

ANALIZA WYBRANYCH WŁAŚCIWOŚCI GLEBY W RÓŻNYCH TECHNOLOGIACH UPRAWY*

Anna Cudzik, Włodzimierz Białczyk, Jarosław Czarnecki, Marek Brennensthal
Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Adam Kaus

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Państwowy Instytut badawczy w Puławach
Stacja Doświadczalna w Jelczu-Laskowicach*

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki pomiarów właściwości gleby poddanej różnym systemom uprawy. Analizowano wilgotność gleby, maksymalne naprężenia ścinające, zwięzłość a także zawartość CO₂ w glebie o raz emisję CO₂ z gleby do atmosfery. Badania przeprowadzono na polach należących IUNG-u w Jelczu Laskowicach. Wykazano, że stosowanie uproszczeń uprawowych lub rezygnacja z uprawy sprzyja akumulacji wilgoci w glebie i nie wpływa znacząco na pogorszenie jej właściwości mechanicznych. Stwierdzono istotny wpływ systemu uprawy na wielkość emisji CO₂ z gleby do atmosfery.

Słowa kluczowe: technologia uprawy, wilgotność, zwięzłość, CO₂ w glebie, emisja CO₂

Wstęp

Uprawa gleby ma na celu stworzenie roślinom jak najkorzystniejszych warunków do wzrostu i rozwoju poprzez wykonanie zabiegów polegających na jej odwracaniu, kruszeniu lub mieszaniu [Cannell 1985; Gajri i in. 2002]. Obserwuje się ciągły rozwój konstrukcji maszyn rolniczych oraz ewolucję systemów uprawy po to, aby sprostać szerokiej zmienności gleby, klimatu i wymagań roślin [Morris 2010]. W ostatnich dziesięcioleciach na świecie bardzo rozpowszechniły się nowoczesne technologie uprawy gleby. Uproszczenia uprawowe są alternatywą dla uprawy tradycyjnej w zakresie redukcji kosztów i nakładów pracy. Zastępowanie tradycyjnych zabiegów uprawowych innymi, mniej energochłonnymi niesie także korzyść w postaci zmniejszenia ryzyka erozji gleby, a także poprawy właściwości fizycznych i chemicznych gleby [Lal 2000]. Dodatkowo uprawa uproszczona znacznie skraca czas przygotowania pola pod zasiew [Jankowski i in. 1999; Kordas i in. 2002], co nawet w przypadku długotrwałych, niesprzyjających warunków klimatycznych umożliwia terminowe wykonanie siewu nasion. Jednym z głównych zagrożeń wynikających ze stosowania uproszczeń w uprawie gleby jest jej nadmierne zagęszczenie. Jest ono skutkiem zaniechania głębokiej uprawy spulchniającej, jaką jest orka i może prowadzić do pogorszenia warunków rozwoju systemu korzeniowego roślin, a w efekcie przyczynić się do obniżenia plonów. Użytkowanie gleby i zabiegi agrotechniczne

* Praca zrealizowana w ramach projektu badawczego nr N N313 146938.

wywierają również duży wpływ na emisję i absorpcję gazów szklarniowych [Lipiec, Hatanó 2003]. Jednym z nich jest CO₂, który w ostatnich latach stał się przedmiotem intensywnych badań. Gleba zawierająca znaczne ilości materii organicznej uznawana jest za jeden z ważniejszych magazynów węgla (C). W wyniku wykonywania zabiegów agrotechnicznych do głębszych warstw gleby doprowadzany jest tlen, ale także wzrasta ilość uwalnianego do powietrza CO₂, ponieważ proces utleniania i rozkład materii organicznej zachodzi z większą intensywnością. W związku z powyższym stosowanie uproszczeń uprawowych i rezygnacja z głębokiej uprawy gleby może być jednym ze sposobów ograniczania efektu cieplarnianego. W publikacjach naukowych można znaleźć skrajnie różne wyniki badań dotyczące właściwości gleb uprawianych różnymi technologiami oraz wielkości uzyskiwanych plonów. Wynika to z wieloczynnikowych zależności w relacji maszyna-gleba-roślina.

Cel pracy, metoda i warunki badań

Celem pracy było porównanie wybranych właściwości gleby w różnych systemach uprawy tj. uprawa tradycyjna, uprawa uproszczona, siew bezpośredni. Analizowano wilgotność, maksymalne naprężenia ścinające, zwięzłość, zawartość CO₂ w glebie oraz wielkość emisji tego gazu z gleby do atmosfery.

Badania przeprowadzono w pierwszej dekadzie listopada 2010 roku na polu 17/1/B o powierzchni 6,5 ha, należącym do IUNG w Jelczu Laskowicach. Badana gleba to gleba płowa o składzie granulometrycznym piasku gliniastego mocnego (w całym profilu), zaliczana do żytniego bardzo dobrego kompleksu przydatności rolniczej. Analizowane pole podzielono na trzy części o szerokości 70 m każda, na których prowadzono uprawę gleby trzema różnymi technologiami: orkową, bezorkową i „zerową”. Takie systemy uprawy roli na badanej powierzchni stosowane są już od 15 lat. Na badanym polu uprawiane są rośliny zgodnie z ustalonym płodozmiarem: rzepak ozimy, pszenica ozima, kukurydza, pszenica jara. Zbiór kukurydzy wykonano kombajnem NH 5050 z czterorzędowym hederem. Zabiegi, które zostały wykonane na poszczególnych polach po zbiorze zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Zestawienie zabiegów uprawowych prowadzonych na glebie uprawianej zróżnicowanymi technologiami po zbiorze kukurydzy

Table 1. Comparison of the cultivation operations carried out in the soil tilled using diversified technologies after corn harvest

System uprawy	Uprawa poźniwna
Tradycyjna	25.10.2010 – talerzowanie; 27.10.2010 – orka zimowa na gł. 30 cm
Uproszczona	25.10.2010 – talerzowanie
Zerowa	–

Źródło: opracowanie własne autorów

W tabeli 2 przedstawiono wyniki analiz wybranych właściwości chemicznych gleby uprawianej różnymi technologiami oznaczone w warstwie 0-30 cm. Badana gleba posiada odczyn kwaśny, o pH wzrastającym wraz ze wzrostem stosowanych uproszczeń uprawo-

Analiza wybranych właściwości...

wych. Zawartości C-organicznego oraz próchnicy są typowe badanej gleby i nie wykazują znacznego zróżnicowania ze względu na zastosowany system uprawy.

Tabela 2. Wybrane właściwości chemiczne gleby
Table 2. Selected chemical properties of the soil

System uprawy	pH w KCl	zawartość C-organicznego [%]	zawartość próchnicy [%]
Tradycyjna	4,72	0,78	1,35
Uproszczona	4,80	0,86	1,48
Zerowa	4,93	0,82	1,41

Źródło: opracowanie własne autorów

Zgodnie z przyjętymi celami pracy przeprowadzono pomiary wybranych właściwości gleb. Do pomiaru zwięzłości oraz wilgotności gleby zastosowano penetrolgger firmy Eijkelkamp z wbudowanym wewnętrznym odbiornikiem GPS oraz sondą wilgotności Theta Probe ML2x o dokładności do 1%, umożliwiającą punktowe oznaczanie wilgotności w % obj.

Do pomiaru zwięzłości gleby użyto stożka o polu podstawy równym 1 cm^2 i kącie rozwarcia 60° (zgodnie z normą NEN 5140). Prędkość zagłębiania stożka w glebie wynosiła $0,02 \text{ m s}^{-1}$. Dokładność pomiaru siły penetracji 1 N, dokładność pomiaru zagłębienia 0,01 m.

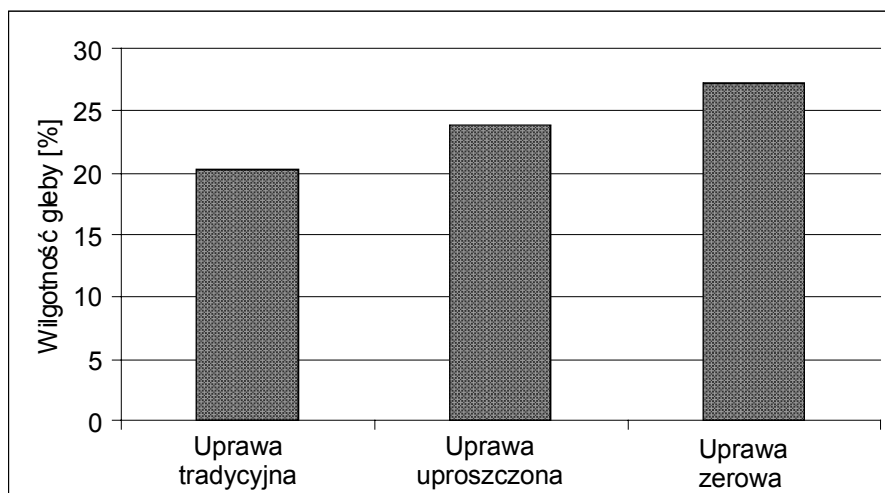
Pomiary maksymalnych naprężeń ścinających wykonywano przy użyciu testera skrzydełkowego Vane H-60 firmy Eijkelkamp. Do pomiaru zawartości CO_2 w glebie zastosowano ręczny miernik CARBOCAP Hand – Held Carbon Dioxid Meter GM 70 fińskiej firmy Vaisala wyposażony w sondę pomiarową o zakresie pomiarowym (0-5%) o dokładności 0,001%. Przyrząd umożliwia rejestrację zmian zawartości CO_2 w czasie. Wielkość emisji CO_2 z gleby do atmosfery oznaczono metodą komory statycznej zamkniętej. Metoda ta polegała na rejestracji stężenia CO_2 w jednostce czasu w powietrzu szczelnej komory umieszczonej na powierzchni gleby. Pomiary wykonywano w słoneczny dzień przy temperaturze powietrza 12°C . Wszystkie pomiary wykonywano w pięciu powtórzeniach na każdym polu.

Wyniki badań i ich analiza

Na rys. 1. przedstawiono wilgotność gleb uprawianych różnymi technologiami.

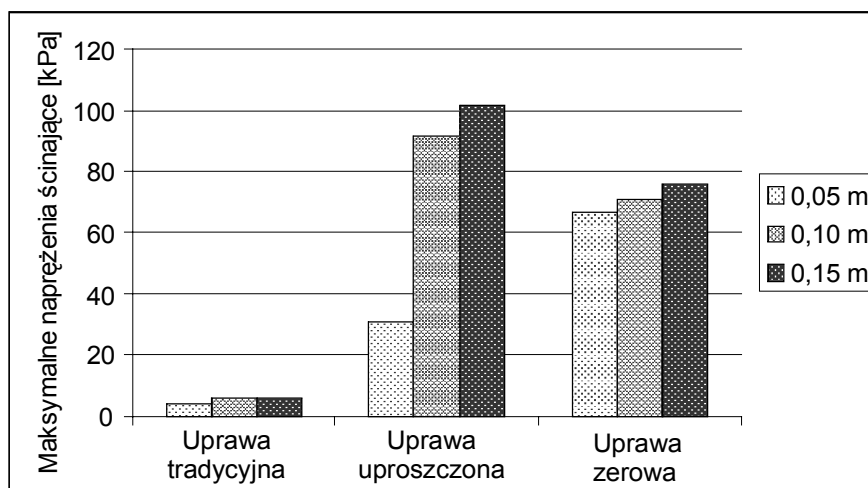
Z poniższego diagramu wynika, że technologia uprawy ma znaczący wpływ na zawartość wody w glebie. Najniższą wilgotność zmierzono na glebie poddanej tradycyjnej technologii uprawy i wynosiła ona 20,2%, najwyższą (27,2%) natomiast w uprawie „zerowej”, gdzie po zbiorze kukurydzy nie wykonano żadnego zabiegu uprawowego.

Na rys. 2. przedstawiono wartości maksymalnych naprężeń ścinających zmierzonych na trzech różnych głębokościach na polach uprawianych odmiennymi technologiami. Na wszystkich polach stwierdzono wzrost wartości mierzonego parametru wraz z głębokością pomiaru.



Źródło: opracowanie własne autorów

Rys. 1. Wilgotność gleby poddanej zróżnicowanym technologiom uprawy
Fig. 1. Humidity of the soil tilled using diversified cultivation technologies

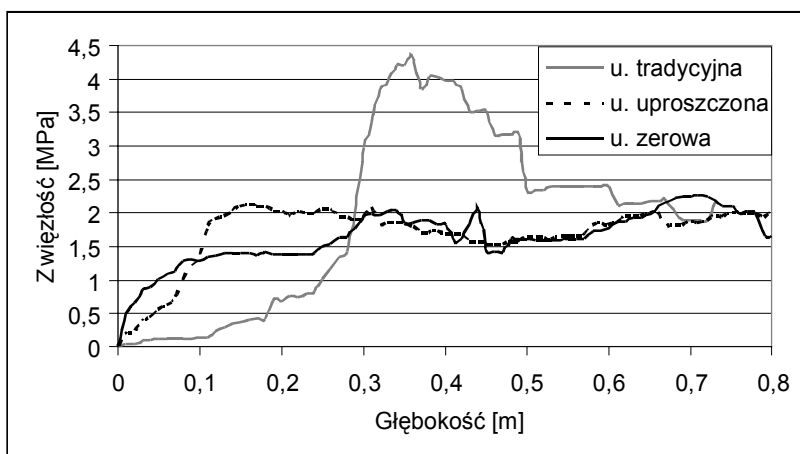


Źródło: opracowanie własne autorów

Rys. 2. Wartości maksymalnych naprężeń ścinających gleby w różnych technologiach uprawy, zmierzone na głębokościach 0,05 m, 0,1 m oraz 0,15 m
Fig. 2. Values of maximum shearing stress in the soil for various cultivation technologies, measured at the following depths: 0.05 m, 0.1 m and 0.15 m

W przypadku pola, na którym przeprowadzono orkę na głębokość 30 cm wartości maksymalnych naprężeń ścinających kształtowały się na poziomie 4-6 kPa na wszystkich analizowanych głębokościach. W uprawie uproszczonej wartości maksymalnych naprężeń ścinających na głębokości 0,05 m wynosiły 30 kPa i były efektem spulchnienia powierzchniowej warstwy gleby broną talerzową. Na głębokościach większych wartości tego parametru były ponad trzykrotnie wyższe. Na polu, na którym nie przeprowadzono żadnego zabiegu po zbiorze kukurydzy zaobserwowano najmniejsze zróżnicowanie w wartościach maksymalnych naprężeń ścinających na analizowanych głębokościach. Wzrost naprężeń ścinających wraz z głębokością pomiaru można tłumaczyć mniejszą wilgotnością gleby w głębszych warstwach profilu glebowego.

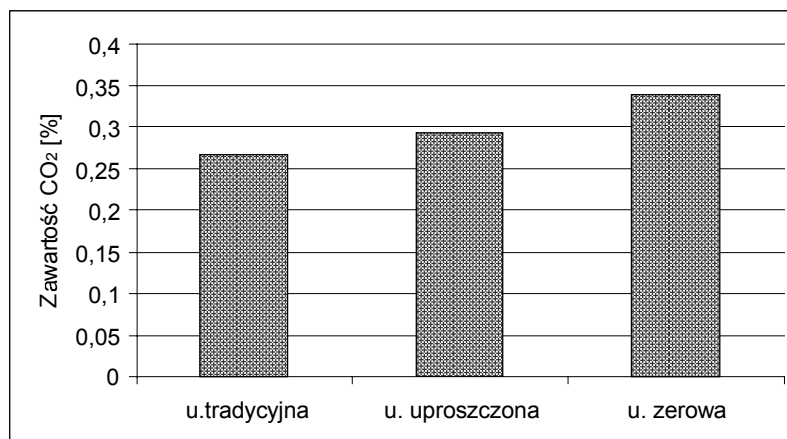
Na kolejnym rysunku przedstawiono zwięzłość gleby uprawianej różnymi technologiami. W uprawie tradycyjnej można zaobserwować największe zmiany tego parametru w analizowanym profilu (0-0,8 m). Wpływ zabiegów uprawowych na wartości zwięzłości gleby najlepiej można zaobserwować w profilu 0-0,1 m. Na tej głębokości na glebie poddanej tradycyjnej technologii uprawy wykonano dwa zabiegi (talerzowanie i orkę), średnia wartość zwięzłości wynosiła 0,1 MPa. Na polu uprawianym z systemie bezorkowym przeprowadzono zabieg talerzowania, zwięzłość gleby w warstwie 0-0,1 m wyniosła 0,67 MPa, natomiast na glebie bez uprawy – średnia wartość tego parametru wynosiła 1,06 MPa. Zwięzłość gleby uprawianej metodą orkową dynamicznie wzrasta po przekroczeniu głębokości oddziaływania pługa. Najprawdopodobniej w wyniku wieloletniej uprawy na tę samą głębokość doszło do powstania podeszwy płuznej i nadmiernego zagęszczenia gleby sięgającego do 0,5 m głębokości. Zwięzłość gleby powyżej 4,5 MPa może skutkować niekorzystnym oddziaływaniem na rośliny. W przypadku uprawy uproszczonej oraz „uprawy zerowej” zwięzłości gleby na głębokości powyżej 0,3 m kształtują się na zbliżonym poziomie, nieprzekraczającym 2,5 MPa.



Źródło: opracowanie własne autorów

Rys. 3. Zwięzłość gleby w różnych technologiach uprawy
 Fig. 3. Soil compactness for various cultivation technologies

Zawartość CO₂ w glebie (rys. 4), zmierzona na głębokości 0,05 - 0,1 m, wykazuje pewne zróżnicowanie pomiędzy stosowanymi technologiami uprawy.



Źródło: opracowanie własne autorów

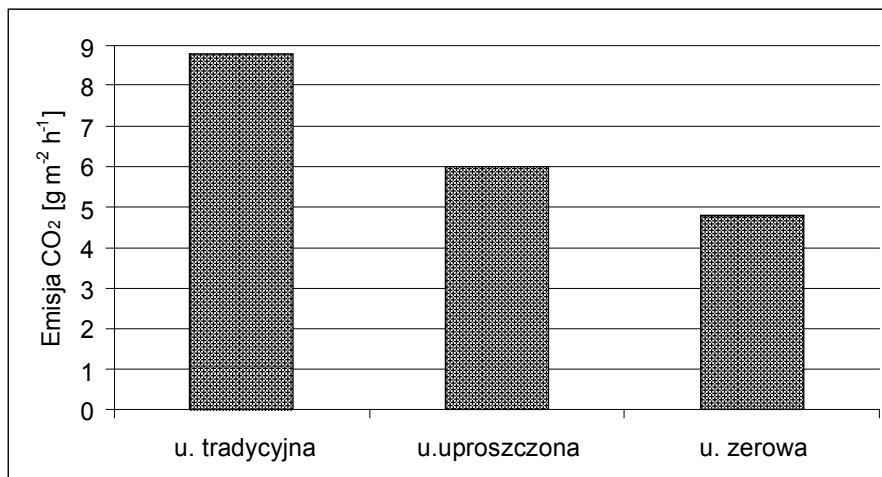
Rys. 4. Koncentracja CO₂ w glebie uprawianej różnymi technologiami
Fig. 4. CO₂ concentration in the soil cultivated using different technologies

Najmniejszą koncentrację tego gazu stwierdzono w glebie uprawianej w systemie orkowym (0,27%), natomiast największą w glebie nieuprawianej (0,34%), co wynika z utrudnionej wymiany gazowej między glebą o większej wilgotności i zwięzłości a atmosferą. Koncentracja CO₂ w badanych glebach, mimo różnic w wartościach zmierzonych na poszczególnych poletkach, jest typowa dla gleb piaszczysto-gliniastych użytkowanych rolniczo.

Na rys. 5. przedstawiono wielkość emisji CO₂ z pól uprawianych różnymi technologiami. Zauważyć można, że największa ilość CO₂ na poziomie 9 g·m⁻²·h⁻¹ emitowana była z gleby po wykonaniu zabiegu orki. W przypadku gleby nieuprawianej emisja CO₂ z 1 m² w ciągu godziny była mniejsza o ponad 80% i wynosiła niespełna 5 g·m⁻²·h⁻¹, natomiast wydzielanie CO₂ do atmosfery z gleby po zabiegu talerzowania kształtowało się na poziomie 6 g·m⁻²·h⁻¹. W uprawie tradycyjnej, w wyniku przeprowadzenia orki, do gleby zostały wprowadzone resztki poźniwne oraz tlen, powodujące zwiększone wytwarzanie CO₂. Wzrost przewodności gleby wskutek poprawy jej właściwości fizycznych spowodował wzrost emisji tego gazu do atmosfery. Analizując przedstawione dane liczbowe można stwierdzić, że system uprawy gleby może odgrywać istotną rolę w procesie zmian klimatu.

W celu określenia wpływu technologii uprawy gleby na mierzone parametry, uzyskane wyniki poddano wieloczynnikowej analizie wariancji na poziomie istotności $\alpha=0,05$, której wyniki (wartości poziomów istotności) zestawiono w tabeli 3.

Na podstawie wyników analizy statystycznej stwierdzono istotne zależności między systemem uprawy a wilgotnością gleby, jej zwięzłością, wielkością emisji CO₂ oraz wartościami maksymalnych naprężeń ścinających. Nie stwierdzono natomiast istotnego wpływu technologii uprawy gleby na zawartość CO₂ w powietrzu glebowym.



Źródło: opracowanie własne autorów

Rys. 5. Emisja CO₂ z gleby uprawianej różnymi technologiami

Fig. 5. CO₂ emission from the soil cultivated using different technologies

Tabela 3. Wyniki analizy statystycznej

Table 3. Statistical analysis results

Zmienna	Wilgotność gleby	Maksymalne naprężenia ścinające	Zwięźłość Gleby	Zawartość CO ₂ w glebie	Emisja CO ₂ z gleby
System uprawy gleby	0,0458	0,0000	0,0000	0,7900	0,0000

Źródło: opracowanie własne autorów

Wnioski

1. Zastosowanie uproszczeń uprawowych sprzyja zatrzymywaniu wilgoci w glebie, w uprawie tradycyjnej wilgotność gleby wynosiła 20,2%, natomiast w przypadku „uprawy zerowej” 27,2%.
2. W glebie po orce lub talerzowaniu stwierdzono niższe wartości zwięźłości oraz naprężeń ścinających w warstwie objętej zabiegami. Na większych głębokościach parametry te ulegają znacznemu wzrostowi. Gleba nieuprawiana charakteryzowała się wyższymi wartościami naprężeń ścinających oraz zwięźłości w powierzchniowych warstwach, natomiast wartości te nie ulegały znacznym zmianom w warstwach głębszych.
3. Zawartości CO₂ w glebie uprawianej różnymi technologiami nie różniły się istotnie. Stwierdzono natomiast istotną zależność pomiędzy systemem uprawy gleby a wielkością emisji CO₂. W uprawie tradycyjnej po zabiegu orki wynosiła ona 8,8 g m⁻²·h⁻¹, natomiast w glebie nieuprawianej emisja tego gazu z gleby do atmosfery nie przekraczała 5 g m⁻²·h⁻¹.

Bibliografia

- Cannell, R.Q., 1985.** Reduced tillage in north-west Europe—a review. *Soil & Tillage Research* 5(2). p. 129-177.
- Gajri P.R., Arora V.K., Prihar S.S., 2002.** *Tillage for Sustainable Cropping*. Ford Products Press, New York. ISBN 1560229020.
- Głąb T. 2009.** Analiza przyczyn zmian plonowania wybranych gatunków traw pod wpływem wielokrotnych przejazdów kół ciągnika. *Inżynieria Rolnicza* 3(112). *Rozprawy habilitacyjne*. PTIR Kraków. ISSN 1429-7264.
- Jankowski K., Kisielińska B., Pala J. 1999.** Uproszczone i energooszczędne. *Nowoczesne Rolnictwo*. 7 10-11.
- Kordas L. 2002.** Nowe tendencje w uprawie roli. *Materiały konferencyjne nt. Uproszczenia w uprawie roli i roślin jako forma zwiększania efektywności produkcji roślinnej*. s. 16-24.
- Lal R. 2000.** Physical management of soils of the tropics: priorities for the 21st century. *Soil Sci.* 165. p. 191-207.
- Lipiec J., Hatano R. 2003.** Quantification of compaction effects on soil physical properties and crop growth. *Geoderma*, 116. p. 107-136.
- Morris N.L., Miller P.C.H., Orson J.H., Froud-Williams R.J. 2010.** The adoption of non-inversion tillage systems in the United Kingdom and the agronomic impact on soil, crops and the environment - A review. *Soil & Tillage Research*. 108. p. 1-15.

ANALYSIS OF SELECTED SOIL PROPERTIES FOR VARIOUS CULTIVATION TECHNOLOGIES

Abstract. The work presents characteristics measuring results for the soil tilled using various cultivation systems. The researchers were analysing soil humidity, maximum shearing stress values, compactness, the CO₂ content in the soil, and the CO₂ emission from the soil into the atmosphere. The research was carried out in fields belonging to IUNG [Institute of Soil Science and Plant Cultivation] in Jelcz Laskowice. It has been proven that introducing cultivation simplifications or giving up cultivation favours moisture accumulation in the soil and has no major influence on the deterioration of the soil mechanical properties. The research proved considerable impact of the cultivation system on the volume of the CO₂ emission from the soil into the atmosphere.

Key words: cultivation technology, humidity, compactness, CO₂ in soil, CO₂ emission

Adres do korespondencji:

Anna Cudzik; e-mail: anna.cudzik@up.wroc.pl
Instytut Inżynierii Rolniczej
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
ul. Chełmońskiego 37/41
51-630 Wrocław