wypiekowej mąki.
5. Umiejętne sterowanie głównymi czynnikami plonotwórczymi, tj. nawożeniem i gospodarką wodną roślin, stwarza warunki do produkcji ziarna pszenicy o wysokich parametrach technologicznych, a jednocześnie stabilnym plonie.

Literatura

- [1] COBORU. 1972–1987. Wyniki badań technologicznych z pszenicą jarą. Rękopis. Słupia Wielka.
- [2] Czuba R., Mazur T. 1988. Wpływ nawożenia na jakość plonów. PWN, Warszawa.
- [3] Dzieżyc J., Biskupski A. 1973. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 140.
- [4] Górecki R., Grzesiuk S. 1978. *Post. Nauk Roln.* 3.
- [5] Kączkowski J. 1971. *Post. Nauk Roln.* 2.
- [6] Klockiewicz-Kamińska E. 1983. Studia nad klasyfikacją jakościową ziarna rodów i odmian pszenicy uprawianych w Polsce. AR Poznań.
- [7] Krzymuski J., Krasowicz S. 1987. Rejonizacja produkcji zbóż chlebowych w Polsce. IUNG Puławy.
- [8] Lein A. 1972. *Die Muhle.* 25.
- [9] Martyniak L. 1992. Studia nad wartością technologiczną plonu ziarna wysokojakościowych odmian pszenicy jarej w warunkach deszczowania. IMUZ Falenty.
- [10] Szarapow N. 1956. Chemizm roślin a klimat. PWRiL, Warszawa.