

KAZIMIERZ NOWOROLNIK, HENRYK TERELAK

WPŁYW AGROCHEMICZNYCH WŁAŚCIWOŚCI GLEB NA PLON ZIARNA I BIAŁKA JĘCZMIENIA JAREGO I OWSA ORAZ ICH MIESZANKI

THE EFFECT OF SOIL PROPERTIES ON GRAIN AND PROTEIN YIELDS OF SPRING BARLEY, OATS AND THEIR MIXTURE

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy,
Puławy

Abstract: A series of field experiments with spring barley, oats and their mixture were carried out across Poland in years 1987–2003. Grain yield, protein content in grain and protein yield of cereals as effected by soil pH and P, K and Mg content in soil were determined. The highest grain and protein yields of cereals were obtained at soil pH above 5.5 and at P content above 48 mg, K content above 130 mg and Mg content above 60 mg in kg of soil. Higher protein content in grain of barley and oats was stated in the case of lower soil pH and lower P, K and Mg content in soil.

Słowa kluczowe: pH gleby, zasobność gleby w P, K i Mg, zboża jare, plon ziarna i białka.

Key words: soil pH; P, K and Mg content in soil, spring cereals, grain and protein yields.

WSTĘP

Jakość gleby jest jednym z głównych czynników determinujących wielkość plonów zbóż. Obok składu granulometrycznego gleby i stosunków wodno-powietrznych, duży wpływ na plon ziarna wywiera odczyn gleby, a także jej zasobność w składniki pokarmowe. W przypadku niskiego pH gleby wzrasta stężenie jonów glinu i innych metali, które toksycznie oddziałują na rozwój systemu korzeniowego i rozkrzewienie produktywne roślin zbożowych [Bilski 1988; Kuszelewski, Łabętowicz 1991; Nowakowski, Sadkowski 1994; Noworolnik 1989, 2001; Ślusarczyk i in. 1991]. Poszczególne gatunki zbóż różnią się pod względem wartości optymalnego pH gleby i ilością składników mineralnych zabieranych z plonem [Fotyma i in. 1986; Fotyma, Gosek

2000; Lityński, Jurkowska 1982]. Spośród zbóż jarych, najodporniejszy na kwaśny odczyn gleby jest owies, najmniej tolerancyjny zaś jęczmień. Owies charakteryzuje się ponadto dużym zapotrzebowaniem na potas [Praca zbiorowa 1993].

W wielu doświadczeniach stwierdzono istotne zróżnicowanie plonu ziarna jęczmienia jarego pod wpływem pH gleby [Kuszelewski, Łabętowicz 1991; Noworolnik 1989, 2001; Ślusarczyk i in. 1991], zasobności gleby w fosfor i potas [Noworolnik 1989] i zawartości magnezu w glebie [Dechnik i in. 1990; Noworolnik 2001; Zarychta, Noworolnik 1999]. Brakuje natomiast w literaturze informacji na temat wpływu wymienionych czynników na plonowanie owsa i mieszanki jęczmienia jarego z owsem.

Celem przeprowadzonych badań było porównanie plonowania mieszanki jęczmienia jarego i owsa z czystymi zasiewami tych gatunków w zależności od pH gleby oraz zawartości fosforu, potasu i magnezu w glebie. Określono zależności między zawartością białka w ziarnie zbóż jarych a niektórymi chemicznymi właściwościami gleby.

MATERIAŁ I METODY

Wyniki badań do niniejszego opracowania pochodzą z doświadczeń polowych przeprowadzonych przez wszystkie wojewódzkie ośrodki doradztwa rolniczego, w których porównywano plonowanie mieszanki jęczmienia jarego i owsa z czystymi zasiewami obu gatunków (1987–1995). W następnym okresie (1996–2003) badano plonowanie samej mieszanki tych zbóż w różnych warunkach siedliskowo-agrotechnicznych. Były to doświadczenia ściśle, 2-czynnikowe (dawki azotu, gęstości siewu), przy czterech powtórzeniach. Do opracowania posłużyły średnie plony ziarna i zawartości białka w ziarnie badanych zbóż przy dawce N – 60 kg · ha⁻¹ i gęstości siewu w sztukach na 1 m²: 340 ziarn jęczmienia jarego i 500 ziarn owsa, a w przypadku mieszanki 170 ziarn jęczmienia + 250 ziarn owsa. Nawożenie podstawowe stosowano w ilości: P₂O₅ – 50 kg · ha⁻¹ i K₂O – 70 kg · ha⁻¹. Przedplonem były rośliny zbożowe (głównie pszenżyto i pszenica). Doświadczenia prowadzono na glebach kompleksu żyniego: bardzo dobrego, dobrego i słabego.

Wyniki badań przedstawiono w grupach gleb różniących się zakresem pH: 4,2–4,7; 4,8–5,4; 5,5–6,0; zawartością (w czystym składniku) fosforu: 22–47; 48–69 i 70–100 mg · kg⁻¹ gleby, potasu: 58–90; 91–130 i 131–230 mg · kg⁻¹ gleby oraz zawartością magnezu: 15–30; 31–59; 60–100 mg · kg⁻¹ gleby (tab. 1–4). Istotność różnic między średnimi plonami ziarna, zawartością białka w ziarnie i plonami białka z poszczególnych grup doświadczeń (tab. 1–4) oceniono testem t-Studenta. Określono również wagowy udział jęczmienia jarego w plonie jego mieszanki z owsem (tab. 4).

WYNIKI

Odczyn gleb oraz zawartość w nich fosforu, potasu i magnezu istotnie determinowały plon ziarna jęczmienia jarego, owsa i ich mieszanki. Największy wpływ na zmienność plonów tych zbóż miała zasobność gleby w magnez, najmniejszy zaś zasobność w fosfor (tab. 1).

TABELA 1. Wpływ pH oraz zasobności gleby w fosfor, potas i magnez na plon ziarna jęczmienia jarego, owsa i ich mieszanki (1987–1995)

TABLE 1. Effect of soil pH and phosphorus, potassium and magnesium content in soil on grain yield of spring barley, oats and their mixture (1987–1995)

Wyszczególnienie Specification	Liczba doświadczeń Number of experiments	Plon ziarna – Grain yield [t/ha]		
		jęczmień jary spring barley	owies oats	mieszanka mixture
pH gleby, soil pH				
5,5–6,0	20	4,32 a*	4,02 a*	4,29 a*
4,8–5,4	27	3,70 b	3,86 a b	3,83 b
4,2–4,7	19	3,27 c	3,63 b	3,55 b
Zawartość P w glebie P content in soil [mg · kg ⁻¹]				
70–100	19	3,92 a	3,83 a b	4,04 a
48–69	24	4,05 a	3,94 a	4,08 a
22–47	23	3,48 b	3,62 b	3,65 b
Zawartość K w glebie K content in soil [mg · kg ⁻¹]				
131–230	22	4,28 a	4,04 a	4,17 a
91–130	26	3,86 b	3,95 a	4,06 a
58–90	18	3,37 c	3,46 b	3,53 b
Zawartość Mg w glebie Mg content in soil [mg · kg ⁻¹]				
60–100	21	4,45 a	4,43 a	4,48 a
31–59	25	4,01 b	3,94 b	4,00 b
15–30	20	3,28 c	3,26 c	3,57 c

*Wartości w tych samych kolumnach oznaczone innymi literami różnią się istotnie
Values in the same column followed by different letters are significantly different

Zarówno jęczmień jary i owies, jak i mieszanka tych zbóż reagowały dużą zniżką plonu ziarna w miarę spadku zawartości magnezu w glebie. Badane gatunki zbóż wykazały natomiast niejednakową reakcję na zasobność gleby w potas. Większą zniżkę plonu wraz ze spadkiem zawartości K w glebie stwierdzono w przypadku jęczmienia.

Zaobserwowano silniejszą ujemną reakcję jęczmienia jarego na zakwaszenie gleby w stosunku do mieszanki, a tym bardziej w porównaniu z owsem, który wykazał największą tolerancję na niskie pH gleby.

Wszystkie gatunki zbóż reagowały podobnie na zasobność gleby w fosfor. Niższy ich plon stwierdzono przy spadku zawartości P poniżej 48 mg w kg gleby. Zwiększenie zawartości P powyżej 70 mg w kg gleby nie wpłynęło dodatnio na plony ziarna zbóż jarych w stosunku do zawartości w granicach 48–69 mg · kg⁻¹ gleby (tab. 1).

TABELA 2. Wpływ pH oraz zasobności gleby w fosfor, potas i magnez na zawartość białka w ziarnie jęczmienia jarego, owsa i ich mieszanki (1987–1995)
 TABLE 2. Effect of soil pH and phosphorus, potassium and magnesium content in soil on protein content in grain of spring barley, oats and their mixture (1987–1995)

Wyszczególnienie Specification	Liczba doświadczeń Number of experiments	Zawartość białka w ziarnie [% s. m.] Protein content in grain [% d. m.]		
		jęczmień jary spring barley	owies oats	mieszanka mixture
pH gleby, soil pH				
5,5–6,0	20	11,8 a*	11,3 a*	11,6 a*
4,8–5,4	27	12,2 a b	11,5 a b	11,8 a b
4,2–4,7	19	12,6 c	11,8 b	12,1 b
Zawartość P w glebie P content in soil [mg · kg ⁻¹]				
70–100	19	12,0 a	11,5 a	11,7 a
48–69	24	12,0 a	11,3 a	11,6 a
22–47	23	12,5 b	11,7 a	12,0 a
Zawartość K w glebie K content in soil [mg · kg ⁻¹]				
131–230	22	12,0 a	11,4 a	11,6 a
91–130	26	12,1 a b	11,4 a	11,6 a
58–90	18	12,5 b	12,0 b	12,2 b
Zawartość Mg w glebie Mg content in soil [mg · kg ⁻¹]				
60–100	21	11,7 a	11,1 a	11,5 a
31–59	25	12,0 a	11,5 a	11,7 a
15–30	20	12,6 b	12,1 b	12,3 b

*Wartości w tych samych kolumnach oznaczone innymi literami różnią się istotnie
 Values in the same column followed by different letters are significantly different

Wpływ badanych właściwości gleby na zawartość białka w ziarnie zbóż jarych był odwrotny jak w przypadku plonu ziarna. Wyższą zawartość białka w ziarnie jęczmienia, owsa i ich mieszanki stwierdzono w przypadku kwaśnego odczynu gleby oraz niższej zasobności gleby w potas i magnez (tab. 2). Zmiany zawartości białka w ziarnie jęczmienia pod wpływem badanych czynników, z wyjątkiem zasobności gleby w fosfor, były podobne jak w ziarnie owsa i mieszanki obu zbóż. Nie stwierdzono bowiem istotnego zróżnicowania w nagromadzeniu białka w ziarnie owsa i mieszanki pod wpływem zawartości fosforu w glebie w odróżnieniu od jęczmienia, który wykazał wyższą wartość tej cechy przy niższej zawartości fosforu w glebie.

Badane czynniki wpływały na plon białka w ziarnie jęczmienia i jego mieszanki z owsem podobnie jak na plon ziarna. Ujemnie na plon białka badanych zbóż wpływało niskie pH gleby oraz mniejsza zasobność w magnez, potas i fosfor (tab. 3).

TABELA 3. Wpływ pH oraz zasobności gleby w fosfor, potas i magnez na plon białka w ziarnie jęczmienia jarego, owsa i ich mieszanki (1987–1995)

TABLE 3. Effect of soil pH and phosphorus, potassium and magnesium content in soil on protein yield in grain of spring barley, oats and their mixture (1987–1995)

Wyszczególnienie Specification	Liczba doświadczeń Number of experiments	Plon białka – Protein yield [kg/ha]		
		jęczmień jary spring barley	owies oats	mieszanka mixture
pH gleby, soil pH				
5,5–6,0	20	512 a*	455 a*	498 a*
4,8–5,4	27	420 b	446 a	452 b
4,2–4,7	19	411 c	427 a	431 b
Zawartość P w glebie P content in soil [mg · kg ⁻¹]				
70–100	19	469 a b	439 a	474 a
48–69	24	485 a	447 a	472 a
22–47	23	434 b	421 a	434 b
Zawartość K w glebie K content in soil [mg · kg ⁻¹]				
131–230	22	515 a	458 a	485 a
91–130	26	467 b	447 a b	470 a
58–90	18	423 c	418 b	428 b
Zawartość Mg w glebie Mg content in soil [mg · kg ⁻¹]				
60–100	21	522 a	494 a	513 a
31–59	25	483 b	451 b	469 b
15–30	20	411 c	396	438 b

*Wartości w tych samych kolumnach oznaczone innymi literami różnią się istotnie

Values in the same column followed by different letters are significantly different

Plon białka owsa nie różnił się istotnie w zależności od pH gleby i zawartości w niej fosforu. Spadek zasobności gleby w potas i magnez obniżał plon białka owsa.

Wyniki doświadczeń z mieszanką jęczmienia jarego z owsem (tab. 4) przeprowadzonych w latach 1987–2003 potwierdziły zróżnicowanie plonu ziarna i białka mieszanki w obrębie badanych grup ze względu na właściwości gleby stwierdzone w latach 1987–1995 (tab. 1–3). Plony mieszanki były istotnie niższe w warunkach kwaśnego odczynu gleby i mniejszej zawartości składników mineralnych w glebie (tab. 4). Udział jęczmienia w plonie ziarna mieszanki z owsem zmniejszył się w warunkach niższego pH gleby, a także mniejszej zawartości fosforu, natomiast zwiększał się pod wpływem obniżania zawartości potasu w glebie.

TABELA 4. Wpływ pH oraz zasobności gleby w fosfor, potas i magnez na plonowanie mieszanki jęczmienia jarego z owsem (1987–2003)

TABLE 4. Effect of soil pH and phosphorus, potassium and magnesium content in soil on yields of spring barley and oats mixture (1987–2003)

Wyszczególnienie Specification	Liczba doświadczeń No. of experiments	Plon ziarna Grain yield [t/ha]	% s. m. białka w ziarnie % d. m. of protein in grain	Plon białka Protein yield [kg/ha]	Udział jęczmienia w plonie ziarna Barley participation in grain yield [%]
pH gleby, soil pH					
5,5–6,0	28	4,42 a*	11,4 a*	504 a*	53
4,8–5,4	33	3,95 b	11,8 a b	466 a b	47
4,2–4,7	26	3,59 c	12,0 b	431 b	42
Zawartość P w glebie P content in soil [mg · kg ⁻¹]					
70–100	17	4,16 a	11,8 a	492 a	50
48–69	32	4,19 a	11,7 a	489 a	47
22–47	28	3,72 b	11,9 a	444 b	46
Zawartość K w glebie K content in soil [mg · kg ⁻¹]					
131–230	30	4,36 a	11,5 a	502 a	44
91–130	32	4,17 a	11,7 a b	488 a	47
58–90	25	3,55 b	12,0 b	424 b	52
Zawartość Mg w glebie Mg content in soil [mg · kg ⁻¹]					
60–100	29	4,61 a	11,4 a	524 a	49
31–59	32	4,10 b	11,8 a b	485 b	47
15–30	26	3,64 c	12,1 b	439 c	47

*Wartości w tych samych kolumnach oznaczone innymi literami różnią się istotnie
Values in the same column followed by different letters are significantly different

DYSKUSJA

Wyniki przeprowadzonych badań wykazały ujemny wpływ kwaśnego odczynu i niskiej zasobności gleby w fosfor, potas i magnez na plonowanie jęczmienia jarego, owsa i mieszanki obu gatunków, przy niejednakowej reakcji tych zbóż na badane czynniki. Stwierdzono mniejsze zróżnicowanie plonu ziarna i białka owsa pod wpływem pH gleby i zawartością fosforu oraz w mniejszym stopniu pod wpływem zawartości potasu w glebie w porównaniu ze zmiennością plonów jęczmienia. Związane jest to z lepiej rozwiniętym systemem korzeniowym i mniejszymi wymaganiami glebowymi owsa w porównaniu z jęczmieniem [Praca zbior. 1993]. Zróżnicowanie plonów mieszanki było pośrednie między czystymi zasiewami jęczmienia i owsa.

Większa zmienność plonu ziarna i białka zbóż pod wpływem zróżnicowanej zawartości magnezu w glebie w porównaniu z zawartością fosforu i potasu była spowodowana brakiem nawożenia magnezem.

Spadki plonu ziarna i białka jęczmienia jarego wraz ze wzrostem zakwaszania gleby były zbliżone do stwierdzonych we wcześniejszych badaniach [Noworolnik 1989, 2001]. W literaturze brak jest opracowań dotyczących wpływu pH gleby w doświadczeniach polowych na plonowanie owsa i jego mieszanki z jęczmieniem.

W badaniach przeprowadzonych w latach 1971–1986 stwierdzono [Noworolnik 1989] podobną reakcję jęczmienia jarego wyrażoną plonem ziarna w zależności od zasobności gleby w fosfor oraz słabszą na zasobność gleby w potas w porównaniu z wynikami niniejszej pracy. W literaturze krajowej brak jest opracowań dotyczących wpływu zawartości fosforu, potasu i magnezu w glebie, przy jednakowym poziomie nawożenia tymi pierwiastkami na plonowanie owsa i jego mieszanki z jęczmieniem. W badaniach na temat wpływu nawożenia fosforem i potasem zajmowano się wyłącznie reakcją zbóż na poziom nawożenia tymi składnikami i wielkością ich pobrania z plonem [Fotyma i in. 1986; Fotyma, Gosek 2000]. Duży dodatni wpływ wyższych zawartości magnezu w glebie (powyżej $60 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ gleby) na plony jęczmienia w porównaniu z glebą o jego mniejszej zawartości wykazują także wyniki innych badań [Noworolnik 2001; Zarychta, Noworolnik 1999].

Wyższe zawartości białka w ziarnie zbóż jarych uprawianych na glebach o gorszych właściwościach chemicznych otrzymane w niniejszych badaniach wiązać należy ze znanym zjawiskiem ujemnej korelacji plonu ziarna z zawartością białka. Podobne wyniki w tym zakresie uzyskano we wcześniejszych badaniach z jęczmieniem [Noworolnik 1989, 2001; Noworolnik, Strzelec 1991]. Większy wzrost zawartości białka w ziarnie jęczmienia jarego wraz ze spadkiem pH gleby i zawartości magnezu w glebie, aniżeli pod wpływem zawartości w niej fosforu i potasu wiąże się z większym zróżnicowaniem plonu ziarna tej rośliny pod wpływem pH gleby i zawartości magnezu w glebie (tab. 2).

Brak istotnych różnic plonu białka owsa w zależności od pH gleby i jej zasobności w fosfor w porównaniu z jęczmieniem (tab. 3) można tłumaczyć większą tolerancją owsa w stosunku do kwaśnego odczynu gleby oraz mniejszym jego zapotrzebowaniem na fosfor, przy jednocześnie dużym zapotrzebowaniu na potas [Lityński, Jurkowska 1982; Praca zbior. 1993].

WNIOSKI

1. Wysokie plony ziarna i białka jęczmienia jarego, owsa i ich mieszanki uzyskano w warunkach pH gleby powyżej 5,5; przy zawartości fosforu powyżej 48 mg, potasu powyżej 130 mg i magnezu powyżej 60 mg w 1 kg gleby.
2. Jęczmień jary wykazał większą wrażliwość na niekorzystne agrochemiczne właściwości gleby w porównaniu z owsem i mieszanką.
3. Wyższą zawartością białka w ziarnie zbóż jarych charakteryzowały się rośliny uprawiane w gorszych warunkach glebowych, tj. na glebach kwaśniejszych i mało zasobnych w fosfor, potas i magnez.

4. Większy udział jęczmienia w plonie ziarna mieszanki w porównaniu z owsem stwierdzono w przypadku gleb o pH powyżej 5,5 oraz niskiej ich zasobności w potas.

LITERATURA

- BILSKI J. 1988: Reakcja roślin na stresy mineralne powodowane zakwaszeniem i zasoleniem środowiska. Cz. 6: Wpływ Ca, P, Zn i kwasu huminowego na wzrost i skład chemiczny siewek dwóch odmian jęczmienia w indukowanych warunkach zakwaszenia. *Biul. IHAR* **167**: 153–161.
- DECHNIK I., ŁABUDA S., FILIPEK T. 1990: Reakcja jęczmienia jarego na zróżnicowaną wilgotność i wysycenie kompleksu sorpcyjnego gleby kationami. *Rocz. Glebozn.* **3/4**: 95–100.
- FOTYMA M., LISTOWSKI A., WITEK T. 1986: Agroekologiczne podstawy uprawy roślin. PWRiL, Warszawa.
- FOTYMA M., GOSEK S. 2000: Zmiany w zużyciu nawozów potasowych i ich konsekwencje dla żyzności gleby i poziomu produkcji roślinnej w Polsce. *Nawozy i Nawożenie* **1(2)**: 9–50.
- KUSZELEWSKI L., ŁABĘTOWICZ J. 1991: Skutki niezrównoważonego nawożenia mineralnego w świetle trwałego doświadczenia polowego. *Rocz. Glebozn.* **3/4**: 9–17.
- LITYŃSKI T., JURKOWSKA H. 1982: Żyzność gleby i odżywianie się roślin. PWN, Warszawa.
- NOWAKOWSKI W., SADKOWSKI A. 1994: Wpływ wanadu na wzrost siewek jęczmienia jarego w warunkach kwaśnego odczynu podłoża. *Biul. IHAR* **190**: 33–37.
- NOWOROLNIK K. 1989: Produkcyjność jęczmienia jarego w zależności od niektórych czynników agrotechnicznych i siedliskowych. *Prace IUNG* **R(263)**: 1–37.
- NOWOROLNIK K. 2001: Wpływ czynników edaficznych na plon ziarna i białka jęczmienia jarego. *Pam. Puł.* **126**: 71–76.
- NOWOROLNIK K., STRZELEC J. 1991: Wpływ gęstości siewu i warunków glebowych na plon ziarna jęczmienia ozimego. *Fragm. Agron.* **1(29)**: 44–51.
- PRACA ZBIOROWA pod red. J. Mazurek 1993: Biologia i agrotechnika owsa. *Prace IUNG* **R(304)**: 1–308.
- ŚLUSARCZYK M., BIAŁY Z., NOWACKA D. 1991: Wpływ odczynu gleby i dawki magnezu na zawartość i skład cukrowców oraz związków fenolowych w jęczmieniu jarym. *Pam. Puł.* **99**: 129–144.
- ZARYCHTA M., NOWOROLNIK K. 1999: Zmienność plonowania jęczmienia jarego w zróżnicowanych warunkach edaficznych pól produkcyjnych. *Pam. Puł.* **114**: 381–385.

Prof. dr hab. Kazimierz Noworolnik
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
24-100 Puławy, ul. Czartoryskich 8
e-mail: leszcz@iung.pulawy.pl