

# ZALEŻNOŚĆ PLONOWANIA GROCHU SIEWNEGO OD WYBRANYCH WŁAŚCIWOŚCI GLEBY

**Iwona JASKULSKA, Dariusz JASKULSKI, Karol KOTWICA**

Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszczy, Katedra Podstaw Produkcji Roślinnej i Doświadczalnictwa

*Słowa kluczowe: cechy biometryczne roślin, pH, plon nasion, skład granulometryczny, zasobność gleby*

## Streszczenie

W zróżnicowanych warunkach glebowych ukształtowanych pod wpływem wieloletniego nawożenia organicznego i mineralnego oraz naturalnej ich zmienności badano zależność plonowania grochu siewnego od uziarnienia gleby, zawartości węgla organicznego, pH oraz zasobności w przyswajalne formy makroelementów. Oceniono cechy biometryczne, elementy plonowania i plon nasion grochu siewnego (*Pisum sativum* L.). Przeprowadzono ocenę zmienności i analizy: czynnikową, korelacji, regresji prostej i wielokrotnej.

Na podstawie badań stwierdzono duże zróżnicowanie właściwości gleby, zwłaszcza na obiektach nienawożonych i nawożonych obornikiem wraz z mineralnymi formami azotu, fosforu, potasu oraz magnezu i regularnie wapnowanych. Warunki glebowe najbardziej różnicowały obsadę roślin grochu siewnego, liczbę strąków na roślinie i masę nasion w strąku. Plon nasion zależał od składu granulometrycznego gleby oraz zawartości materii organicznej. Korzystnie na jego poziom wpłynęła większa zawartość ziaren frakcji drobniejszych niż piaszkowa oraz zawartość węgla organicznego w glebie.

## WSTĘP

Żyzność, urodzajność i produktywność gleb, kształtowane w efekcie naturalnego procesu glebotwórczego oraz ukierunkowanej działalności człowieka, zależą przede wszystkim od ich składu granulometrycznego, zawartości węgla organicznego i właściwości fizykochemicznych [NOWOROLNIK 2008; TURSKI 2010]. Wła-

ściwości te w agroekosystemach są dostosowywane do wymagań roślin uprawnych. Służą temu, między innymi, takie zabiegi jak nawożenie organiczne i mineralne, wapnowanie [MIJANGOS i in. 2010; PALYS i in. 2009]. Pod ich wpływem zmianom ulegają odczyn gleby, ilość i jakość materii organicznej, zasobność w składniki pokarmowe, właściwości fizyczne [LENART i in. 2005; PUŁA, ŁABZA 2004].

Czynniki organizacyjno-ekonomiczne polowej produkcji roślinnej wymuszają jednak często uprawę roślin w warunkach siedliskowych, w tym glebowych, odbiegających od wymagań gatunku czy odmiany. Wyniki badań wskazują, że groch siewny silnie reaguje na warunki siedliskowe [GRABOWSKA, BANASZKIEWICZ 2009], a nie tylko na intensywność technologii uprawy [PRUSIŃSKI 2007; SZWEJKOWSKA 2005]. Znajomość reakcji roślin na te warunki umożliwia dostosowanie do nich elementów agrotechniki i optymalne wykorzystanie potencjału genetycznego roślin.

Celem badań było określenie zależności plonowania grochu siewnego od uziarnienia gleby, zawartości węgla organicznego, pH oraz jej zasobności w przyswajalne formy makroelementów.

## METODY BADAŃ

Badania przeprowadzono w statycznym doświadczeniu nawozowym w Mochelku k. Bydgoszczy (53°12' N, 17°51' E), położonym na glebie płowej typowej z poziomami: A<sub>p</sub>, E<sub>et</sub>, B<sub>t</sub>, C. Gleba ta zakwalifikowana jest do IVa klasy bonitacyjnej i kompleksu żyniego bardzo dobrego. Stosowano w nim dwa poziomy nawożenia rekultywacyjnego: I – bardziej intensywny (6 t CaO·ha<sup>-1</sup>, w celu podniesienia pH gleby, które na niektórych poletkach po wieloletnim zróżnicowanym nawożeniu zmniejszyło się do <4,0, oraz średnio w ciągu roku P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 80 i K<sub>2</sub>O 120 kg·ha<sup>-1</sup>); II – mniej intensywny (CaO – 3 t, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 40 kg, K<sub>2</sub>O – 60 kg·ha<sup>-1</sup>). Czynniki ten zastosowano po wcześniejszym wieloletnim nawożeniu: 1. – bez nawożenia, 2. – słoma + NPK, 3. – wyłącznie NPK + Ca, 4. – wyłącznie NPK, 5. – wyłącznie obornik oraz obornik wraz z: 6. – PK, 7. – NK, 8. – NKMg, 9. – NP, 10. – NPMg, 11. – NPK, 12. – NPKMg, 13. – NPK + Ca, 14. – NPKMg + Ca. Wieloletnie wielowariantowe nawożenie organiczno-mineralne [JASKULSKA 2003] oraz naturalna zmienność w obrębie pola doświadczalnego spowodowały duże zróżnicowanie warunków w obrębie 28 obiektów glebowych. W obiektach tych określono zmienność właściwości warstwy ornej gleby (0–25 cm). Oceniono jej uziarnienie, w tym udział frakcji piaskowej, pyłowej, ilowej oraz łącznie frakcji o średnicy ziaren <0,05 mm. Oznaczenia wykonano metodą analizy laserowej. Określono również pH<sub>KCl</sub> gleby oraz zawartość węgla organicznego i przyswajalnych form: fosforu, potasu i magnezu. Analizy wykonano w Stacji Chemiczno-Rolniczej. Groch siewny odmiany „Ramrod” uprawiano w ogniwie zmianowania jęczmień jary, groch

siewny, pszenica ozima w latach 2005–2007. Ocenie biometrycznej materiału roślinnego podlegały: obsada roślin grochu przed zbiorem, długość pędu, liczba strąków na roślinie, liczba i masa nasion w strąku, masa tysiąca nasion i plon nasion.

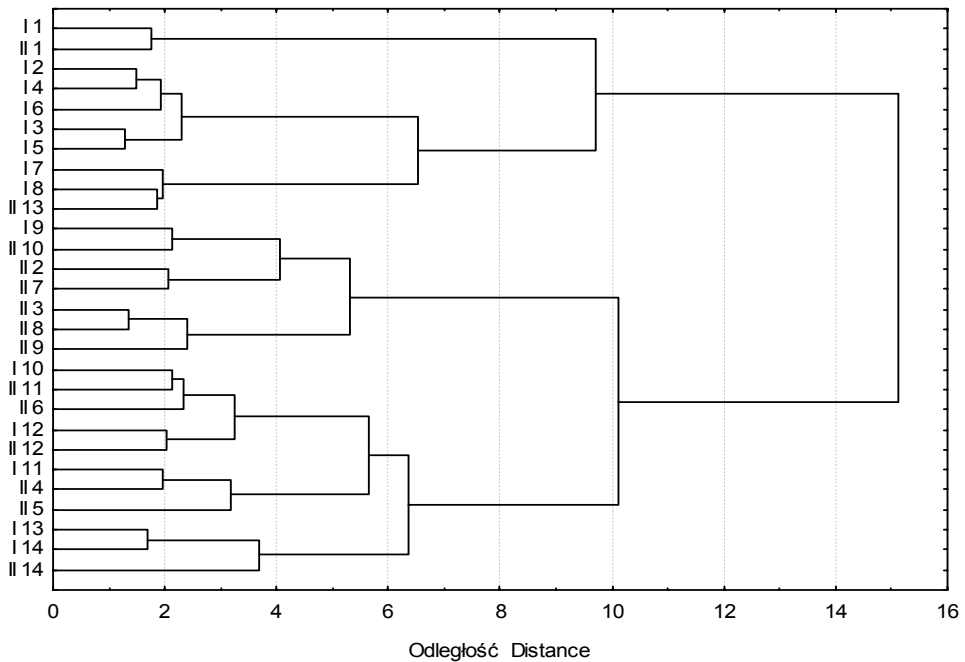
Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej. Wykorzystano procedury oceny zmienności oraz analizy: czynnikowej, korelacji, regresji prostej i wielokrotnej. Obiekty glebowe pogrupowano w drzewie dychotomicznym metodą Warda na podstawie ocenianego składu granulometrycznego i właściwości chemicznych. Obliczono odchylenia standardowe i współczynniki zmienności parametrów charakteryzujących właściwości gleby oraz roślin grochu. Określono wielkość i istotność współczynników korelacji prostej Pearsona między cechami gleby a roślin grochu. Dla istotnych zależności plonu nasion grochu od właściwości gleby wykonano prostą i wielokrotną analizę regresji. W celu oceny związku między cechami biometrycznymi i plonem nasion grochu siewnego w zróżnicowanych warunkach glebowych wykonano analizę głównych składowych. W statystycznym opracowaniu wyników wykorzystano arkusz kalkulacyjny Excel oraz pakiet programów statystycznych Statistica 7.

## WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Właściwości gleby, wynikające z jej uziarnienia i wieloletniego nawożenia organiczno-mineralnego, są silnie zróżnicowane. Spośród 28 obiektów najbardziej różniły się te, które przez ponad 50 lat nie były nawożone, niezależnie od poziomu późniejszego nawożenia rekultywacyjnego – I1, II1 od nawożonych nawozami mineralnymi NPK oraz Mg z jednocześnie regularnie stosowanym obornikiem i wapnowanych – I13, I14, II14 (rys. 1).

W obrębie pola doświadczalnego wszystkie badane właściwości gleby i cechy roślin grochu siewnego były zróżnicowane, choć w różnym stopniu (tab. 1). Największej zmienności podlegały zawartości przyswajalnych dla roślin form: potasu, magnezu, fosforu oraz węgla organicznego. Współczynnik zmienności tych cech przekroczył 10,0%. Spośród cech biometrycznych grochu najbardziej zmienna była obsada roślin przed zbiorem. Stabilne było natomiast uziarnienie gleby, zwłaszcza udział frakcji piaskowej i dorodność nasion grochu siewnego, wyrażona masą tysiąca nasion.

Stwierdzone w obrębie pola doświadczalnego zróżnicowanie właściwości gleby jest charakterystyczne dla wieloletnich eksperymentów nawozowych. Zróżnicowane nawożenie w długim okresie prowadzi do daleko idących zmian jej właściwości agrochemicznych. W wielu doświadczeniach statycznych stwierdza się silne zróżnicowanie wskaźnika pH oraz zawartości: węgla organicznego, przyswajalnych form składników pokarmowych [ELLMER, BAUMECKER 2005; MERBACH, DEUBEL 2007; MERCIK i in. 2000]. Zmienności nie tylko w dużej skali przestrzennej, ale również w obrębie pola uprawnego, podlega także skład granulometryczny



Rys. 1. Dendrogram obiektów glebowych; źródło: wyniki własne

Fig. 1. Dendrograph of the soil objects; source: own results

gleby i udział poszczególnych frakcji uziarnienia, na co wskazują wyniki badań geostatystycznych [USOWICZ i in. 2004].

Wielkość cech biometrycznych grochu była skorelowana tylko z niektórymi właściwościami gleby, choć w wielu przypadkach współczynnik korelacji prostej miał wartość bliską poziomowi istotności (tab. 2). Obsada roślin i długość pędu były tym większe, im większa była wartość wskaźnika pH gleby. Z kolei wraz ze wzrostem w uziarnieniu gleby frakcji drobniejszych niż piaskowa zwiększała się masa nasion w strąku. Plon grochu był natomiast istotnie dodatnio skorelowany z zawartością węgla organicznego oraz udziałem frakcji pyłowej i frakcji składającej się z ziaren o średnicy  $<0,05$  mm, a także ujemnie skorelowany z udziałem frakcji piaskowej w składzie granulometrycznym gleby. Na silny związek między składem granulometrycznym gleby a plonami zbóż ozimych wskazuje także NOWOROLNIK [2009].

Z równania regresji liniowej wynika, że wraz ze wzrostem zawartości węgla organicznego w glebie o  $1,0 \text{ g C}_{\text{org}} \cdot \text{kg gleby}^{-1}$  plon nasion grochu siewnego zwiększa się o  $55 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  (rys. 2). Nieco słabsza jest natomiast zależność plonu od udziału niektórych frakcji w składzie granulometrycznym gleby. Zwiększonemu udziałowi frakcji piaskowej o 1,0% towarzyszy spadek plonu nasion o  $29 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  (rys. 3). Z kolei większy udział frakcji innych niż piaskowa w uziarnieniu gleby wpływa

**Tabela 1.** Zmienność właściwości gleby, cech biometrycznych i plonu nasion grochu siewnego**Table 1.** Variation of soil properties, biometric features and the pea seed yield

Cecha Feature	Jednostka Unit	Średnia Mean	Odchylenie standardowe Standard deviation	Współczynnik zmienności, % Coefficient of variation, %
Węgiel organiczny Organic carbon	g C <sub>org</sub> ·kg gleby <sup>-1</sup> g C <sub>org</sub> ·kg soil <sup>-1</sup>	6,62	0,88	13,29
pH		5,85	0,49	8,38
Fosfor przyswajalny Available phosphorus	mg P·kg gleby <sup>-1</sup> mg P·kg soil <sup>-1</sup>	64,45	8,00	12,41
Potas przyswajalny Available potassium	mg K·kg gleby <sup>-1</sup> mg K·kg soil <sup>-1</sup>	79,35	16,40	20,67
Magnez przyswajalny Available magnesium	mg Mg·kg gleby <sup>-1</sup> mg Mg·kg soil <sup>-1</sup>	25,43	3,40	13,37
Fracja Fraction				
2,0–0,05 mm	%	73,71	1,61	2,18
0,05–0,002 mm	%	18,60	1,23	6,61
<0,002 mm	%	7,71	0,77	9,99
<0,05 mm	%	26,34	1,59	6,04
Obsada roślin przed zbiorem Plant density before harvest	szt.·m <sup>-2</sup> no per m <sup>2</sup>	67,09	7,09	10,57
Długość pędu Shoot length	cm	68,80	3,76	5,47
Liczba strąków na roślinie Number of pods per plant	szt. no	4,44	0,40	9,01
Liczba nasion w strąku Number of seeds per pod	szt. no	2,96	0,17	5,74
Masa nasion w strąku Weight of seeds per pod	g	0,80	0,05	6,25
Masa tysiąca nasion Thousand seed weight	g	270	4,49	1,66
Plon nasion Seed yield	t·ha <sup>-1</sup>	2,07	0,12	5,80

Źródło: wyniki własne. Source: own results.

korzystnie na plonowanie grochu siewnego. Wzrost udziału frakcji pyłowej oraz łącznie frakcji o średnicy ziaren < 0,05 mm powoduje zwiększenie plonu nasion odpowiednio o 37 i 30 kg·ha<sup>-1</sup> (rys. 4, 5).

Zawartość materii organicznej oraz udział frakcji ziaren drobniejszych niż piasek wpływały współzależnie na plonowanie grochu siewnego. Plon nasion zwiększał się wraz ze wzrostem zarówno węgla organicznego, jak i frakcji glebowych o średnicy ziaren < 0,05 mm. Cechy te łącznie determinowały plon nasion w 29,7% (rys. 6). W badaniach prowadzonych przez BEDNARKA i in. [2009] oraz TKACZYKA i in. [2010] stwierdzono determinację plonu zbóż przez interakcyjne oddziały-

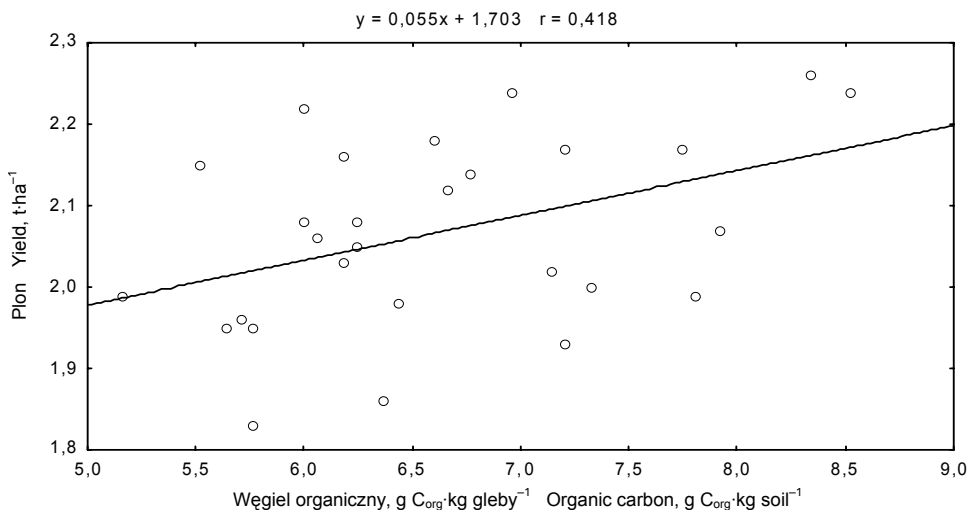
**Tabela 2.** Współczynniki korelacji prostej pomiędzy właściwościami gleby a cechami biometrycznymi roślin i plonem nasion grochu siewnego

**Table 2.** Coefficients of linear correlation between soil properties and plant biometrics and the pea seed yield

Właściwość gleby Soil property	Obsada roślin Plant density	Długość pędu Shoot length	Liczba strąków Number of pods	Liczba nasion Number of seeds	Masa nasion Weight of seeds	Masa 1000 nasion Weight of 1000 seeds	Plon Yield
Węgiel organiczny Organic carbon	0,19	0,33	0,14	0,05	0,14	0,22	0,42*
pH	0,51*	0,67*	0,32	-0,04	-0,06	0,20	0,22
Fosfor przyswajalny Available phosphorus	0,10	0,18	-0,02	-0,22	-0,14	-0,04	0,12
Potas przyswajalny Available potassium	0,33	0,36	-0,07	-0,17	-0,10	0,01	-0,07
Magnez przyswajalny Available magnesium	-0,37	-0,33	-0,14	-0,04	0,08	-0,04	-0,04
Frakcja: Fraction:							
2,0-0,05 mm	-0,02	-0,05	0,13	-0,33	-0,37	-0,20	-0,40*
0,05-0,002 mm	0,20	0,23	-0,01	0,30	0,33	0,03	0,39*
<0,002 mm	-0,32	-0,31	-0,27	0,24	0,24	0,38	0,20
<0,05 mm	-0,04	0,01	-0,13	0,36	0,39*	0,24	0,41*

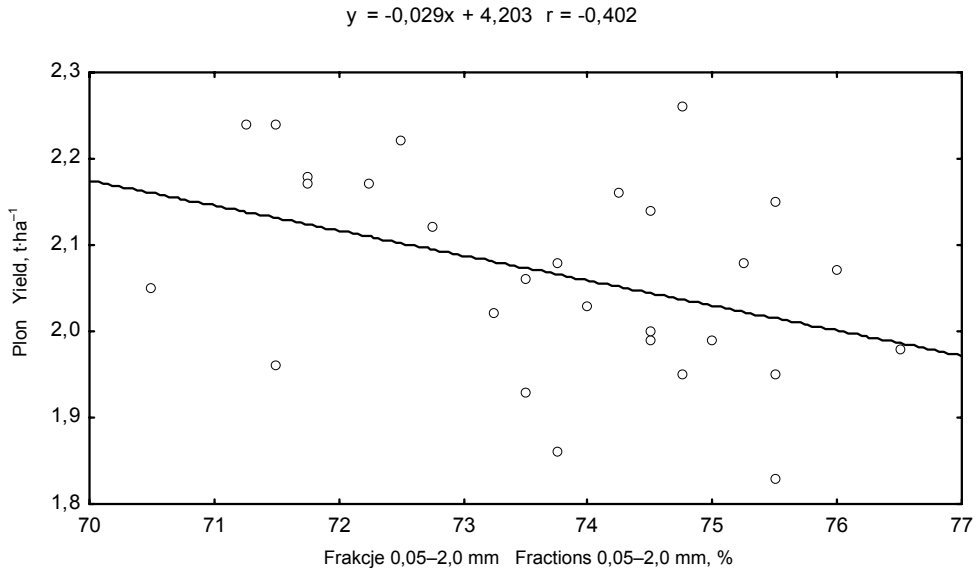
\* współczynnik istotny na poziomie  $\alpha = 0,05$ . \* significant coefficient at the  $\alpha = 0,05$ .

Źródło: wyniki własne. Source: own results.



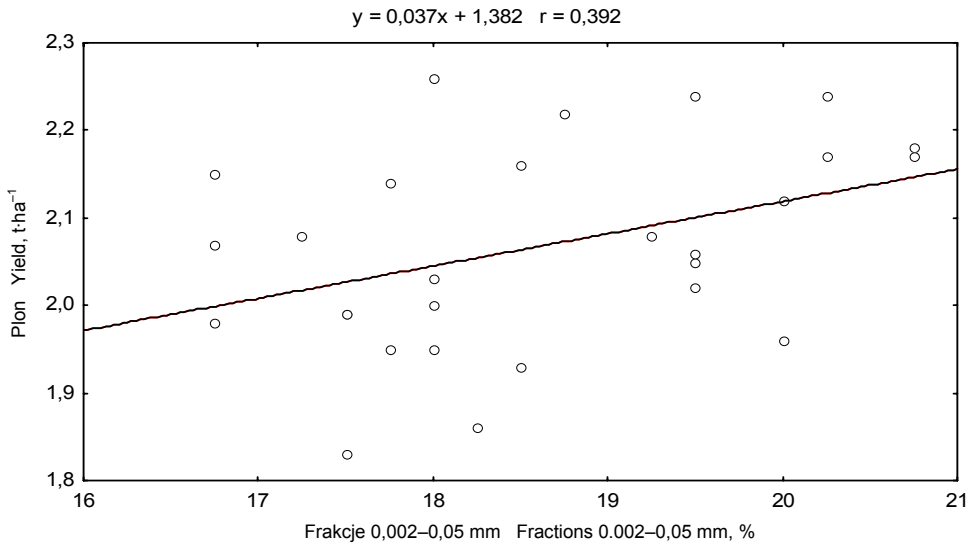
Rys. 2. Zależność plonu nasion grochu siewnego od zawartości węgla organicznego w glebie; źródło: wyniki własne

Fig. 2. The relationship between pea seed yield and the content of organic carbon in soil; source: own results



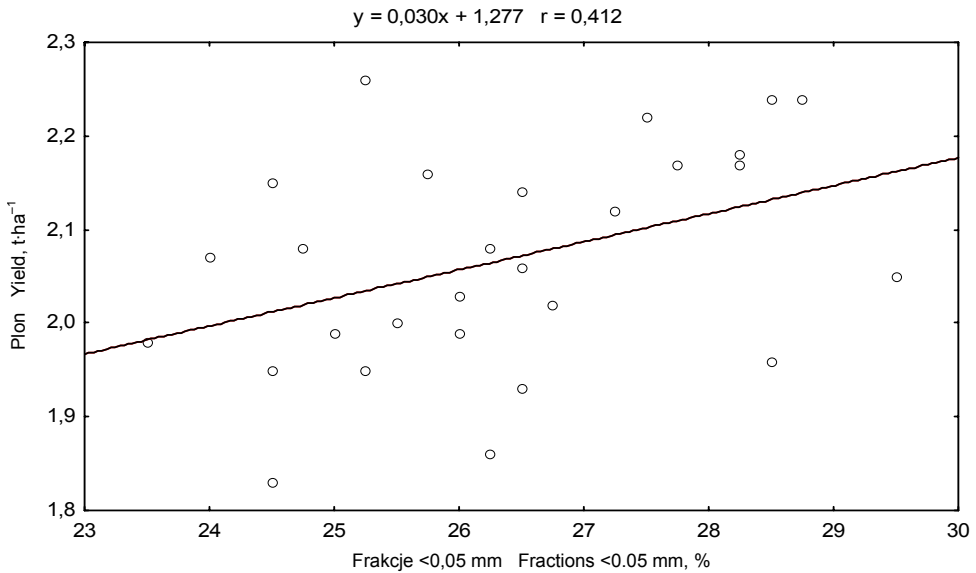
Rys. 3. Zależność plonu nasion grochu siewnego od udziału frakcji piaskowej (0,05–2,0 mm) w uziarnieniu gleby; źródło: wyniki własne

Fig. 3. The relationship between pea seed yield and the share of sand fraction (0.05–2.0 mm) in soil texture; source: own results



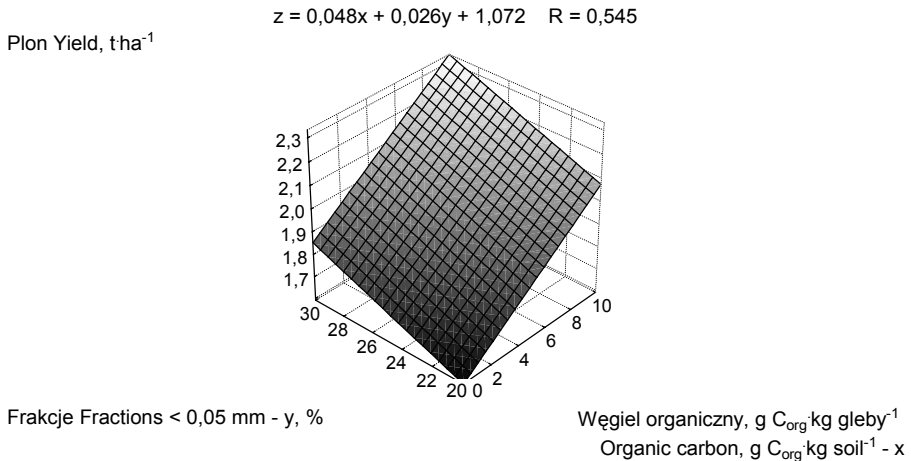
Rys. 4. Zależność plonu nasion grochu siewnego od udziału frakcji 0,002–0,05 mm w uziarnieniu gleby; źródło: wyniki własne

Fig. 4. The relationship between pea seed yield and the share of fraction 0.002–0.05 mm in the soil texture; source: own results



Rys. 5. Zależność plonu nasion grochu siewnego od łącznego udziału frakcji o średnicy ziaren <0,05 mm w uziarnieniu gleby; źródło: wyniki własne

Fig. 5. The relationship between pea seed yield and the total share of fractions with the grain diameter <0.05 mm in soil texture; source: own results



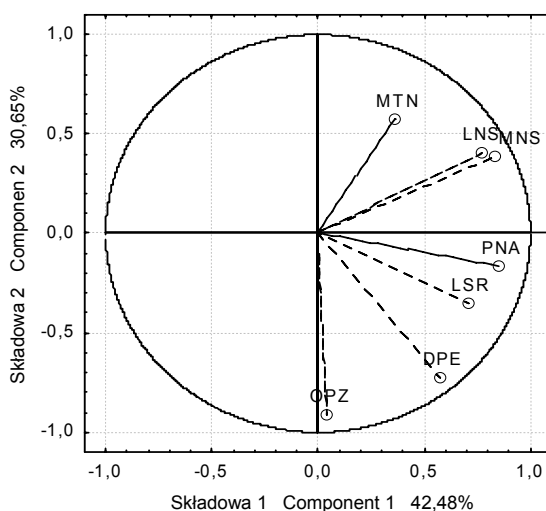
Rys. 6. Zależność plonu nasion grochu siewnego od współzależnego wpływu zawartości węgla organicznego i łącznego udziału frakcji o średnicy ziaren <0,05 mm w uziarnieniu gleby; źródło: wyniki własne

Fig. 6. The relationship between pea seed yield and the interactive effect of the content of organic carbon and the total share of fractions with the grain diameter <0.05 mm in soil texture; source: own results



wanie właściwości chemicznych gleby, takich jak: zawartość  $C_{org}$ , części spławialnych, przyswajalnych form N, P, K oraz Mg, pH oraz niektórych czynników agrotechnicznych w ok. 40–50%.

Na podstawie analizy głównych składowych stwierdzono, że dwie pierwsze z nich objaśniają ponad 73% zmienności cech biometrycznych i plonu nasion grochu siewnego w zróżnicowanych warunkach glebowych (rys. 7). Pierwszą główną składową stanowią przede wszystkim: liczba strąków na roślinie, liczba nasion w strąku, masa nasion w strąku i plon nasion. Liczba i masa nasion w strąku są cechami silnie dodatnio ze sobą skorelowanymi. Natomiast plon nasion najbardziej koreluje z liczbą strąków na roślinie. Na wartość drugiej składowej wpływa głównie masa tysiąca nasion oraz ujemnie z nią skorelowana obsada roślin przed zbiorem.



Rys. 7. Rozmieszczenie cech biometrycznych i plonu nasion grochu siewnego w układzie dwóch głównych składowych: MTN – masa tysiąca nasion, LNS – liczba nasion w strąku, MNS – masa nasion w strąku, PNA – plon nasion, LSR – liczba strąków na roślinie, DPE – długość pędu, OPZ – obsada roślin przed zbiorem; źródło: wyniki własne

Fig. 7. Distribution of biometric features and seed yield of pea for two principal components: MTN – thousand seed weight, LNS – number of seeds per pod, MNS – weight of seeds per pod, PNA – seed yield, LSR – number of pods, DPE – shoot length, OPZ – plant density before harvest; source: own results

## WNIOSKI

1. Wieloletnie nawożenie mineralne i organiczne oraz naturalna zmienność glebowa silnie zróżnicowały właściwości gleby, w największym stopniu na obiek-

tach nienawożonych i nawożonych obornikiem wraz z mineralnymi formami azotu, fosforu, potasu oraz magnezu i regularnie wapnowanych.

2. Spośród cech biometrycznych i elementów plonowania grochu siewnego warunki glebowe najbardziej różnicowały obsadę roślin przed zbiorem, liczbę strąków na roślinie i masę nasion w strąku.

3. Plon nasion grochu siewnego zależał od składu granulometrycznego gleby oraz zawartości materii organicznej, a na jego poziom korzystnie wpłynęła większa zawartość ziaren frakcji drobniejszych niż piaszkowa oraz węgla organicznego w glebie.

4. W zróżnicowanych warunkach glebowych plon nasion grochu był najsilniej dodatnio skorelowany z liczbą strąków na roślinie, a masa nasion w strąku z ich liczbą.

## LITERATURA

- BEDNAREK W., TKACZYK P., DRESLER S. 2009. Plonowanie pszenicy ozimej w zależności od niektórych właściwości gleby i zabiegów agrotechnicznych. *Acta Agrophysica*. Vol. 14 s. 263–273.
- ELLMER F., BAUMECKER M., 2005. Static nutrient depletion experiment Thyrow. Results after 65 experimental years. *Archives of Agronomy and Soil Science*. Vol. 51 s. 151–161.
- GRABOWSKA K., BANASZKIEWICZ B. 2009. Wpływ temperatury powietrza i opadów atmosferycznych na plonowanie grochu siewnego w środkowej Polsce. *Acta Agrophysica*. Vol. 13 s. 113–120.
- JASKULSKA I. 2003. Wpływ wieloletniego zróżnicowanego nawożenia na niektóre właściwości chemiczne warstwy ornej i podornej gleby. *Fragmenta Agronomica*. Nr 77 s. 29–39.
- LENART S., MERCIK S., ŁABĘTOWICZ J., MAZUR T., URBANOWSKI S. 2005. Zmiany właściwości fizycznych gleby pod wpływem różnych systemów użytkowania w pięciu wieloletnich doświadczeniach polowych. *Fragmenta Agronomica*. Nr 85 s. 162–170.
- MERBACH W., DEUBEL A. (ed.) 2007. The long-term fertilization experiments in Halle (Saale), Germany. *Deutscher Universitätsvlg*. ss. 189.
- MERCIK S., STĘPIEŃ W., ŁABĘTOWICZ J. 2000. The fate of nitrogen, phosphorus and potassium in long-term experiments in Skierniewice. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. Vol. 163 iss. 3 s. 273–277.
- MJANGOS I., ALBIZU I., EPELDE L., AMEZAGA I., MENDARTE S., GARBISU C. 2010. Effects of liming on soil properties and plant performance of temperate mountainous grasslands. *Journal of Environmental Management*. Vol. 91 s. 2066–2074.
- NOWOROLNIK K. 2008. Wpływ wybranych cech jakości gleby na plonowanie pszenicy ozimej i jęczmienia ozimego. *Acta Agrophysica*. Vol. 12 s. 477–485.
- NOWOROLNIK K. 2009. Wpływ wybranych cech jakości gleby na plonowanie pszenżyta ozimego i żyta ozimego. *Acta Agrophysica*. Vol. 14 s. 155–166.
- PAŁYS E., KURASZKIEWICZ R., KRASKA P. 2009. Następczy wpływ wsiewek międzyplonowych i roślin ochronnych na chemiczne właściwości gleby lekkiej. *Annales UMCS. Sec. E*. Vol. 64 s. 81–92.
- PRUSIŃSKI J. 2007. Wybrane wskaźniki produktywności grochu siewnego w warunkach wzrastającej intensywności technologii uprawy. *Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura* 6 (4) s. 43–51.
- PUŁA J., ŁABZA T. 2004. Wpływ nawożenia organicznego na zawartość i skład frakcyjny związków próchnicznych gleby lekkiej. *Annales UMCS Sec. E*. 59 s. 1513–1519.

- SZWEJKOWSKA B. 2005. Wpływ intensywności uprawy grochu siewnego na zawartość i plon białka. *Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura* 4 (1) s. 153–161.
- TKACZYK P., BEDNAREK W., DRESLER S. 2010. Plonowanie jęczmienia jarego w zależności od niektórych właściwości gleby i zabiegów agrotechnicznych. *Annales UMCS. Sec. E.* Vol. 65 s. 10–16.
- TURSKI M. 2010. Wpływ sposobu użytkowania na trwałość agregatów gleby wytworzonej z lessu. *Acta Agrophysica.* Vol. 15 s. 197–203.
- USOWICZ B., HAJNOS M., SOKOŁOWSKA Z., JÓZEFACIUK G., BOWANKO G., KOSSOWSKI J. 2004. Przeszenna zmienność fizycznych i chemicznych właściwości gleby w skali pola i gminy. *Acta Agrophysica. Rozprawy i Monografie.* Vol. 103 ss. 90.

*Iwona JASKULSKA, Dariusz JASKULSKI, Karol KOTWICA*

## **THE RELATIONSHIP BETWEEN PEA YIELDING AND SELECTED SOIL PROPERTIES**

*Key words: abundance of nutrients, biometrics, seed yield, soil reaction, soil texture*

### **S u m m a r y**

The relationship between pea yielding and soil texture, soil organic carbon, pH and available nutrients were analysed under various soil conditions developed as a result of long-term organic and mineral fertilisation and their natural variation. Biometric properties, yielding components and the pea seed yield were assessed. Results were tested with the factorial and variation analysis, correlation, linear and multiple regression analysis.

A high variation of soil properties was found, especially between unfertilised treatments and those fertilised with FYM with mineral forms of nitrogen, phosphorus, potassium and magnesium and regularly limed. Soil conditions differentiated most the density of pea plants, the number of pods per plant and the seed weight per pod. The seed yield depended on soil texture and on the content of organic matter. Higher content of grain fractions finer than sand and organic carbon content in the soil favoured pea yielding.

---

### **Recenzenci:**

*dr hab. Jerzy Księżak, prof. nadzw.*

*doc. dr hab. Zygmunt Miatkowski*

Praca wpłynęła do Redakcji 31.01.2011 r.