

JAN PABIN, STANISŁAW WŁODEK, ANDRZEJ BISKUPSKI

Zakład Techniki Uprawy Roli i Nawożenia w Jelczu-Laskowicach
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

WPŁYW UPROSZCZEŃ UPRAWY W MONOKULTURZE ŻYTA OZIMEGO NA EFEKT PLONOWANIA I ZMIANY W ŚRODOWISKU GLEBOWYM

Effect of simplified tillage in winter rye monoculture on its yielding and changes in soil environment

ABSTRAKT: Celem przeprowadzonych badań była ocena wpływu stosowania uproszczeń uprawowych w zróżnicowanych warunkach gospodarowania słomą na niektóre właściwości gleby piaskowej oraz plony żyta ozimego uprawianego w monokulturze.

Zawartość wody w glebie zmienia się w zależności od sposobu uprawy roli, nie ma jednak jednolitej i trwałej zależności między retencją wody w glebie a sposobami uprawy roli. Najprawdopodobniej wynika to z dużej dynamiki czynników pogodowych i stanu fizycznego gleby. Słoma pozostawiana na powierzchni poletek przyczyniała się do zatrzymywania większej ilości wody w glebie w okresach posusznych w obiektach z uprawą zerową. Ponadto gleba w górnej części warstwy uprawianej w wariantach uproszczonych retencjonowała więcej przyswajalnych form P, K i Mg niż gleba w uprawie tradycyjnej. Żyto ozime w monokulturze wydawało istotnie mniejsze plony ziarna w uprawach uproszczonych w porównaniu z efektami w uprawie tradycyjnej tylko w sezonach wegetacyjnych charakteryzujących się niesprzyjającym dla rozwoju roślin przebiegiem pogody.

słowa kluczowe – key words:

zróżnicowana uprawa – *differentiated tillage*; gospodarka słomą – *straw management*; monokultura – *monoculture*; właściwości gleby – *soil properties*; plony ziarna żyta ozimego – *winter rye grain yield*.

WSTĘP

W Polsce znajduje się około 4,2 mln ha gruntów ornych zaliczanych do kategorii gleb lekkich, cechujących się niską zasobnością w składniki pokarmowe i małą pojemnością wodną. Najczęściej przeznaczane są one do uprawy żyta ozimego, które toleruje takie warunki glebowe. Opłacalność rolniczego użytkowania wspomnianych gleb jest jednak bardzo niska, dlatego często są one odłogowane.

Najtańszym sposobem uprawy, w warunkach stabilnej gospodarki rolnej, jest siew bezpośredni, czyli uprawa zerowa (8, 19). Można oczekiwać, że zastosowanie tego systemu uprawy na glebach lekkich w Polsce poprawi opłacalność produkcji żyta ozimego. Sprzyjać temu może także stosowanie monokultury i pozostawianie słomy w postaci siewki na polu w warunkach gospodarowania bez inwentarza żywego.

Nieznane są jednak konsekwencje środowiskowe i produkcyjne łącznego stosowania tego typu uproszczeń w sposobie uprawy roli i w następstwie roślin.

Celem naszych badań była ocena wpływu stosowania uproszczeń uprawowych w zróżnicowanych warunkach gospodarowania słomą na niektóre właściwości gleby piaskowej oraz plony żyta ozimego uprawianego w monokulturze.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w statycznym doświadczeniu zlokalizowanym na polach SD IUNG w Jelczu-Laskowicach (51°03' N; 17°21' E). Założono je (1999–2002) na glebie płowej wytworzonej z piasku słabo gliniastego (7% części spławialnych), o niskiej zawartości próchnicy (0,77% C_{org}) i kwaśnym odczynie (pH w KCl=5,5). Natomiast zawartość fosforu (10,1 mg P/100 g gleby), potasu (11,2 mg K/100 g gleby) i magnezu (5,8 mg Mg/100 g gleby) była wysoka.

W doświadczeniu porównywano 2 czynniki. Pierwszym z nich był sposób zagospodarowania słomy: słoma usuwana z pola lub pozostawiana na polu w postaci sieczki, o długości 8–10 cm. Dawka słomy była zależna od plonowania żyta w danym roku i wynosiła w 1999 r. – 3,9; w 2000 – 3,8; w 2001 – 5,5 i w 2002 – 3,5 t·ha⁻¹. Drugim czynnikiem były sposoby uprawy roli: uprawa tradycyjna (T) – obejmująca późniwne zabiegi uprawowe (ok. 10 cm) agregatem (kultywator, brona, wał strunowy), orkę (ok. 25 cm) i uprawę przedsięwną (brona ciężka i lekka); uprawa uproszczona (U) – bezpłużna, polegająca na płytkim (ok. 10 cm) spulchnieniu agregatem do uprawy późniwnej; uprawa zerowa (Z) – system bezuprawowy, oparty tylko na chemicznym zwalczaniu chwastów i bezpośrednim siewie siewnikiem z redlicami tarczowymi. Wymienione obiekty występowały w 4 powtórzeniach. Wielkość pojedynczego polotka wynosiła 90 m² brutto.

W doświadczeniu uprawiano żyto (*Secale cereale*), w pierwszym roku odmianę Motto, w drugim i czwartym – Dańkowskie Żłote, a w trzecim – Amilo. Corocznie stosowano nawożenie mineralne w ilości: 96 kg N, 60 kg P₂O₅ i 90 kg K₂O na 1 ha. Po sprężeniu żyta w 2001 r. całe pole pod doświadczenie zwapnowano wapnem magnezowym (50% CaO+MgO) w ilości 2 t·ha⁻¹.

W każdym roku trwania doświadczenia, w fazie strzelania w źdźbło (I termin) i początku formowania ziarna (II termin) oznaczano wilgotność gleby metodą suszarkową, na dwóch powtórzeniach każdego obiektu, w 5 punktach, z wyjątkiem roku 2000, kiedy nie wykonano oznaczeń w II terminie ze względu na suszę. Próbki glebowe pobierano z warstw: 0–5, 10–15 i 20–25 cm

Przed sezonem wegetacyjnym 2002 roku pobrano próbki glebowe z warstw: 0–2, 2–5, 5–10, 10–15 i 20–30 cm celem oznaczenia w nich zawartości przyswajalnych form K, P wg Egnera-Riehma, oraz Mg – metodą standardową, stosowaną w Stacjach Chemiczno-Rolniczych.

W okresie prowadzenia badań (tab. 1) w sezonach wegetacyjnych wystąpiły susze późnojesienne (XI, XII 1998 r.) oraz jesienne (IX, X i XI 1999 r., IX, X 2000 r.)

Tabela 1

Średnie miesięczne i roczne temperatury (T) w °C oraz sumy miesięczne i roczne sumy opadów (O) w mm dla Jeleża-Laskowic
Average month and year air temperatures (T) in °C and sums of month and year rainfall (O) in mm at Jeleż-Laskowice

| Rok Year | Miesiąc; Month | | | | | | | | | | | | Wartości roczne Year value |
|-------------|----------------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|------|----------------------------------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
| 1998 | T 1,3 | 4,1 | 2,8 | 10,4 | 14,6 | 18,0 | 18,2 | 17,4 | 13,4 | 8,6 | 0,1 | -0,7 | 9,0 |
| | O 41,1 | 22,9 | 40,8 | 46,0 | 27,6 | 91,6 | 117,2 | 41,6 | 94,7 | 82,2 | 30,4 | 17,5 | 653,6 |
| 1999 | T 1,1 | -0,5 | 5,0 | 9,6 | 14,0 | 16,6 | 17,7 | 19,9 | 16,5 | 9,1 | 2,2 | 1,3 | 9,4 |
| | O 21,6 | 49,4 | 57,7 | 56,4 | 35,6 | 79,1 | 17,4 | 183,6 | 33,5 | 24,3 | 36,3 | 36,1 | 631,0 |
| 2000 | T -1,0 | 3,3 | 4,7 | 11,8 | 15,6 | 18,1 | 16,7 | 18,5 | 12,8 | 12,1 | 6,5 | 2,0 | 10,1 |
| | O 34,6 | 33,5 | 76,9 | 17,8 | 76,5 | 38,1 | 165,8 | 45,4 | 17,3 | 10,9 | 47,9 | 34,8 | 599,5 |
| 2001 | T 0,0 | 0,9 | 3,2 | 7,7 | 14,8 | 15,1 | 19,2 | 19,4 | 12,5 | 12,1 | 3,4 | -2,2 | 8,9 |
| | O 20,7 | 18,1 | 60,3 | 40,9 | 68,8 | 71,0 | 140,8 | 46,7 | 79,2 | 22,5 | 33,2 | 31,4 | 633,6 |
| 2002 | T -0,2 | 4,3 | 5,0 | 8,3 | 17,2 | 18,1 | 20,5 | 20,4 | 13,0 | 7,7 | 4,8 | -4,2 | 9,6 |
| | O 24,0 | 58,2 | 15,9 | 44,5 | 78,8 | 53,7 | 38,2 | 85,5 | 32,7 | 63,3 | 47,5 | 19,7 | 562,0 |
| 1961–2000 | T -1,5 | -0,3 | 3,3 | 8,2 | 13,4 | 16,6 | 18,1 | 17,6 | 13,5 | 8,8 | 3,7 | 0,2 | 8,5 |
| | O 27,9 | 25,2 | 31,6 | 36,9 | 63,8 | 71,5 | 75,4 | 70,6 | 47,8 | 36,9 | 41,1 | 35,1 | 563,7 |

i wiosenno-letnie (V, VII 1999; IV, VI 2000 i VI, VII 2002). W wymienionych okresach niedoborowi opadów towarzyszyły najczęściej wyższe temperatury, zwłaszcza w okresach wiosenno-letnich, co potęgowało negatywne skutki suszy dla wegetacji roślin. Wyjątkowym okresem, w którym nie występowała susza wiosenna, był rok 2001, również temperatura była korzystna dla rozwoju roślin.

WYNIKI

Właściwości fizyczne

Zastosowane różne sposoby uprawy roli i zagospodarowania słomy przyczyniły się do wystąpienia zmian w uwilgotnieniu gleby (tab. 2). Przeważnie najwięcej wody gromadziło się w glebie uprawianej tradycyjnie. Stwierdzano również efekty odwrotne, tj. więcej wody pozostawało w glebie będącej w uprawie zerowej (II termin oznaczeń w 2002 r.). W innych terminach pomiarowych (I w 1999, I w 2000 r. i II w 2001 r.) nie stwierdzono zróżnicowania międzyobiektoowego w wilgotności gleby.

Wpływ różnych sposobów gospodarowania słomą na wilgotność gleby był także niejednakowy (tab. 2). Pozostawianie słomy na poletkach chroniło glebę przed wy-

Tabela 2

Wpływ zróżnicowanych technik uprawowych i gospodarki słomą na wilgotność gleby (% s.m. gleby)
Effect of different tillage techniques and straw management on soil water content (% w.w.)

| Słoma Straw | Uprawa* Tillage | Termin; Date** | | | | | | | | Średnia Mean |
|---------------------------------|--------------------|----------------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------|
| | | 1999 | | 2000 | 2001 | | 2002 | | | |
| | | I | II | I | I | II | I | II | | |
| Usunięta Harvested | T | 9,5 | 16,3 | 6,6 | 15,6 | 10,2 | 13,3 | 4,4 | 10,8 | |
| | U | 9,9 | 14,5 | 5,8 | 12,7 | 9,6 | 12,8 | 4,3 | 9,9 | |
| | Z | 9,8 | 15,2 | 5,7 | 13,6 | 10,5 | 12,6 | 4,8 | 10,3 | |
| Średnia; Mean | | 9,7 | 15,3 | 6,0 | 13,9 | 10,1 | 12,9 | 4,5 | 10,3 | |
| Pozostawiana Left | T | 8,8 | 14,9 | 6,2 | 14,3 | 9,2 | 12,7 | 4,2 | 10,0 | |
| | U | 9,4 | 13,2 | 6,3 | 13,1 | 10,0 | 11,8 | 5,8 | 9,9 | |
| | Z | 8,4 | 12,9 | 6,4 | 14,2 | 8,6 | 12,0 | 5,2 | 9,7 | |
| Średnia; Mean | | 8,9 | 13,7 | 6,3 | 13,8 | 9,3 | 12,2 | 5,1 | 9,9 | |
| Średnia Mean | T | 9,2 | 15,6 | 6,4 | 15,0 | 9,7 | 13,0 | 4,3 | 10,5 | |
| | U | 9,7 | 13,8 | 6,0 | 12,9 | 9,8 | 12,3 | 5,0 | 9,9 | |
| | Z | 9,1 | 14,0 | 6,0 | 14,2 | 9,6 | 12,3 | 5,0 | 10,0 | |
| NIR; LSD ($\alpha = 0,05$) | | | | | | | | | | |
| uprawa; tillage (u) | | r.n. | 0,75 | r.n. | 0,57 | r.n. | 0,56 | 0,51 | r.n. | |
| słoma; straw (s) | | 0,42 | 0,40 | 0,30 | r.n. | 0,30 | 0,30 | 0,28 | r.n. | |
| interakcja; interaction (u × s) | | r.n. | 0,69 | 0,52 | 0,52 | 0,52 | r.n. | 0,48 | r.n. | |

* T – uprawa tradycyjna, traditional tillage; U – uprawa uproszczona, simplified tillage; Z – uprawa zerowa, zero tillage

** I – początek strzelania w źdźbło; beginning of shooting
II – początek wypełniania się ziarna; beginning of grain filling

r.n. – różnice nieistotne; non-significant differences

parowywaniem wody głównie w okresach posusznych (I termin w 2000 r. i II termin w 2002 r.). Pomiary wykonane w okresach większego uwilgotnienia wykazały, że więcej wody gromadziły poletka bez pozostawionej słomy, chociaż wyjątkiem był I termin w 2001 r., gdzie między porównywanymi obiektami nie było istotnych różnic. Przy tak niejednorodnym zróżnicowaniu międzyobiektywnym obliczone średnie z czteroletniego okresu badań uległy wyrównaniu.

Właściwości chemiczne

Niezależnie od sposobu uprawy roli i gospodarowania słomą, najwięcej składników pokarmowych (P, K i Mg) gromadziło się w górnej (0–10 cm) warstwie gleby (tab. 3-5). Zwyżka zawartości P i Mg (tab. 3, 5) była istotna w stosunku do ilości tych składników w najgłębszej analizowanej warstwie. Systemy uprawowe nie miały istotnego wpływu na rozmieszczenie tych składników w profilu warstwy uprawnej. Chociaż przy stosowaniu uproszczonych upraw (U i Z) w porównaniu z tradycyjną (T) ujawniła się pewna tendencja gromadzenia się większych ilości P, K i Mg (tab. 3-5) w górnej części wierzchniej warstwy gleby.

Pozostawianie słomy wpłynęło istotnie na zmniejszenie zawartości Mg (tab. 5) w analizowanych warstwach, przeciętnie o 1,7 mg/100 g gleby w stosunku do wariantu

Tabela 3

Wpływ różnych systemów uprawy roli i gospodarki słomą na zawartość P w glebie (mg/100 g) oznaczonego metodą Egnera-Riehma
Effect of different tillage systems and straw management on soil P content in mg (100 g)⁻¹ determined by Egner-Riehm method

| Słoma Straw | Uprawa Tillage | Warstwa; Layer (cm) | | | | | | Średnia Mean | |
|------------------------------|-------------------|---------------------|------|------|-------|-------|-------|-----------------|------|
| | | 0–2 | 2–5 | 5–10 | 10–15 | 15–20 | 20–30 | | |
| Usunięta Harvested | T* | 12,5 | 12,7 | 10,0 | 8,9 | 8,5 | 7,2 | 10,0 | |
| | U | 13,0 | 12,7 | 11,9 | 9,9 | 7,7 | 6,6 | 10,3 | |
| | Z | 12,0 | 11,3 | 10,8 | 10,6 | 10,1 | 7,2 | 10,3 | |
| Średnia; Mean | | 12,5 | 12,2 | 10,9 | 9,8 | 8,8 | 7,0 | 10,2 | |
| Pozostawiona Left | T | 9,6 | 9,8 | 10,1 | 10,1 | 10,1 | 10,5 | 10,0 | |
| | U | 12,6 | 13,0 | 13,3 | 12,5 | 10,7 | 9,5 | 11,9 | |
| | Z | 14,9 | 14,2 | 12,4 | 10,6 | 8,4 | 7,3 | 11,3 | |
| Średnia; Mean | | 12,4 | 12,3 | 11,9 | 11,1 | 9,7 | 9,1 | 11,1 | |
| Średnia Mean | T | 11,0 | 11,2 | 10,0 | 9,5 | 9,3 | 8,8 | 10,0 | |
| | U | 12,8 | 12,8 | 12,6 | 11,7 | 9,2 | 8,0 | 11,2 | |
| | Z | 13,4 | 12,8 | 11,6 | 10,6 | 9,2 | 7,2 | 10,8 | |
| Średnia; Mean | | 12,4 | 12,2 | 11,4 | 10,4 | 9,2 | 8,0 | 10,6 | |
| NIR; LSD ($\alpha = 0,05$) | | | | | | | | | |
| słoma; straw (s) | | | | | | | | - | r.n. |
| uprawa; tillage (u) | | | | | | | | - | r.n. |
| głębokość; depth (g) | | | | | | | | 3,15 | - |
| interakcja; interaction | | | | | | | | r.n. | - |

Objaśnienia jak w tab. 2; Explanation as in table 2

Tabela 4

Wpływ różnych systemów uprawy roli i gospodarki siałą na zawartość K w glebie (mg/100 g)
 oznaczonego metodą Egnera-Riehma
 Effect of different tillage systems and straw management on soil K content (mg/100 g) determined by
 Egner-Riehm method

| Słoma Straw | Uprawa * Tillage | Warstwa; Layer (cm) | | | | | | Średnia Mean |
|------------------------------|---------------------|---------------------|------|------|-------|-------|-------|-----------------|
| | | 0-2 | 2-5 | 5-10 | 10-15 | 15-20 | 20-30 | |
| Usunięta Harvested | T | 14,4 | 14,5 | 12,4 | 11,4 | 11,0 | 7,3 | 11,8 |
| | U | 16,4 | 17,3 | 19,5 | 13,7 | 12,4 | 11,9 | 15,2 |
| | Z | 16,7 | 17,7 | 20,6 | 20,6 | 21,8 | 12,9 | 18,4 |
| Średnia; Mean | | 15,8 | 16,5 | 17,5 | 15,2 | 15,1 | 10,7 | 15,1 |
| Pozostawiona Left | T | 9,9 | 10,8 | 13,5 | 17,3 | 18,1 | 13,3 | 13,8 |
| | U | 17,3 | 18,3 | 18,3 | 16,0 | 12,3 | 7,9 | 15,0 |
| | Z | 17,9 | 16,6 | 13,5 | 8,5 | 7,5 | 6,6 | 11,8 |
| Średnia; Mean | | 15,0 | 15,2 | 15,1 | 13,9 | 12,6 | 9,3 | 13,5 |
| Średnia Mean | T | 12,2 | 12,6 | 10,0 | 14,4 | 14,6 | 10,3 | 12,4 |
| | U | 16,8 | 17,8 | 18,9 | 14,8 | 12,4 | 9,9 | 15,1 |
| | Z | 17,3 | 17,2 | 16,2 | 14,6 | 14,6 | 9,8 | 15,0 |
| Średnia; Mean | | 15,4 | 15,9 | 15,0 | 14,6 | 13,9 | 10,0 | 14,1 |
| NIR; LSD ($\alpha = 0,05$) | | | | | | | | |
| słoma; straw (s) | | | | | | | | r.n. |
| uprawa; tillage (u) | | | | | | | | r.n. |
| głębokość; depth (g) | | | | | | | | r.n. |
| interakcja; interaction | | | | | | | | r.n. |

Objaśnienia jak w tab. 2; Explanation as in table 2

Tabela 5

Wpływ różnych systemów uprawy roli i gospodarki siałą na zawartość Mg w glebie (mg/100 g)
 Effect of different tillage systems and straw management on soil Mg content in mg (100 g)⁻¹

| Słoma Straw | Uprawa Tillage | Warstwa; Layer (cm) | | | | | | Średnia Mean |
|------------------------------|-------------------|---------------------|-----|------|-------|-------|-------|-----------------|
| | | 0-2 | 2-5 | 5-10 | 10-15 | 15-20 | 20-30 | |
| Usunięta Harvested | T | 10,2 | 9,3 | 5,8 | 4,8 | 4,8 | 4,2 | 6,5 |
| | U | 8,7 | 8,8 | 8,6 | 8,1 | 6,9 | 5,4 | 7,8 |
| | Z | 7,9 | 7,8 | 7,7 | 6,9 | 6,7 | 4,9 | 7,0 |
| Średnia; Mean | | 8,9 | 8,6 | 7,4 | 6,6 | 6,1 | 4,9 | 7,1 |
| Pozostawiona Left | T | 5,4 | 5,5 | 6,0 | 5,8 | 4,9 | 4,1 | 5,3 |
| | U | 7,8 | 7,5 | 7,7 | 6,9 | 4,7 | 3,0 | 6,3 |
| | Z | 8,3 | 7,0 | 5,1 | 2,7 | 3,0 | 2,6 | 4,8 |
| Średnia; Mean | | 7,2 | 6,7 | 6,3 | 5,1 | 4,2 | 3,2 | 5,4 |
| Średnia Mean | T | 7,8 | 7,4 | 5,9 | 5,3 | 4,8 | 4,2 | 5,9 |
| | U | 8,2 | 8,2 | 8,2 | 7,5 | 5,8 | 4,2 | 7,0 |
| | Z | 8,1 | 7,4 | 6,4 | 4,8 | 4,8 | 3,8 | 5,9 |
| Średnia; Mean | | 8,0 | 7,7 | 6,8 | 5,9 | 5,1 | 4,1 | 6,3 |
| NIR; LSD ($\alpha = 0,05$) | | | | | | | | |
| słoma; straw (s) | | | | | | | | 1,12 |
| uprawa; tillage (u) | | | | | | | | r.n. |
| głębokość; depth (g) | | | | | | | | 3,01 |
| interakcja; interaction | | | | | | | | r.n. |

Objaśnienia jak w tab. 2; Explanation as in table 2

ze słomą usuwaną. Podobne zależności wystąpiły w przypadku K (tab. 4), lecz nie były one potwierdzone statystycznie. Natomiast w rozmieszczeniu fosforu (tab. 3) tendencja była odwrotna, tzn. nieco więcej tego składnika gromadziło się w glebie w obiektach, w których słomę pozostawiano, w porównaniu z wariantem ze słomą usuwaną z poletek.

Plony

Uproszczone sposoby uprawy roli w porównaniu z tradycyjnymi (tab. 6) powodowały obniżki plonu przeciętnie o ok. 12%. Również późniejsze pozostawianie słomy, w analizowanym okresie, oddziaływało negatywnie na plon ziarna (spadek przeciętnie o ok. 3% w porównaniu z plonami z poletek bez pozostawianej słomy), chociaż statystycznie potwierdzone to zostało tylko w dwóch przypadkach. W analizowanych warunkach pogodowych w dwóch latach ujawniło się także istotne współdziałanie sposobów uprawy i gospodarowania słomą. Stwierdzono negatywny wpływ pozostawiania słomy – w roku 2000 dotyczyło to uprawy tradycyjnej (T), w 2002 – tylko uprawy zerowej (Z). Natomiast przy uprawie uproszczonej (U) w 2002 r. uzyskano większy plon w obiektach z pozostawioną po żniwach sieczką słomy.

Największe plony uzyskano w roku 2001, kiedy przebieg pogody sprzyjał wegetacji roślin. Były one wówczas średnio o 33% większe niż uzyskiwane w latach cechu-

Tabela 6

Wpływ różnych technik uprawy roli i gospodarki słomą na plon ziarna żyta ozimego (t·ha⁻¹)
Effect of different tillage techniques and straw management on grain yield of winter rye (t·ha⁻¹)

| Słoma Straw | Uprawa Tillage | Rok; Year | | | | Średnia Mean |
|---------------------------------|-------------------|-----------|------|------|------|-----------------|
| | | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | |
| Zbierana Harvested | T | 4,02 | 3,60 | 4,76 | 3,08 | 3,87 |
| | U | 2,90 | 3,08 | 4,58 | 2,59 | 3,29 |
| | Z | 3,24 | 2,86 | 4,58 | 3,20 | 3,47 |
| Średnia; Mean | | 3,38 | 3,18 | 4,64 | 2,96 | 3,54 |
| Pozostawiona Left | T | 3,78 | 3,19 | 4,72 | 3,06 | 3,69 |
| | U | 2,98 | 3,11 | 4,55 | 2,94 | 3,40 |
| | Z | 2,62 | 2,96 | 4,43 | 2,67 | 3,17 |
| Średnia; Mean | | 3,12 | 3,09 | 4,57 | 2,89 | 3,42 |
| Średnia Mean | T | 3,90 | 3,40 | 4,74 | 3,07 | 3,78 |
| | U | 2,94 | 3,10 | 4,57 | 2,77 | 3,34 |
| | Z | 2,93 | 2,91 | 4,51 | 2,94 | 3,32 |
| Średnia; Mean | | 3,26 | 3,14 | 4,61 | 2,93 | 3,48 |
| NIR; LSD ($\alpha = 0,05$) | | | | | | |
| uprawa; tillage (u) | | 0,62 | 0,31 | r.n. | 0,27 | 0,47 |
| słoma; straw (s) | | 0,33 | 0,16 | r.n. | r.n. | r.n. |
| lata; years (l) | | | | | | 0,47 |
| interakcja; interaction (u × s) | | r.n. | 0,29 | r.n. | 0,25 | r.n. |

Objaśnienia jak w tabeli 2; Explanation as in table 2

jących się występowaniem niedoborów opadów w okresie wegetacyjnym. Ponadto w tym roku nie stwierdzono również istotnych różnic międzyobiektowych w plonach, związanych z uprawą i z zagospodarowaniem słomy.

DYSKUSJA

Właściwości fizyczne gleby

Oddziaływanie porównywanych sposobów uprawy roli na wilgotność gleby było różnokierunkowe. Każda relacja znajduje potwierdzenie w danych literaturowych: zarówno wyższy poziom uwilgotnienia gleby uprawianej tradycyjnie w stosunku do systemów uprawy uproszczonej (3, 18, 20), jak i większa zawartość wody w glebie w obiektach z uprawą zerową niż tradycyjną (2, 4, 11, 14) oraz brak różnic międzyobiektowych (5, 9, 10). Wydaje się, że zróżnicowane oddziaływanie sposobu uprawy na wilgotność gleby jest rezultatem zmian w szybkości transportu wody (12). W czteroletnim okresie stosowania różnych systemów uprawy żaden z nich nie wywarł trwałego i istotnego wpływu na poziom uwilgotnienia gleby, zatem zmiany miały jedynie charakter doraźny.

Dobroczynny wpływ pozostawionej na polu słomy manifestował się tylko w okresach posusznych, co w pewnym stopniu uzasadnione jest w takim przypadku jej funkcją spowalniającą ewaporację. Jest to zatem pewna analogia warunków i efektów, które występują przede wszystkim w klimacie aridowym lub półaridowym, gdzie mulczowanie słomą przyczyniało się do poprawienia gospodarki wodnej i znacznego wzrostu plonów (15-18).

Obserwowane duże zróżnicowanie efektu oddziaływania słomy na gospodarkę wodną w warunkach różnej agrotechniki było spowodowane między innymi funkcją, jaką spełniała słoma w stosowanych technikach uprawowych. W uprawie tradycyjnej słoma jest przyorywana i jej znaczenie dla zdolności zatrzymywania wody w glebie ma charakter ograniczający się raczej do oddziaływania przez ewentualne zwiększenie zawartości substancji organicznej w glebie. W tym zakresie podobną funkcję spełnia pozostawiona słoma w uprawie uproszczonej, płytkiej, bezorkowej, z tą jednak różnicą, że nie jest ona przykrywana ziemią, lecz intensywnie wymieszana z powierzchniową warstwą gleby. Stąd oddziaływanie uprawy uproszczonej, bezpłużnej, z pozostawianiem słomy jest nieco inne niż uprawy tradycyjnej, płużnej. Natomiast w uprawie zerowej słoma znajduje się na powierzchni gleby i, do pewnego stopnia, chroni ją przed bezproduktywnym wyparowywaniem wody. Jednak gdy opady są małe, słoma jest także przeszkodą wychwytyjącą część opadów i nie dopuszczającą do przenikania wody do strefy korzeniowej. Ostateczny wynik w postaci ilości wody zatrzymywanej w glebie zależy również od wielkości opadów, szybkości przemieszczania się wody opadowej do głębszych partii profilu glebowego, a także od szybkości parowania (12).

Właściwości chemiczne

Brak istotnego wpływu stosowanych sposobów uprawy roli na rozmieszczenie badanych składników pokarmowych w warstwie uprawnej gleby, wynika najprawdopodobniej ze stosunkowo krótkiego okresu trwania eksperymentu polowego. Obserwowana tendencja gromadzenia się większych ilości P, K i Mg w obiektach z uproszczeniami uprawowymi w stosunku do prowadzonych tradycyjnie jest jedynie zwiastunem postępującego zróżnicowania. Zjawisko to, statystycznie potwierdzone, obserwowano w badaniach przeprowadzonych przez innych autorów (1, 6).

Obniżenie zawartości Mg w obiektach z pozostawianą słomą w stosunku do wariantów bez słomy można wyjaśnić zdolnościami sorpcyjnymi tego materiału w stosunku do wody i składników mineralnych. Wyjaśnienie to dotyczy także potasu, chociaż zmiany jego zawartości miały tylko charakter tendencji. Więcej fosforu stwierdzono w glebie ze słomą pozostawioną niż z usuniętą, ale różnice nie były istotne statystycznie. Być może, w tym przypadku, było to wynikiem zmienności glebowej. Można też przyjąć, że pozostająca na powierzchni gleby słoma częściowo zatrzymywała stosowany w nawozach fosfor i przyczyniła się do wzrostu liczebności mikroorganizmów fosforolubnych, w konsekwencji mogło to doprowadzić do wzbogacenia powierzchniowej warstwy gleby w fosfor. Poparciem takiej hipotezy mogą być wyniki badań Hedleya i in. (7).

Nagromadzenie składników pokarmowych w przypowierzchniowej warstwie gleby należy ocenić jako zjawisko niekorzystne, ponieważ taka lokalizacja utrudnia ich wykorzystywanie przez rośliny, zwłaszcza w okresach cechujących się niedoborem opadów, czego efektem może być ich słabszy rozwój i plonowanie.

Plony

Zmienione pod wpływem stosowania uproszczonych sposobów uprawy właściwości wodne i chemiczne gleby wpływały niekorzystnie na plonowanie żyta ozimego, co odzwierciedlało się występowaniem istotnych obniżek plonu ziarna w stosunku do zbiorów uzyskiwanych z poletek uprawianych tradycyjnie (T). Dotyczyło to zwłaszcza okresu o niekorzystnym przebiegu pogody (1998/99, 1999/00, 2001/02, susze jesienne i wiosenne). Zależność tę obserwowano także we wcześniejszych badaniach przeprowadzonych w naszym Zakładzie z roślinami uprawianymi w zmianowaniu (13).

W analizowanych warunkach pogodowych istotny był również efekt współdziałania sposobów uprawy i zagospodarowania słomy. W 2000 r. potwierdził się negatywny wpływ pozostawiania słomy w uprawie tradycyjnej, a w 2002 r. dla zerowej. Jednak w 2002 r. w uprawie uproszczonej zaobserwowano także korzystny wpływ pozostawiania słomy. Wydaje się jednak, że jest to efekt przypadkowy i wynika raczej z (trudnej do wyjaśnienia) obniżki plonu w wariantcie ze słomą zbieraną z pola.

Największe plony (przeciętnie o 33% większe niż w pozostałych latach) uzyskano w 2001 r., był to rok o sprzyjającym wegetacji roślin przebiegu pogody i wówczas nie wystąpiły żadne istotne różnice międzyobiektywne. Stąd można sądzić, że uproszczenia uprawowe, łącznie ze stosowaniem siewu bezpośredniego, mogą być efektywne nawet na glebach lekkich, jeśli przebieg warunków pogodowych będzie sprzyjał wegetacji roślin. Hipoteza ta potwierdza się nie tylko w przypadku uprawy monokulturowej, ale również w zmianowaniu (13).

WNIOSKI

1. Zawartość wody w glebie zmienia się w zależności od sposobu uprawy roli, nie ma jednak jednolitej i trwałej zależności między wilgotnością gleby a sposobami uprawy roli. Najprawdopodobniej wynika to z dużej dynamiki czynników pogodowych i stanu fizycznego gleby. Wpływ pozostawiania słomy na zdolność zatrzymywania wody w glebie jest korzystny w okresach niedoboru opadów. Przy dostatecznej ich ilości część wody deszczowej jest pochłaniana przez jeszcze nie rozłożoną słomę, co w pewnym stopniu ogranicza jej dopływ do gleby.

2. Zastosowane techniki uprawowe wpływały na zróżnicowanie rozmieszczenia P, K i Mg w warstwie uprawnej. W uprawach uproszczonych istnieje tendencja nagromadzenia się większych ilości fosforu, potasu i magnezu w warstwie powierzchniowej (0–10 cm) w porównaniu ze stanem przy uprawie tradycyjnej. Nie stwierdzono jednolitej prawidłowości w oddziaływaniu pozostawiania słomy po żniwach na rozmieszczenie badanych składników w glebie.

3. Plony żyta ozimego uprawianego w monokulturze były determinowane przebiegiem pogody i zmianami we właściwościach fizycznych i chemicznych gleby, powodowanymi różnymi technikami uprawowymi. W okresach wegetacyjnych o niekorzystnych warunkach pogodowych stosowane uproszczenia uprawowe powodowały istotne obniżki plonów w stosunku do uprawy tradycyjnej. Również w tych okresach niekorzystnie na wielkość plonów wpływało późne pozostawianie na poletkach słomy. Natomiast w okresie o korzystnym przebiegu pogody dla wegetacji roślin uproszczenia uprawowe i pozostawianie słomy nie miały negatywnego wpływu na wielkość plonów.

LITERATURA

1. Bauer Ph. J., Frederick J.R., Busscher W. J.: Tillage effect on nutrient stratification in narrow- and wide-row cropping systems. *Soil Till. Res.* 2002, **66**: 175-182.
2. Doran J.W., Elliott E.T., Paustian K.: Soil microbial activity, nitrogen cycling, and long-term changes in organic carbon pools as related to fallow tillage management. *Soil Till. Res.*, 1998, **49**: 3-18.
3. Dzienia S., Piskier T., Wereszczaka J.: Wpływ roślin mulczujących na wybrane właściwości fizyczne gleby po zastosowaniu siewu bezpośredniego bobiku. *Konf. nauk.: „Siew bezpośredni w teorii i praktyce”* Szczecin – Barzkowice, 1995, 57-61.

4. Ferreras L.A., Costa J.L., Garcia F. O., Pecorari C.: Effect of no-tillage on some soil physical properties of a structural degraded Petrocalcic Paleudoll of the southern "Pampa" of Argentina. *Soil Till. Res.*, 2000, **54**: 31-39.
5. Flowers M., Lal R.: Axle load and tillage effects on the shrinkage characteristics of a Mollic Ochraqualf in northwest Ohio. *Soil Till. Res.*, 1999, **50**: 251-258.
6. Franzluebbers A. J.: Water infiltration and soil structure related to organic matter and its stratification with depth. *Soil Till. Res.*, 2002, **66**: 197-205.
7. Hedley M.J., Stewart J.W.B., Chauhan B.S.: Changes in inorganic and organic soil phosphorus fractions induced by cultivation practices and by laboratory incubations. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 1982, **46**: 970-976.
8. Hernanz J.L., Giron V.S., Cerisola C.: Long-term energy use and economic evaluation of three tillage systems for cereal and legume production in central Spain. *Soil Till. Res.*, 1995, **35**: 183-198.
9. Kumar Ajay, Kanwar R.S., Singh P., Ahuja L.R.: Evaluation of the root zone water quality model for predicting water and NO₃-N movement in an Iowa soil. *Soil Till. Res.*, 1999, **50**: 223-236.
10. Lal R., Ahmadi M.: Axle load and tillage effects on crop yield for two soils in central Ohio. *Soil Till. Res.*, 2000, **54**: 111-119.
11. Lyon J. D., Stroup W.W., Brown R.E.: Crop production and soil water storage in long-term winter wheat-fallow tillage experiments. *Soil Till. Res.*, 1998, **49**: 19-27.
12. Pabin J., Włodek S.: Wpływ zagęszczenia gleby lekkiej na niektóre jej właściwości fizyczne oraz plonowanie peluszeki i jęczmienia jarego. I. Dynamika wody użytecznej w glebie a plony roślin. *Pam. Puł.*, 1986, **88**: 71-85.
13. Pabin J., Włodek S., Biskupski A., Runowska-Hryńczuk, Kaus A.: Ocena właściwości fizycznych gleby i plonowania roślin przy stosowaniu uproszczeń uprawowych. *Inż. Rol.*, 2000, **6**: 213-219.
14. Rasmussen K.J.: Impact of ploughless soil tillage on yield and soil quality: A Scandinavian review. *Soil Till. Res.*, 1999, **53**: 3-14.
15. Sharratt B.S.: Barley yield and evapotranspiration governed by tillage practices in interior Alaska. *Soil Till. Res.*, 1998, **46**: 225-229.
16. Singh Baldev, Chanasyk D.S., McGill W.B.: Soil water regime under barley with long-term tillage-residue systems. *Soil Till. Res.*, 1998, **45**: 59-74.
17. Sow A.A., Hossner L.R., Unger P.W., Stewart B. A.: Tillage and residue effects on root growth and yields of grain sorghum following wheat. *Soil Till. Res.*, 1997, **44**: 121-129.
18. Tebrugge F., During R.A.: Reducing tillage intensity - a review of results from a long-term study in Germany. *Soil Till. Res.*, 1999, **53**: 15-28.
19. Vilde A.: Energetic and economic estimation of soil tillage systems. *Fol. Univ. Agric. Stetin.*, 1999, **195**, *Agricultura*, **74**: 213-222.
20. Woźnica Z., Pudełko J., Skrzypczak G., Matysiak R.: Wpływ niekonwencjonalnych metod uprawy roli na zachwaszczenie i plony kukurydzy. *Konf. nauk.: „Siew bezpośredni w teorii i praktyce”*, Szczecin - Barzkowice, 1995, 109-117.

EFFECT OF SIMPLIFIED TILLAGE IN WINTER RYE MONOCULTURE ON ITS YIELDING AND CHANGES IN SOIL ENVIRONMENT

Summary

The aim of the research was to determine the influence of simplified tillage under differentiated conditions of straw management on some properties of sandy soil and yields of winter rye in monoculture.

Soil water content usually depends on soil tillage system, however there is still not an exact relationship between soil water retention and tillage mode. This probably results from the dynamics of weather and soil physical conditions. The straw left on the surface of plots improved water retention in the soil in the periods of drought under zero tillage. Besides, on the objects with simplified tillage in the upper part of soil more forms of available P, K and Mg were noted than under traditional tillage. The grain yields of rye in monoculture were significantly lower in simplified tillage as compared to those in traditional ones, but only in the seasons with unfavourable weather conditions for the crops.

Praca wpłynęła do Redakcji 1 VI 2005 r.