

Katedra Agronomii Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
ul. Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa, Poland

Hanna Niemczyk

Znaczenie ścieżek przejazdowych w ograniczaniu niekorzystnego oddziaływania kół agregatów rolniczych na właściwości fizyczne gleby i plonowanie roślin

The effect of tramlines in limiting the unfavourable effect of wheels of running outfits on soil physical properties and plants yielding

ABSTRACT. In the field experiments the range of soil physical properties changes taking place in the unsown tramlines area after outfit running in comparison with untreated soil was analyzed. The field experiments there were implemented on sugar beet and triticale. Soil bulk density in the area of the tramlines significantly increased after the first travelling. At the end of vegetation period the soil bulk density was higher about 0.30–0.32 g/cm³ than at the beginning. The increase of soil density took place to the depth of 20 cm. Total porosity decreased to 32–39% (v/v), and aerial pores significantly decreased to 10.7% (v/v). Soil compactness increases till the depth of 30 cm, and it was especially high for surface layers. The tramlines limit the area pressed by the tractor wheels to a few percents of total area of the field. Plants of the border rows of tramlines are characterized by better growing condition and a higher yield than plants in the compact stand. It was found that the calculated yield of plants of unsown rows was fully compensated in sugar beets and considerably in triticale.

KEY WORDS: tramlines, soil bulk density, soil compaction, yield compensation, border rows

Obecnie stosowane technologie uprawy roślin prowadzą do nadmiernego zagęszczenia gleby. Stopień ugniecenia zależy od czynników glebowych: składu granulometrycznego, wilgotności, porowatości gleby; technicznych agregatów rolniczych: masy agregatu, ciśnienia w oponach, prędkości poruszania się po polu oraz liczby przejazdów.

Byszewski i Haman [1977] stwierdzają, że podczas wykonywania zabiegów agrotechnicznych na powierzchni 1 ha ciągnik pokonuje 20–100 km rocznie, a każdy punkt pola może być ugniatany dziesięciokrotnie. Sumaryczna powierzchnia śladów kół pięciokrotnie przewyższa powierzchnię pól przy uprawie zbóż i ośmiokrotnie przy uprawie okopowych. Z powodu różnych szerokości roboczych maszyn oraz wielokrotności przejazdów w okresie wegetacji wolne od śladów pozostaje od kilku do kilkunastu procent powierzchni pola [Walczykowa 1987; Buliński 1991; Kozicz 1996].

Wielokrotne przejazdy kół agregatów po polu powodują nadmierne zagęszczenie gleby, spadek porowatości ogólnej i dyferencyjnej, czego konsekwencją są zmiany warunków wodno-powietrznych, które z kolei wpływają na przemiany procesów chemicznych i mikrobiologicznych zachodzących w glebie. Na skutek silnego ugniecenia gleby rośnie jej zwięzłość, czyli opory, jakie stawia gleba korzeniom roślin i narzędziom uprawowym. Wzrost zwięzłości gleby prowadzi do szybszego zużywania się sprzętu rolniczego, większego zużycia paliwa i wydłużania czasu pracy przy uprawie mechanicznej gleby. Silnie ugnieciona gleba ogranicza rozwój korzeni, co w konsekwencji wpływa na spadek plonów roślin [Walczykowa 1987; Ślusarczyk 1992; Buliński 1994; Kozicz 1996].

W uprawach wymagających wielokrotnych zabiegów ochrony i nawożenia jedną z koncepcji ochrony gleby przed nadmiernym ugnieceniem jest system poruszania się agregatów po ścieżkach przejazdowych. Dzięki specjalnie wytyczonym ścieżkom strefa ugnieciona kołami jest całkowicie oddzielona od strefy wzrostu roślin, a jej powierzchnia jest ograniczona do kilkuprocentowej powierzchni pola [Walczykowa 1987, Buliński 1991, Brunotte, Sommer 1993, Domsch i in. 1996].

Ścieżki przejazdowe stwarzają możliwość wjechania w łan roślin od początku do końca okresu wegetacji bez ich uszkodzenia, zapewniają precyzję zabiegów ochrony roślin i pogłównego nawożenia oraz stwarzają lepsze warunki trakcyjne i zmniejszenie nakładów energii i kosztów paliwa związanych z uprawą mniej ugniecionego pola [Braun 1978, Buliński 1994, Brunotte, Sommer 1993, Niemczyk 1997]. Niemieckie wyniki badań wskazują na celowość wykorzystania tych samych śladów przez kilka kolejnych lat [Domsch i in. 1996]. Pozostawienie ścieżek pozwala na zastąpienie wąskich opon stosowanych do zabiegów pielęgnacyjnych szerszym ogumieniem o obniżonym ciśnieniu, dzięki czemu zakres niekorzystnych zmian sięga mniejszej głębokości [Brunotte, Sommer 1993].

Ścieżki przejazdowe co prawda zmniejszają powierzchnię zajęta przez rośliny, ale dzięki efektowi brzegowemu rośliny w rzędkach sąsiadujących ze ścież-

kami w znacznym stopniu wyrównują straty w plonie, wynikające z nieobsianej powierzchni ścieżek [Braun 1978; Brunotte, Sommer 1993; Niemczyk 1997].

Celem niniejszych badań była ocena zakresu zmian właściwości fizycznych gleby na obszarze ścieżek w porównaniu z powierzchnią nieugniecioną łanu oraz ocena strat w plonie roślin wynikających z nieobsianej powierzchni ścieżek.

METODY

Badania prowadzono na Polu Doświadczalnym Katedry Agronomii SGGW w RZD Chylice, na czarnej ziemi zdegradowanej, wytworzonej z gliny zwałowej lekkiej. Gleba charakteryzowała się średnią zawartością próchnicy, uregulowanymi stosunkami wodnymi; pH 6,4–6,7. W latach 1993 i 1997–1998 prowadzono badania nad ścieżkami przejazdowymi w pszenżycie ozimym, a w latach 1999–2001 w burakach cukrowych.

Doświadczenie było założone metodą długich parceli. Szerokość pola stanowiły trzy szerokości robocze siewnika (dla pszenżyta trzy po 270 cm; dla buraka trzy po 400 m), co odpowiadało jednej szerokości roboczej stosowanego w tych roślinach opryskiwacza. Każda szerokość robocza siewnika stanowiła jeden obiekt badawczy: I – łan zwarty; II – obiekt ze ścieżkami założonymi w czasie siewu; III – obiekt ze ścieżkami wyjeżdżonymi w okresie wegetacji. W obiekcie II w momencie siewu założono ścieżki. W pszenżycie każda ścieżka powstała kosztem trzech nieobsianych rzędów i miała szerokość 43,2 cm, między ścieżkami znajdowało się dziewięć rzędów roślin. W burakach każda ścieżka powstała kosztem jednego rzędu i miała szerokość 90 cm, a między ścieżkami znajdowały się 3 rzędy roślin.

W każdym obiekcie wytyczono po pięć poletek o długości 1 m i szerokości dziewięciu rzędów dla pszenżyta; trzech – dla buraków. W obiektach II i III poletka były usytuowane między ścieżkami (założonymi lub wyjeżdżonymi). Rzędy na poletkach ponumerowano tak, że w obiektach II i III, rząd 1 i 9 w pszenżycie, 1 i 3 w burakach sąsiadowały ze ścieżkami. Obiekt I był wolny od przejazdów, w obiektach II i III po wyznaczonych ścieżkach przejeżdżał ciągnik z opryskiwaczem w celu wykonania zabiegów chemicznej ochrony roślin i głównego nawożenia azotem.

W pszenżycie wykonano w okresie wegetacji cztery przejazdy po ścieżkach: w czasie siewu, w fazie krzewienia, strzelania w źdźbło i fazie kłoszenia. W burakach cukrowych wykonano opryskiwanie bezpośrednio po siewie, następnie jeszcze 4–5-krotne (w zależności od potrzeb) zwalczanie chwastów w maju i czerwcu. W każdym roku badań wykonano w okresie wegetacji 6–7 przejazdów po ścieżkach.

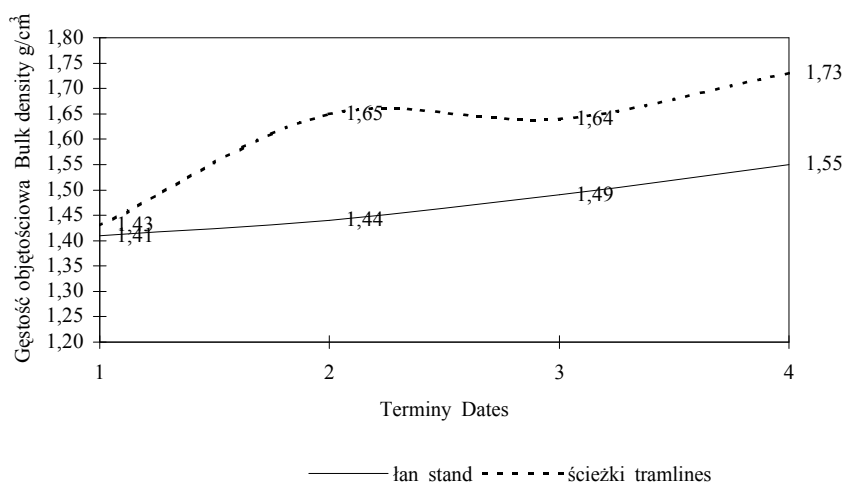
Po przejazdach pobrano próbki glebowe do oznaczania gęstości objętościowej gleby z warstwy 5–10 cm z obiektu I (łan bez przejazdów) i z obszaru ścieżek w obiekcie II, a dodatkowo w 2001 roku pobrano próbki w celu określenia gęstości gleby w profilu glebowym do głębokości 40 cm. W każdym roku przed zbiorem roślin oznaczono porowatość ogólną i dyferencyjną gleby. W kolejnych latach przed zbiorem buraków wykonano oznaczenie zwięzłości gleby w obiekcie I i na obszarze ścieżek obiektu II.

Badania z zakresu plonowania roślin i struktury plonu były prowadzone w trzech obiektach. Rośliny w poszczególnych rzędach na każdym poletku były poddane szczegółowym badaniom w okresie wegetacji i po zbiorze. Zbiór wykonano ręcznie, zbierając rośliny z każdego rzędu poletka oddzielnie. Oznaczono plon roślin z 1 m każdego rzędu oraz jego strukturę. Wyniki opracowano metodą analizy wariancji, a istotność różnic szacowano testem Tukeya.

WYNIKI

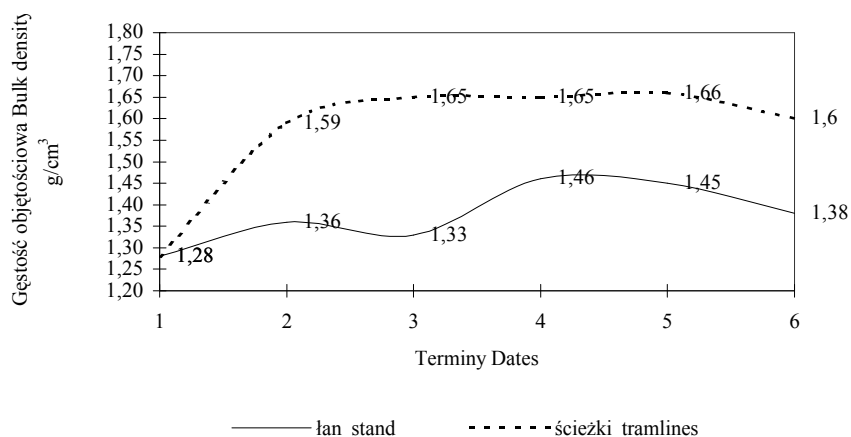
Gęstość objętościowa gleby w pszenicy ozimym średnio za 3 lata w łanie zwartym wzrosła od siewu do zbioru o $0,14 \text{ g/cm}^3$ (9,9%), a na obszarze ścieżek w wyniku 4-krotnego przejazdu ciągnika o $0,30 \text{ g/cm}^3$ (21%). W burakach cukrowych, porównując dwa skrajne terminy, w łanie stwierdzono zagęszczenie gleby o $0,10 \text{ g/cm}^3$ (7,8%), a na ścieżkach w wyniku 6–7-krotnych przejazdów agregatów rolniczych o $0,32 \text{ g/cm}^3$ (25%). Zmiany gęstości objętościowej gleby w okresie wegetacji roślin średnio za trzy lata przedstawiają ryciny 1a, 1b. Z analizy przebiegu krzywych wynika, że już pierwsze przejazdy istotnie wpłynęły na wzrost zagęszczenia, kolejne w niewielkim stopniu zwiększały gęstość gleby. Jednakże nieco inaczej kształtowała się gęstość pod wpływem przejazdów w latach 1998 i 2001. Nie stwierdzono wtedy tak zdecydowanego wpływu pierwszych przejazdów, natomiast systematyczny wzrost zagęszczenia w późniejszym okresie wegetacji po kolejnych przejazdach. Takie kształtowanie zagęszczenia gleby było związane z przebiegiem opadów w tych latach (tzn. suchy maj i bardzo wilgotny czerwiec w roku 1998 lub lipiec w roku 2001). Mała wilgotność gleby w czasie przejazdów w okresie wiosennym ograniczała efekt zagęszczający; duża wilgotność w późniejszym okresie wpływała na znaczny efekt ugniatający kolejnych przejazdów, a również większe zagęszczenie gleby w łanie. Z analizy gęstości gleby, wykonanej na polu pod burakami w roku 2001, wynika, że zagęszczające działanie kół ciągnika ujawniło się do głębokości 20 cm (ryc. 2).

Konsekwencją zmian gęstości objętościowej gleby na ścieżkach przejazdowych był spadek porowatości ogólnej gleby i zmiany w porowatości dyferencyj-



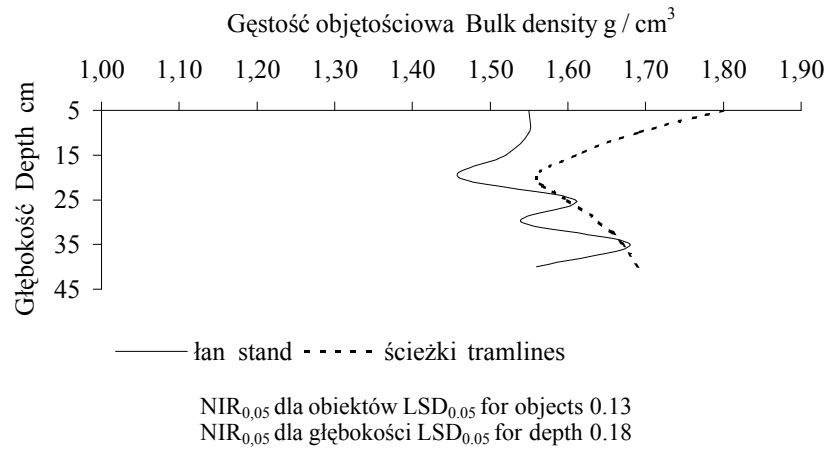
NIR_{0,05} dla obiektów LSD_{0,05} for objects 0.05; NIR_{0,05} dla terminów LSD_{0,05} for dates 0.07
 Terminy Dates: 1 – jesień autumn; 2 – faza krzewienia tillering; 3 – faza strzelania w źdźbło shooting; 4 – przed zbiorem before harvest

Rycina 1a. Zmiany gęstości objętościowej gleby w okresie wegetacji pszenżyta ozimego
 Figure 1a. Changes of soil bulk density during vegetation period of winter triticale

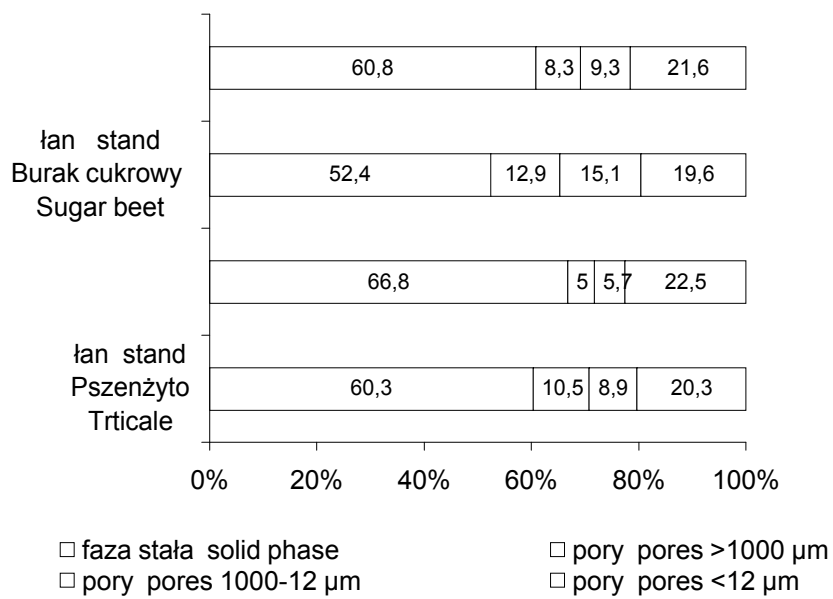


NIR_{0,05} dla obiektów LSD_{0,05} for objects 0.10; NIR_{0,05} dla terminów LSD_{0,05} for dates 0.16
 Terminy Dates: 1 – po siewie after sowing; 2 – koniec maja the end of May; 3 – połowa czerwca the middle of June; 4 – koniec czerwca the end of June; 5 – początek sierpnia the beginning of August; 6 przed zbiorem before harvest

Rycina 1b. Zmiany gęstości objętościowej gleby w okresie wegetacji buraka cukrowego
 Figure 1b. Changes of soil bulk density during vegetation period of sugar beet



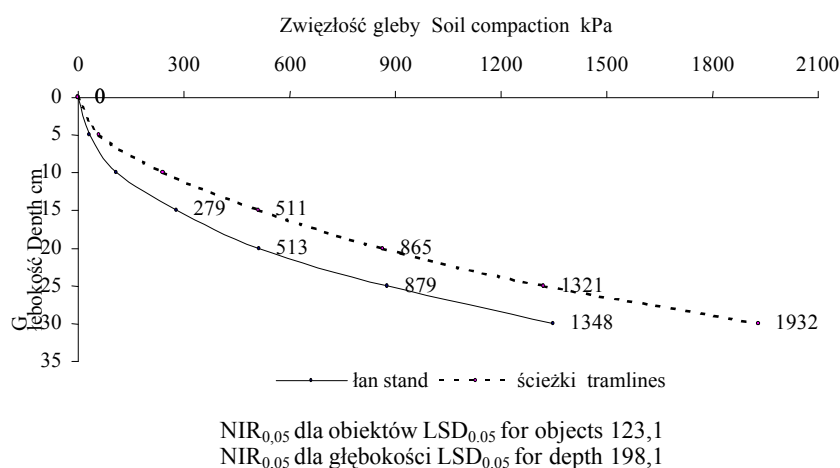
Rycina 2. Zmiany gęstości objętościowej gleby w poszczególnych warstwach gleby
Figure 2. Changes of soil bulk density in particular layers of soil



Rycina 3. Zmiany udziały fazy stałej i poszczególnych grup porów w glebie
Figure 3. Changes of solid phase share and changes of particular pore groups in the soil

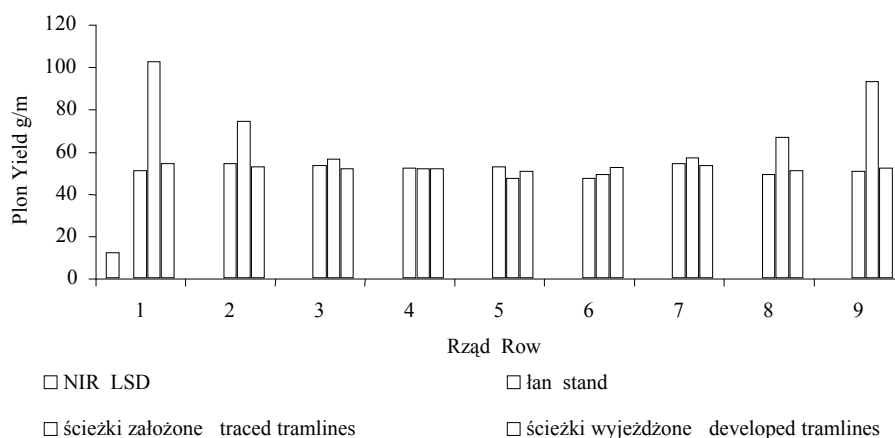
nej (ryc. 3). W glebie pod pszenżytem porowatość ogólna na ścieżkach spadła do 33,2% (v/v), a porowatość powietrzna do 10,7% (v/v). Pod burakami na obszarze ścieżek porowatość spadła do 39,2% (v/v), a objętość porów zajętych przez powietrze do 17,6% (v/v). Jak wynika z danych literatury, spadek zawartości powietrza poniżej 15% objętości gleby jest niebezpieczny zarówno dla roślin, jak i procesów zachodzących w glebie. Jest to tzw. minimum aeracyjne gleby [Świętochowski i in. 1993].

Wyniki oznaczeń wykonane przed zbiorem buraków wskazują na wzrost zwięzłości ogólnej gleby na obszarze ścieżek w porównaniu z powierzchnią wolną od przejazdów w granicach 80–120% w warstwie do 15 cm. W warstwach głębszych wzrost zwięzłości na ścieżkach wynosił ok. 40–50% w porównaniu z odpowiadającą głębokością w łanie (ryc. 4).



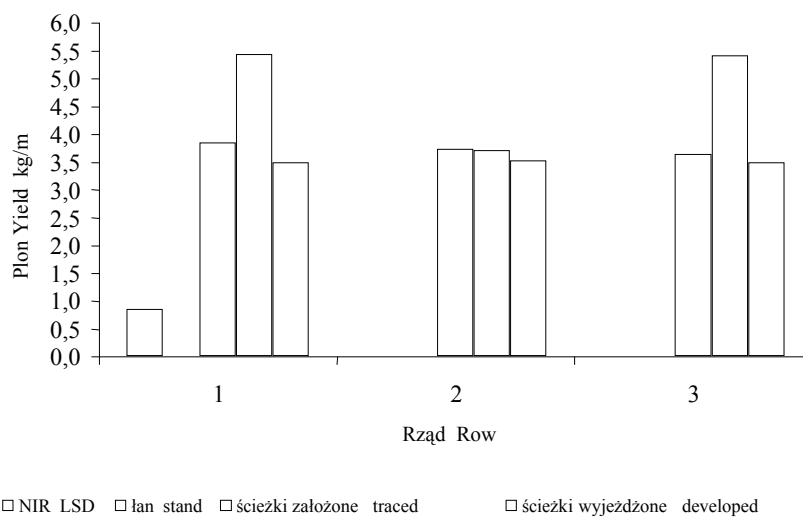
Rycina 4. Zmiany zwięzłości ogólnej gleby
 Figure 4. Changes in total soil compaction

Dzięki wytyczeniu ścieżek przejazdowych na plantacjach roślin uprawnych tylko niewielka powierzchnia zostaje poddana zagęszczającemu oddziaływaniu kół agregatów rolniczych. W zależności od rozmieszczenia ścieżek w łanie (czyli od stosowanych zestawów maszyn do siewu i pielęgnacji roślin) oraz od szerokości ścieżek tylko na niewielkiej powierzchni przeznaczanej na ścieżki zachodzą niekorzystne zmiany we właściwościach gleby. Z danych literatury [Byszewski, Haman 1977, Buliński 1991] i badań własnych wynika, że to pierwsze przejazdy koła tym samym śladem powodują zasadnicze ugniecenie, kolejne w niewielkim stopniu zwiększają zagęszczenie gleby. W dowolnym



1 i 9 w obiektach ze ścieżkami rzędy brzegowe
1 and 9 treatment with the tramlines border rows

Rycina 5a. Plon ziarna pszenżyta ozimego z 1 m rzędu
Figure 5a. Winter triticale grain yield from 1 m of row



1 i 3 w obiektach ze ścieżkami rzędy brzegowe
1 and 3 treatment with the tramlines border rows

Rycina 5b. Plon korzeni buraka cukrowego z 1 m rzędu
Figure 5b. Yield of sugar beet roots from 1 m of row

systemie poruszania się agregatów po polu tylko kilka do kilkunastu procent powierzchni pozostaje bez śladów. Przy poruszaniu się po ścieżkach powierzchnia ugnieciona wynosi 5–10% [Buliński 1991; Kozicz 1996].

Zmniejszenie powierzchni zajętej przez rośliny nie wpływa w identycznym stopniu na zmniejszenie plonu. Rośliny rzędów sąsiadujących ze ścieżkami plonują wyżej niż rośliny łąnu i w znacznym stopniu wyrównują ewentualne straty plonu. W badaniach własnych efekt brzegowy pszenżyta wynosił średnio za trzy lata 88,8% (ryc. 5a). Wyliczona na tej podstawie obniżka plonu pszenżyta, spowodowana założeniem ścieżek dla warunków doświadczenia (powierzchnia nieobsiana 8%), wyniosła 1,7%. Dla buraków efekt brzegowy średnio za trzy lata wynosił 45% (ryc. 5b). Wyliczona na tej podstawie obniżka plonu dla warunków doświadczenia (powierzchnia nieobsiana 7,2%) w porównaniu z łąnem wyniosła 0,4%. Jednakże plon z powierzchni należałoby porównywać nie z obiektem wolnym od przejazdów, ale z uprawą standardową buraka (obiekt III). Technologia uprawy buraka wymaga wielokrotnych przejazdów ciągnika po polu. Przemieszczanie się kół agregatów w międzyrzędziach o szerokości 45 cm powoduje mechaniczne uszkodzenia roślin i wpływa na obniżenie plonu w rzędach sąsiadujących ze strefą przejazdu kół. Brunotte i Sommer [1993] uzyskali w tych rzędach plon w wysokości 85,3% plonu w porównaniu z rzędami bez wpływu śladów. W badaniach własnych plon w tych rzędach wynosił 93,3% w porównaniu z plonem z rzędów łąnu.

Porównując obiekt ze ścieżkami założonymi w czasie siewu i obiekt z uprawą standardową buraka, można stwierdzić, że w obiekcie ze ścieżkami w wyniku efektu brzegowego rośliny rzędów brzegowych w pełni rekompensują obniżkę plonu wynikającą z nieobsianej powierzchni ścieżek.

Korzyści wynikające z założenia ścieżek to: ograniczenie niekorzystnego oddziaływania kół agregatów rolniczych na glebę jedynie do kilkuprocentowej powierzchni pola, możliwość wjechania w łąn roślin od początku do końca okresu wegetacji bez ich uszkodzenia, precyzja zabiegów z zakresu ochrony i nawożenia, zmniejszenie nakładów na uprawę gleby mniej ugniecionej. Te korzyści wielokrotnie przewyższają ewentualne niewielkie obniżenie plonu, wynikające z założenia ścieżek.

WNIOSKI

1. Powierzchnia ugniatana przez koła agregatów rolniczych przy systemie ścieżek przejazdowych była ograniczona do kilku procent powierzchni pola.

2. Gęstość objętościowa gleby na ścieżkach istotnie wzrosła po pierwszych przejazdach, a następnie utrzymywała się na określonym poziomie. Zasięg oddziaływania zagęszczającego kół sięgał głębokości 20 cm.

3. Pod wpływem działania kół agregatów gwałtownie spadła objętość porów zajętych przez powietrze, nawet poniżej poziomu minimum aeracyjnego.

4. Zwięzłość gleby istotnie wzrosła do głębokości 30 cm. Wzrost zwięzłości warstw powierzchniowych był większy niż położonych niżej.

5. W wyniku efektu brzegowego spadek plonu wynikający z nieobsianej powierzchni ścieżek był u pszenżyta niewielki, zaś u buraka cukrowego w pełni zrekompensowany.

PIŚMIENICTWO

- Braun H. 1978. Tramlines in corn. *International Pest Control* 5, 16–18.
- Brunotte J, Sommer C. 1993. Fahrgassen im Zuckerrübenanbau. *Landtechnik* Jg. 48, 8/9, 468–470.
- Buliński J. 1991. Wpływ czynników konstrukcyjnych i eksploatacyjnych agregatu ciągnikowego na ugniatanie gleby. *Masz. Ciągn. Roln. Leś.* 7, 15–17.
- Buliński J. 1994. Możliwości zmniejszania ugniatania gleby agregatami rolniczymi. *Przeł. Techn. Rol. Leś.* 6, 2–3.
- Byszewski W., Haman J. 1977. *Gleba-maszyna-roślina*. Warszawa, PWN.
- Domsch H., Adamek R., Grothe K. 1996. Kontrollierter Fahrverkehr auf Sandboden. *Landtechnik* Jg. 51, 3, 140–141.
- Kozicz J. 1996. Ugniatanie gleby mechanizmami jezdnyimi agregatów przy uprawie roślin zbożowych i okopowych. *Post. Nauk Rol.* 4, 51–63.
- Niemczyk H. 1996. Wpływ ścieżek przejazdowych na plonowanie zbóż. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 439, 237–246.
- Ślusarczyk E. 1992. Wpływ przejazdu ciągników kołowych na właściwości fizyczne gleby. *IUNG Puławy*, R 300, 7–25.
- Świętochowski B., Jabłoński B., Krężel R., Radomska M. 1993. *Ogólna uprawa roli i roślin*. Warszawa, PWRiL.
- Walczykowa M. 1987. Niektóre problemy uprawy i ugniatania gleby w świetle badań światowych. *Masz. Ciągn. Rol.* 7, 3–5.