

**Wpływ sposobu zagospodarowania pól
czasowo wyłączonych z użytkowania rolniczego
na niektóre właściwości siedliska**

Janina Zawieja

**Wpływ sposobu
zagospodarowania pól
czasowo wyłączonych
z użytkowania rolniczego
na niektóre właściwości
siedliska**

Autor
Janina Zawieja

Opiniodawcy:
dr hab. Teresa Dąbkowska, prof. nadzw.
prof. dr hab. Maria Jędruszczak

Redaktor merytoryczny
prof. dr hab. inż. Zofia Spiak

Opracowanie redakcyjne
Justyna Murdza

Korekta
Elżbieta Winiarska-Grabosz

Łamanie
Halina Sebzda

Projekt okładki
Paweł Wójcik

Fotografia na okładce
„A garden fork”, ColinBroug, 2011

Monografie CLXIV

© Copyright by Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wrocław 2013

ISSN 2083-5531
ISBN 978-83-7717-141-7

WYDAWNICTWO UNIwersYTETU PRZYRODNICZEGO WE WROCLAWIU

Redaktor Naczelny – prof. dr hab. inż. Andrzej Kotecki

ul. Sopocka 23, 50-344 Wrocław, tel. 71 328 12 77

e-mail: wyd@up.wroc.pl

Nakład 100 + 16 egz. Ark. wyd. 11,3. Ark. druk. 11,0
Druk i oprawa: EXPOL, P. Rybiński, J. Dąbek, Spółka Jawna
ul. Brzeska 4, 87-800 Włocławek

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP I PRZEGLĄD PIŚMIENICTWA	7
1.1. Wprowadzenie	7
1.2. Przegląd literatury	8
Aktualne przyczyny odłogowania i skala problemu.....	8
Uwarunkowania społeczno-ekonomiczne i ustrojowe	9
Urbanizacja obszarów wiejskich	10
Ogólne zasady odłogowania gruntów w ramach programów Set-Aside Land Option	10
Wpływ odłogowania gruntów na środowisko przyrodnicze.....	11
Przywracanie ugorom i odłogom funkcji rolniczej.....	15
2. CEL PRACY	16
3. MATERIAŁ, METODY I WARUNKI BADAŃ	17
3.1. Opis doświadczenia	17
3.2. Warunki pogodowe.....	17
3.3. Metody badań	19
Właściwości chemiczne gleb	19
Właściwości fizyczne gleb.....	19
Analiza flory nadziemnej łanu	20
Zasób diaspor zgromadzonych w glebie	21
4. WYNIKI BADAŃ.....	22
4.1. Zmiany właściwości chemicznych gleby pod wpływem czasowego wyłączenia pól z użytkowania rolniczego	22
4.2. Wpływ różnych sposobów konserwacji gruntów czasowo nieuprawianych na właściwości fizyczne gleby.....	37
4.3. Zmiany w składzie gatunkowym nadziemnej flory zasiedlającej grunty czasowo wyłączone z użytkowania rolniczego	90
4.4. Dynamika zmian w glebowym banku nasion	117
4.4.1. Zmiany w glebowym banku nasion na glebie lekkiej	117
4.4.2. Zmiany w glebowym banku nasion na glebie średniej.....	130
5. DYSKUSJA.....	145
5. WNIOSKI	154
7. PIŚMIENICTWO	157

1. WSTĘP I PRZEGLĄD PIŚMIENICTWA

1.1. Wprowadzenie

Według rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 23 grudnia 2002 r. część gruntów w gospodarstwie może być z różnych przyczyn okresowo wyłączona z użytkowania rolniczego. Koncepcja właściwego postępowania z polami w tym czasie, niezależnie od długości i sposobu, powinna być zgodna z wymogami zrównoważonego rozwoju (ekorozwoju) i polegać na zwiększeniu udziału ekosystemów lub agroekosystemów możliwie stabilnych bądź stabilizujących, jakimi są ekosystemy bogate pod względem składu gatunkowego i różnorodności, ale także pod względem struktury. Tak więc stosowana w tym gospodarowaniu technologia powinna gwarantować tworzenie pokrywy roślinnej o odpowiednim składzie gatunkowym i strukturze, a w konsekwencji zapobiegać niekorzystnym zmianom w żyzności i przydatności gleb na skutek odstąpienia od uprawy. Ochrona takich gruntów ma trwać tak długo, aż nastąpi przywrócenie dawnej ich funkcji albo grunt ten zostanie przekazany w użytkowanie nierolnicze [Ansell 1992, Buckwell 1992, Fasterding i in. 1992, Viaux i Bodet 1992, Czarnecki i in. 1994, Tałałaj i Węgorek 1998].

Czasowe wyłączenie gruntów z produkcji rolnej wymaga zabezpieczenia produktywności siedlisk poprzez poprawę żyzności gleby i kształtowanie ich według zasad rolnictwa ekologicznego oraz zabezpieczenie przed nasileniem występowania uciążliwych gatunków roślin. Proponowane są rozwiązania systemowe, polegające na odtworzeniu trwałej pokrywy roślin, skutecznie chroniącej zasoby gleby i jakość wody gruntowej. Jest to szczególnie istotne na obszarach o glebach lekkich [Dzienia 1998, Czarnecki i in. 1994, Marks i Nowicki 2002a].

Grunty okresowo nieuprawiane, nazywane ugorami i odłogami, były nieodłącznym elementem systemów użytkowania ziem od początku rozwoju rolnictwa aż do połowy XIX w. Według Świętochowskiego [1969] za odłóg uznawano pole pozostawiane na kilkanaście lat bez uprawy, a gdy ziemia „odpoczęła”, brano ją znowu pod uprawę. Jednak czas na to potrzebny był zbyt długi i ta forma gospodarki, wobec zagęszczenia ludności, ustąpiła miejsca bardziej intensywnemu systemowi ugorowemu, a odłóg zastąpił ugor. Był to tak zwany ugor czarny, czyli pole odpoczywające w ciągu całego roku, ale od czasu do czasu uprawiane. Z różnych względów w naszych warunkach klimatycznych nie był polecany i zastąpiono go ugiorem obsianym (zielonym).

W połowie XIX w. zamiast dotychczasowego systemu ugorowego zaczęto wprowadzać gospodarkę płodozmianową. Pole, zajmowane dotychczas przez ugor, przeznaczono pod uprawę roślin motylkowatych wieloletnich, przede wszystkim koniczyn. Rośliny te dobrze

zaciały powierzchnię pola, nie dopuszczając do nadmiernego rozwoju chwastów i wzbogacając glebę w azot [Nowicki i in. 1998, 2007b].

Marks i in. [2000b] zdefiniowali pojęcie *odłogowanie* jako zaistniałe z przyczyn ekonomicznych i gospodarczych trwałe porzucenie rolniczej działalności produkcyjnej oraz ewentualną transformację na rzecz leśnictwa, rekreacji, stref ochronnych, zbiorników wodnych, parków narodowych, krajobrazowych etc. *Ugorowanie*, ich zdaniem, stanowi integralną składową systemu organizacji wytwórczości rolniczej na obszarach, gdzie występuje tendencja do nadprodukcji. Zdecydowanie największy problem w aspekcie ponownego zagospodarowania stanowią grunty porzucone, czyli odłogi, na których nie prowadzi się w tym czasie żadnych zabiegów konserwatorskich, a najmniej kłopotliwe jest postępowanie z terenami, które ukiepunkowane są na procesy sukcesji naturalnej [Dubiel 1984, Dzienia 1998, Rola 1993, 1995, Rola i Rola 1998].

Według Roli i Roli [2000] różnicę pomiędzy ugiem i odłogiem określa skład zbiorowiska roślinnego. Uwzględniając tę zależność, autorzy ugiem nazywają pole wyłączone z rolniczego użytkowania na okres 1–2 lat, na którym wykonuje się odpowiednią pielęgnację. Jej celem jest ograniczenie stanu zachwaszczenia typowymi gatunkami segetalnymi. Odłogiem natomiast nazywana jest powierzchnia gruntów porolnych pozostawiona bez ingerencji rolnika przez szereg lat, zarastająca na początku gatunkami segetalnymi, a następnie ruderalnymi oraz małowartościowymi gatunkami krzewów i drzew.

Ustawa z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych (Dz.U. z 2004 r., Nr 121, poz. 1266 ze zm.) zezwala na wyłączenie użytków rolnych z produkcji rolniczej i leśnej. Jednocześnie zgodnie z art. 3 ust.1 użytki te podlegają ochronie polegającej na ograniczeniu przeznaczania ich na cele nierolnicze lub nieleśne, zapobieganiu procesom degradacji i dewastacji oraz szkodom w produkcji rolniczej, powstającym wskutek działalności nierolniczej, jak również ich rekultywacji i zagospodarowaniu gruntów na cele rolnicze.

W aspekcie ekonomicznym przyjęcie systemu ugorowania powinno uwzględniać maksymalnie celowe, ograniczone nakłady, zapewniające jednakże zachowanie podstawowych właściwości i funkcji biologicznych gleby [Dzienia 1998].

1.2. Przegląd literatury

Aktualne przyczyny odłogowania i skala problemu

W krajach Europy Zachodniej i Ameryki Północnej racjonalna gospodarka ziemią jest od lat celem polityki rolnej państwa [Erwin 1992, Viaux i Bodet 1992, Adamczewski i in. 1994, Hansson i Fogelfors 1998, Kisiel 1998, Orłowski i Nowak 2004], a planowe wyłączenie części gruntów z produkcji ma na celu kontrolę cen żywności.

W krajach Unii Europejskiej w ramach Wspólnej Polityki Rolnej (Common Agricultural Policy–CAP) w latach 80. XX w. wprowadzono program odłogowania części gruntów uprawnych (Set-Aside Land Option). Głównym powodem tej strategii w polityce rolnej UE była nadprodukcja wielu surowców rolniczych (w tym artykułów żywnościowych), a jej zasadniczym celem było utrzymanie i wyrównanie cen na światowym rynku żywności. Powstawanie odłogów wynika też często z przyspieszonego rozwoju ekonomicznego danego terytorium, głównie nadmiernej koncentracji przemysłu [Floyd 1992, Hansson i Fogelfors 1998, Firbank i in. 2003]. Proces czasowego wyłączenia gruntów z produkcji rolniczej jest planowany, sterowany i ekonomicznie zabezpieczony. Pola przeznaczone pod ugorowanie pozostają nadal

integralną składową dyspozycyjnej przestrzeni produkcyjnej z zachowaniem integralności siedliska [Czarnecki i in. 1994, Dzień 1998, Nowicki in. 2007b]. W latach 1993–1994 w ramach programu Set Aside Land Option w krajach UE odłogowanych było 6,4 mln ha gruntów, np. w Wielkiej Brytanii w latach 1995/1996 odłogowane było blisko 11% całego areалу przeznaczzonego pod uprawę (500 tys. ha) [Ansell 1992, Firbank i in. 2003].

Także w Polsce wyłączenie pól z produkcji stało się dość powszechnym zjawiskiem i w okresie dwóch ostatnich dekad na przełomie XX i XXI w. przyjmowało różne nasilenie [Kościk i Kalita 1998, Krasowicz i Filipiak 1998, Nowicki i in. 1998, Marks i Nowicki 2002]. Odłogowanie pól praktykowane w Polsce nie jest jednak podyktowane nadmiarem produkowanej żywności, ale ogólnym obniżeniem opłacalności produkcji bądź utratą potencjału produkcyjnego gleb [Czarnecki i in. 1994, Nowicki in. 1998, Opaliński i Oleszek 1998, Sawicki i in. 1998, Skrzypczak i in. 1998, Tomczak 2002]. Przyczyn tego zjawiska jest wiele. Główne i bezpośrednie czynniki to zniesienie dotacji do środków produkcji liberalizacja handlu z zagranicą, wahania kursów walut, wysokie oprocentowanie kredytów bankowych, prywatyzacja mienia rolnego należącego do Agencji Własności Skarbu Państwa [Dzień 1998, Nowicki in. 1998, Marks i in. 2000a, Marks i Nowicki 2002].

Szacuje się, że odłogi w Polsce w okresie największych przemian gospodarczych w latach 90. ubiegłego stulecia zajmowały obszar około 1,5–2 mln ha i choć aktualnie skala problemu jest mniejsza (powierzchnia pól nieużytkowanych zmniejszyła się do ok. 468 tys. ha), to nadal istotna, tym bardziej iż los części użytków rolnych nie jest sprecyzowany, szczególnie terenów zadarnionych. Ważne jest, aby podobnie jak w innych krajach Unii również i w Polsce odłogowanie i ugorowanie stanowiły trwałe elementy polityki gospodarczej. Grunt wyłączony z produkcji powinien pozostawać nadal integralną składową dyspozycyjnej przestrzeni rolnej i być poddawany zabiegom technologicznym utrzymującym jego sprawność oraz gotowość do wznowienia pełnej wytwórczości. Odpowiednie postępowanie (konserwacja) powinno trwać, podobnie jak w krajach zachodnich, tak długo aż nastąpi przywrócenie dawnej ich funkcji albo przedmiotowy grunt zostanie przekazany w użytkowanie nierolnicze [Floyd 1992, Dzień 1998, Shield i Bacon 1998, Fasting i in. 1992, Marks i Nowicki 2000a]. Według Dzień [1998] okres wyłączenia gleby z rolniczego użytkowania powinien zapewnić: stabilność ekosystemu, określaną jako podtrzymywanie i kształtowanie jego homeostazy, zachowanie procesów strukturotwórczych, rozwój mikroorganizmów glebowych, ich udział w procesach mineralizacji i humifikacji związków organicznych, wiązanie azotu atmosferycznego, syntezę substancji biologicznie czynnych, przeciwdziałanie degradacji i tzw. zmęczeniu gleb, usuwanie skażeń (toksyny, mykotoksyny, nitrozoaminy, pestycydy), a także przeciwdziałanie wodnej i wietrznej erozji gleb.

Uwarunkowania społeczno-ekonomiczne i ustrojowe

Ograniczenie powierzchni upraw poprzez wprowadzenie odłogowania bywa najczęściej związane z obniżaniem opłacalności produkcji rolnej i jest obserwowane w wielu rejonach świata [Hansson i Fogelfors 1998, Buresh i Cooper 1999, Froment i in. 1999, Van Noordwijk 1999, Badiane i in. 2001, Van Buskirk i Willi 2004, Rasiah i in. 2004, Burgers i in. 2005].

Upadek gospodarki centralnej, który nastąpił po 1989 r. w Europie Środkowej i Wschodniej, spowodował likwidację wielu gospodarstw państwowych. W Polsce do terenów najbardziej dotkniętych tym zjawiskiem należały rejony północno-zachodniej i północno-wschodniej Polski, czyli województwa o największym obszarze PGR [Czarnecki i in. 1994,

Dzienia 1998, Kukuła 1998, Kuś i Duer 1998, Nowicki i in. 1998, Rola 1995, Kisiel 1998, Opaliński i Oleszek 1998, Rola i Rola 2000]. Z końcem lat 90. XX w. zaobserwowano także powstawanie odłogów w gospodarstwach indywidualnych, zwłaszcza o małym areale i usytuowanych w regionach z przewagą gleb słabych [Kościk i Kalita 1998, Kisiel 1998, Rola i Rola 2000].

Nasilenie się zjawiska wyłączania użytków rolnych z produkcji powoduje także utratę wartości produkcyjnych gleby. Do jej przyczyn zaliczyć można klęski żywiołowe, oddziaływanie przemysłu i przekształcenie środowiska w wyniku działalności człowieka [Orłowski 2003, Ulen i in. 2005].

Urbanizacja obszarów wiejskich

Do przyczyn zmian w użytkowaniu przestrzeni rolniczej w wielu rejonach świata zalicza się proces urbanizacji i związaną z nim transformację obszarów wiejskich zlokalizowanych na obrzeżach miast i wsi [Bałazy i Ryszkowski 1993, Pan i in. 1999]. Grunty rolne przeznaczone pod zabudowę wyłącza się z produkcji na kilka lat wcześniej, co obserwuje się między innymi w rejonie Dolnego Śląska [Orłowski 2003, Warczewska 2003]. Te niekontrolowane zmiany mają nieodwracalny charakter i przyczyniają się do zaniku dotychczasowych granic i wprowadzania chaotycznej zabudowy.

Ogólne zasady odłogowania gruntów w ramach programów Set-Aside Land Option

Celem nadrzędnym programów odłogowania była chęć ograniczenia nadprodukcji żywności, a jednocześnie ułatwienie krajom członkowskim prowadzenie polityki społecznej w rolnictwie. Dodatkowo miało to również wpłynąć na poprawę sytuacji ekologicznej. Ograniczenia miały dotyczyć każdego farmera produkującego w skali roku więcej niż 92 tony płodów rolnych (zboża, rośliny oleiste, strączkowe), a zaniechanie tej produkcji miały rekompensować odpowiednie regulacje finansowe [Ansell 1992, Buckwell 1992, Fasterding i in. 1992]. Obowiązywały w zasadzie dwa typy ugorów: w zmianowaniu i ugor poza zmianowaniem. Ich zadaniem było utrzymanie okrywy roślinnej (tworzonej w sposób naturalny lub z wysianych mieszanek) przez okres zimy, a następnie jej likwidacja latem następnego roku. Farmer w tym czasie miał obowiązek, poprzez wykonanie szeregu czynności, uniemożliwić rozsiewanie się chwastów i nasion roślin okrywowych. Mogą to być zabiegi uprawowe lub herbicydowe, bądź koszenie. Terminy są ściśle precyzowane i różne w poszczególnych krajach [Shield i Bacon 1998]. W ugorowaniu poza płodozmianem także pokrycie ugoru następuje poprzez naturalną regenerację lub siew. Ten typ ugorowania może być zastosowany dla całego pola lub jego fragmentów (brzeży pól). Czas trwania tego ugorowania to okres 1–3 lat. Ugory powinny być obsiewane roślinami gwarantującymi trwale zadarnianie (motylkowate drobnonasienne z trawami), gdyż zwarta pokrywa roślinna hamuje rozwój chwastów, przeciwdziała erozji, zwiększa aktywność biologiczną środowiska glebowego, co sprzyja tworzeniu związków próchnicznych i stabilizacji struktury gleby [Buresh i Cooper 1999, Campbell i in. 1999, Van Rompaey i in. 2001, Burgers i in. 2005]. Ponadto obserwuje się wzrost retencyjności gleb oraz ograniczenie wymywania składników pokarmowych, co wpływa korzystnie na zasobność gleby [Bravo-Garza i Rorke 2005, Ulen i in. 2005]. Poprawa retencyjności gleb ma szczególne znaczenie w półpustynnych rejonach świata, gdzie niedobory wody to podstawowa przyczyna niskich plonów. Dlatego odłogowanie spełnia tam ważną rolę [Selvaraju i Ramaswami 1997,

Buresh i Cooper 1999, Burgers i in. 2005]. Jednocześnie poprawia się jakość wód gruntowych dzięki zmniejszonemu przesączaniu się przez profil glebowy zanieczyszczeń.

Dobór roślin do obsiewu uzależniony jest od długości okresu użytkowania oraz jakości gleb. Jesienią lub wiosną można przyorać zieloną masę roślin, najlepiej po rozdrobnieniu części nadziemnych. Pozostawienie roślinności na zimę (mulczowanie) zabezpiecza glebę przed erozją oraz zwiększa gromadzenie wody w tym okresie [Dzienia 1998, Van Rompaey i in. 2001]. Krótkotrwałe (roczne) utrzymywanie ugoru obsiewanego różnymi nietowarowymi roślinami jest zbyt kosztowne (tzw. ugór zielony), dlatego proponuje się ugór herbicydowy lub ugór agrotechniczno-herbicydowy jako rozwiązanie korzystniejsze w przypadku gleb lepszych, przewidzianych do ponownej uprawy roślin towarowych. Najbardziej prymitywną formą ugorowania, wymagającą od rolnika tylko minimalnych nakładów, jest samozarastanie. Na takich polach prowadzi się jedynie wykaszanie, które zapobiega zachwaszczeniu poprzez niedopuszczanie do wydania nasion przez gatunki dominujące w zbiorowisku [Rola 1995, Marks i Nowicki 2002].

Wpływ odłogowania gruntów na środowisko przyrodnicze

Odłogowanie pól uprawnych poprzez krótkotrwałe lub stałe porzucenie wywiera wielostronny wpływ na środowisko glebowe, wody powierzchniowe oraz zachodzące procesy fizykochemiczne. Oddziaływanie to może być zarówno negatywne, jak i pozytywne. Niektórzy badacze donoszą o możliwości obniżenia wartości użytkowej odłogów w razie potrzeby ponownego przywrócenia rolnictwu tych gruntów. O trwałej degradacji i zmniejszaniu urodzajności terenów odłogowanych donoszą Krężel i Miklaszewski [1987], Kutyna i Niedźwiecki [1996], Haynes i Beare [1997], Folgarait i in. [2003]. Najczęściej spadek urodzajności wywołany jest wyjałowieniem gleby ze składników pokarmowych, erozją wodną bądź wietrzną warstwy ornej, obniżeniem pH gleby [Podstawka-Chmielewska i Kurus 2007, Łętkowska i Strączyńska 2001, Strączyńska i in. 2002, Sienkiewicz i in. 2003], zmniejszeniem udziału w niej próchnicy, a także nagromadzeniem się chwastów [Czarnecki i in. 1994, Ignaczak 1998, Rola i Rola 1998, Hochół i in. 1998, Hedlund i in. 2003].

Z właściwości chemicznych ważne są zmiany, jakie zachodzą w gospodarce związkami azotu, potasu i fosforu. Według Czarneckiego i in. [1994], Webstera i Gouldinga [1995] obserwowane jest ograniczenie wymywania tych pierwiastków. Natomiast Malicki i Podstawka-Chmielewska [1998], Sienkiewicz i in. [1998, 2003] wykazali kilkakrotny wzrost azotu amonowego w glebach nieużytkowanych. Dzieje się to z powodu przechodzenia formy azotanowej w amonową, co w glebach podlegających degradacji prowadzi do zmniejszenia porowatości ogólnej. Sienkiewicz i in. [1998], Koc i in. [2002] wskazują, iż migracja mineralnych form azotu w głąb gleby i wpływ na zanieczyszczenie wód gruntowych zależy od konserwacji ugorów i terminu analiz. Największe przemieszczanie analizowanych form azotu stwierdzili na odłogu klasycznym i ugorze czarnym – dla azotu w formie N-NO₃. Natomiast na ugorze obsianym koniczyną białą ze stokłosą – dla formy amonowej. Jednocześnie autorzy wskazywali na dużą sezonowość stężenia związków azotu w wodach gruntowych. Rezultaty te są zgodne również z badaniami Sinclaire i Stilla [1992], Fromenta i Gryllsa [1992], Hewitta i in. [1992], Webstera i Gouldinga [1995], Bacona i in. [1998], Jenkyna i in. [1998], Fromenta i in. [1999], Chalmers i in. 2001, Jian-gang i in. [2004], Jungkunsta i in. [2006]. Według Podstawki-Chmielewskiej i Kurus [2007] na zawartość formy amonowej azotu w glebie wpływ ma jej typ i jest on wyraźniejszy na rędzinie niż na glebie bielcowej.

Wójcikowska-Kapusta i in. [2003], wykazali iż zawartość potasu nie zależy od samego odłogowania, a różnice wynikają z umiejscowienia pól. Według Miklaszewskiego [1990], Dzienni i in. [1997b], Łętkowskiej i Strączyńskiej [2001], Niemyskiej-Łukaszuk i in. [2002], Strączyńskiej [2001] koncentracja potasu w glebach odłogowanych zmniejsza się, a zdaniem Podstawki-Chmielewskiej i Kurus [2007] oraz Knappe i in. [2002] – wzrasta.

Podobnie zawartość fosforu zmienia się niejednoznacznie. Z większości prezentowanych badań wynika, iż ulega ona zmniejszeniu [Miklaszewski 1990, Strączyńska 2001, Niemyska-Łukaszuk i in. 2002], pozostaje bez zmian [Podstawka-Chmielewska i Kurus 2007] lub zwiększa się [Dzienni i in. 1997b]. Obserwowano także wzrost zawartości magnezu [Baran i in. 2001, Josan i in. 2005].

Baran i in. [2003] oraz Chudecka i Tomaszewicz [2001] wskazują, iż wzrasta także koncentracja metali ciężkich w wierzchniej warstwie gleby, co wynika z ich zatrzymywania w roślinności porastającej odłogi, a w konsekwencji maleje zagrożenie ich wymywania.

W glebach odłogowanych obserwuje się wzrost aktywności biologicznej i ilości związków organicznych [Desender i Bosmans 1998, Doran i in. 1998, Martyn i in. 1998, Malicki i Podstawka-Chmielewska 1998, Badiane i in. 2001, **Mały i in. 2001, Koutika i in. 2001, Landgraf 2001, Schutter i in. 2001, Hedlund i Gormsen 2002, Koutika i in. 2002, Landgraf i Klose 2002, Schutter i Dick 2002, Landgraf i in. 2003, Jian-gang i in. 2004].**

Niemyska-Łukaszuk i in. [2002], Martyn i in. [1998], a także Podstawka-Chmielewska i Kurus [2007] wskazują na wzrost zawartości węgla organicznego w wierzchniej warstwie gleby. Odmiennie informacje podają Dzienni i in. [1997b], Łętkowska i Strączyńska [2001], Sienkiewicz i in. [2003] oraz Strączyńska i Strączyński [2003]. Miklaszewski [1990] stwierdził w glebie odłogowanej zmiany w aktywności enzymatycznej i wzrost zagęszczenia fauny glebowej.

Odłogowanie, jak również ugorowanie zmieniają także właściwości fizyczne gleb: gęstość, zwięzłość, porowatość, pojemność wodną i strukturę oraz wodoodporność agregatów glebowych [Dzienni i in. 1997a, Ignaczak 1998, Malicki i Podstawka-Chmielewska 1998, Sienkiewicz i in. 1998, Krężel 1990]. Z rolniczego punktu widzenia właściwości te stanowią istotne wskaźniki wartości gleb. W wyniku odłogowania najczęściej następuje odwrót od delikatnie polepszonego uprawą układu strukturalnego gleby. Obserwuje się zwykle minimalne zmniejszenie gęstości, wzrost porowatości ogólnej oraz pojemności wodnej gleby, przy wyraźnym spadku polowej pojemności powietrznej [Marks, Nowicki 2000a, Piechota i in. 2007]. Wyniki badań Słowińskiej-Jurkiewicz i in. [1999] świadczą o stosunkowo małej zmienności właściwości fizycznych gleby pod wpływem odłogowania. Podczas trwania eksperymentu badane cechy (głównie wodno-powietrzne właściwości gleby) w glebach odłogowanych przyjmowały nawet korzystniejsze wartości niż pod uprawami. Procesy zachodzące w glebie podczas jej odłogowania należy generalnie uznawać za zmiany pozytywne. Sformułowanie jednak ostatecznych stwierdzeń dotyczących zmian właściwości gleby na polu odłogowanym wymaga jeszcze wieloletnich, często wszechstronnych obserwacji [Słowińska-Jurkiewicz i in. 1999].

Na terenach wyłączonych z produkcji rolnej wzrasta zagrożenie zwiększonego rozwoju niepożądanych agrofagów i ich niekontrolowanego pojawiania się na przyległych plantacjach roślin uprawnych. Ogromnie ważny problem migracji chwastów z odłogów na sąsiadujące pola uprawne nie może być należycie rozpatrywany bez uprzedniego rozpoznania szaty roślinnej oraz dynamiki zmian roślinności zachodzącej w toku przemian sukcesyjnych na tych obszarach. W argofitocenozach pozbawionych stałej ingerencji człowieka zaczyna się

naturalna sukcesja zespołów roślinnych [Faliński 1986a, Wilson 1992, Steffan-Dewenter i Tschardtke 1997, Wilcox 1998, Malicki i in. 2002]. Według Majdy [1997] rozwój chwastów w łanie rośliny uprawnej jest modyfikowany różnymi czynnikami i nie jest gwałtowny w przeciwieństwie do pozostawionych bez uprawy pól, na których staje się nieograniczony.

Badania Roli i Roli [1998, 2000], Łabzy i in. [2003, 2007], Mazur-Rylskiej i in. [2007], Podstawki-Chmielewskiej i in. [2007], Skrzyczyńskiej i Stachowicza [2007] potwierdziły tezę o odmienności zbiorowisk chwastów pól uprawnych w stosunku do roślinności ugorów i odłogów. Wynika z nich, iż w trzecim roku odłogowania początkowo dominujące gatunki roczne stopniowo ustępują miejsca chwastom segetalnym wieloletnim, z wyraźnym dominacją perzu (*Agropyron repens*) i gatunków ruderalnych. Podobne zależności świadczące o stale wzrastającym udziale chwastów wieloletnich (w tym uciążliwych) w miarę upływu czasu odłogowania zaobserwowali Hochół i in. [1998], Miziniak [2004], Strączyńska i Zawieja [2001], Zawieja i Wojciechowski [2012]. Autorzy odnotowali ponadto, iż zbiorowiska chwastów na polach uprawnych są na ogół uboższe w gatunki, a liczba taksonów podlega tam mniejszym wahaniom w czasie, niż ma to miejsce na odłogach. Podobnie w pracy Symonides [1985a], Brussaarda i in. [1996], Stupnickiej-Rodzinkiewicz i in. [1998], Strączyńskiej i Zawieja [2001], Zawieja [2007a, b], Wojciechowskiego i Zawieja [2005] wykazano, iż w miarę starzenia się odłogu wzrasta zasiedlająca go liczba gatunków. Według Łabzy i in. [2003] oraz Kurus i Podstawki-Chmielewskiej [2006] o bogactwie gatunkowym flory występującej na odłogach decydują zarówno warunki siedliskowe, jak i czas, który upłynął od zaniechania uprawy. W wybranych badaniach wykazano wzrost liczby gatunków należących do rodziny traw (*Poaceae*) [Povey i in. 1993, Hochół i in. 1997, Gutteridge i in. 2006]. Według Majdy i Kryńskiej [1997] gatunki te pojawiają się, ale nie są dominujące. Symonides [1985a] wskazuje na zmniejszanie się liczby gatunków zagrożonych, a wzrost liczby ekspansywnych, jak *Echinochloa crus-galli*, *Apera spica-venti* czy *Avena fatua*.

Przemiany zespołów roślinnych na gruntach wyłączonych z rolniczego użytkowania, ich inicjacja i przebieg w dużej mierze zależą od stanu wyjściowego pokrywy roślinnej i glebowej w momencie poprzedzającym ten proces [Faliński 1986a]. Według Falińskiego [1986b] by zakwalifikować zachodzące zmiany w zbiorowiskach roślinnych jako sukcesję, muszą być spełnione określone warunki – jeden z ważniejszych to taki, by wymagane badania prowadzić przez odpowiednio długi czas i by obejmowały swym zasięgiem dostatecznie dużą (od kilkudziesięciu do kilkuset hektarów) i reprezentatywną pod względem zróżnicowania siedlisk powierzchnię. Malicki i Podstawka-Chmielewska [1998], Malicki i in. [2002] dokumentują, iż odłogowanie gleby powoduje sukcesję roślin w kierunku właściwym dla danego typu siedliska, a więc na glebie lekkiej zmierza ona do zespołu borowego, natomiast na ciężkiej i wadliwej ku zbiorowisku zaroślowemu. O odtwarzaniu roślinności naturalnej na terenach nieuprawianych piszą także Rew i in. [1992], Wilson [1992], Wilcox [1998], Steffan-Dewenter i Tschardtke [1997], Benjamin i in. [2005].

O kierunku przemian roślinności na terenach nieużytkowanych decyduje także zgromadzony bank nasion [Symonides 1985b, 1989] i biomasa [Symonides i Borowiecka 1986]. Roślinność pojawiająca się na polach po zaprzestaniu uprawy pochodzi głównie z nasion będących integralnym składnikiem banku glebowego [Bochenek 1998]. Stąd też możliwość wpływania na zachwaszczenie pól uprawnych są nierozzerwalnie związane z poznaniem jego funkcjonowania. Według Bochenek [2000] bank nasion reprezentuje zarówno przyszłe zbiorowisko roślinne, jak i jego przeszłość. Wobec powyższego należałoby uznać, że nasiona zalegające w glebie są integralną częścią flory na danym terenie i winny być badane z uwagą

jak każde zbiorowisko roślinne. Z drugiej strony, bank nasion bywa częstokroć bogatszy w gatunki niż pokrywa roślinna. Nie zawsze bowiem odzwierciedla on skład gatunkowy zbiorowisk roślinnych [Czarnecka 1997]. Czarnecka [1997], Bochenek [1998] oraz Symonides [1985b] uważają, że bank nasion jest największy w zbiorowiskach o często zaburzonej strukturze, na porzucanych polach i ugorach, a znacznie mniejszy w ustabilizowanych fitocenozach. Zapas nasion w glebie kurczy się w toku przemian sukcesyjnych. Skład glebowego banku nasion zmienia się nie tylko w kolejnych latach, ale nawet w ciągu sezonu wegetacyjnego, wskutek takich procesów jak kiełkowanie, śmierć lub dopływ nowej porcji nasion [Symonides 1989]. Nasiona przystosowują się do warunków, w których mają przetrwać, co jest przejawem strategii adaptacyjnej gatunku do środowiska [Czarnecka 1997]. Bank nasion ma ogromne znaczenie dla genetycznej różnorodności i stabilności populacji roślinnych. W większości zbiorowisk roślinnych odgrywa on decydującą rolę w podtrzymywaniu florystycznej różnorodności. Jest niewątpliwie bankiem genów i jako taki ma wpływ na ewolucję [Roberts 1981]. Powyższe doniesienia świadczą, że badania nad zapasem nasion chwastów w glebie oraz zależnościami między bankiem nasion a zachwaszczeniem roślin uprawnych winny być prowadzone ze względu na złożoność tego zagadnienia oraz jego praktyczne znaczenie. Dlatego zmniejszenie zachwaszczenia powierzchni wyłączonych z użytkowania zapobiega stratom plonu roślin uprawnych, co w konsekwencji prowadzi do podniesienia wydajności produkcji rolniczej na gruntach przywróconych do uprawy. Według badań Stupnickiej-Rodzinkiewicz i in. [1997, 1998] wyłączenie pola z uprawy na jeden rok powoduje zwiększenie zapasu nasion chwastów w warstwie 0–10 cm gleby o kilka do kilkuset procent. Trudno jednak przewidzieć, jaka część z tych nasion wykiełkuje i czy będzie źródłem zachwaszczenia pól.

Występowanie wielu gatunków zwierząt, w tym owadów i fauny glebowej, jest ściśle uzależnione od żywicielskich gatunków roślin [Kennedy 1992, Boag i in. 1998, Moreby i Aebischer 1992, Miyazawa i in. 2002]. W początkowym okresie, gdy na terenach wyłączonych z użytkowania liczba gatunków roślin nie jest zbyt liczna, dominują owady zapylające i szkodniki roślin, zarówno uprawnych jak i dzikich [Jenkyn i in. 1998, Kandji i in. 2003, Koutika i in. 2004, Kluth i in. 2005]. Jednak w miarę upływu czasu odłogowania wzrasta udział owadów drapieżnych i pasożytniczych. Badania Banaszaka [1992] wskazują, że tereny nieużytkowane rolniczo powinny stanowić około 25% powierzchni w krajobrazie rolniczym, co zapewni warunki do bytowania i właściwego zapylania upraw przez pszczołowate.

Pola odłogowane stanowią także dodatkowe miejsce życia wielu pożytecznych grup owadów i małych ssaków [Steffan-Dewenter i Tscharncke 2001, Tattersall i in. 2000], same będąc jednocześnie źródłem pożywienia ptaków. Tereny nieużytkowane są traktowane jako miejsca budowy gniazd i życia ptaków polnych [Dombrowski i Gołowski 2002, Moreby i Aebischer. 1992, Milton i in. 1997, Poulsen i in. 1998, Henderson i in. 2000a, 2000b], przez co ich liczba wzrasta.

Roślinność terenów odłogowanych współuczestniczy w rozprzestrzenianiu chorób roślin uprawnych [Dulout i in. 1995, Marks i in. 2000a]. I tak np. wirus mozaiki lucerny poraża około 400 gatunków roślin, w tym babkę lancetowatą, mniszka lekarskiego i pokrzywę zwyczajną – wilczomlecze sosnka zaś jest gospodarzem rdzy grochu, a krzywoszki polny – rdzy żyta.

Przywracanie ugorom i odłogom funkcji rolniczej

Utrzymanie gruntów rolnych wyłączonych z użytkowania rolniczego w sprawności ekologicznej i agrotechnicznej poprzez kontrolowanie rozwoju roślinności jest najtańszym sposobem przywracania ich do produkcji rolniczej lub zalesiania [Rola 1995, Rola i Rola 1998, 2000]. Sposobem najmniej obciążającym finansowo rolników, a jednocześnie najlepiej zabezpieczającym pola w krótkotrwałym ugorowaniu przed zarastaniem niepożądaną roślinnością jest wykonanie zabiegów chemicznych z użyciem różnych grup środków [Rola 1995, Biskupski i in. 2000]. Im dłużej trwa okres zaniechania uprawy pól, tym trudniejsze i droższe będzie przywróceniu im funkcji produkcyjnych [Dzienia i in. 1998a,b, Malicki i in. 1998, Nowicki i Orzech 1998, Biskupski i in. 2000, Skrzypczak i in. 1998, 2000, Rola i Rola 1998, 2000, Smith i in. 2000, Podstawka-Chmielewska i in. 2000, 2002].

2. CEL PRACY

Według Ministerstwa Rolnictwa zgodnie z art. 11 rozdz. 3 ustawy z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych gospodarowanie na gruntach ornym dopuszcza, by ich część w gospodarstwie była okresowo wyłączona z produkcji rolnej. Wynika to między innymi ze zmian co do założeń funkcji, jakie spełnia aktualnie współczesne rolnictwo, do których nie należy już tylko produkcja żywności, paszy bądź surowców na cele energetyczne. Tereny wiejskie postrzegane są obecnie także w kategoriach miejsca bytowania zamieszkującej tam ludności, ale i rekreacji ludności miejskiej. Rolnictwo ma także kształtować krajobraz, dbając jednocześnie o stabilność całego siedliska.

Przemiany gospodarcze, jakie nastąpiły w Polsce w okresie zmian ustrojowych w końcu lat 90., wymusiły z przyczyn czysto ekonomicznych (utrata opłacalności produkcji, związana między innymi z uwolnieniem cen oraz likwidacją dotacji dla PGR) porzucanie części użytków rolnych i pozostawienie ich bez jakiegokolwiek kontroli. Takie zjawisko może mieć niekorzystne oddziaływanie na zmiany w siedlisku; w dalszej perspektywie, przy ponownym przywracaniu funkcji rolniczych tym terenom, stwarzać różnorodne problemy. Takie założenie przyjęto w pracy.

W związku z tym postawiono hipotezy robocze:

- Krótkotrwałe (przez okres 1–3 lat) wyłączenie pól z użytkowania rolniczego może mieć niekorzystny wpływ na właściwości chemiczne i fizyczne gleby. Jednocześnie może prowadzić do niekontrolowanego rozwoju roślinności ruderalnej, co dodatkowo utrudni przywrócenie na tych terenach produkcji rolniczej.
- Zmiany te mogą się różnić i mieć inny przebieg w zależności od kategorii ciężkości gleb, dlatego badaniami objęto dwa rodzaje gleby.
- Zastosowanie różnych metod ochrony gleb wyłączonych z uprawy może spowodować, iż nie utracą one zdolności produkcyjnych i nie zajdą w nim niekorzystne zmiany.

Celem zweryfikowania tego założenia przeprowadzono badania, w których zaniechano na krótki czas użytkowania pól na dwóch rodzajach gleb. Zamierzono zbadać wpływ roślin tworzących trwałe zadarnienie na gruntach rolnych, na których zaprzestano uprawy, na zmiany właściwości chemicznych i fizycznych gleby. Do ważniejszych zadań należało również określenie zmian, jakie mogą zajść w zbiorowisku roślinnym zasiedlającym pola podczas kilkuletniego wyłączenia ich z produkcji.

Poddano w nich ocenie:

- przydatność wybranych roślin motylkowych drobnonasiennych w mieszance z trawami do ochrony pól przed niekorzystnymi procesami,
- proces samoistnego zarastania pól bez uprawy,
- skuteczność zabezpieczania pól przed zarastaniem ich przez roślinność ruderalną z wykorzystaniem herbicydu nieselektywnego.

3. MATERIAŁ, METODY I WARUNKI BADAŃ

3.1. Opis doświadczenia

Badania przeprowadzono w latach 2002–2004 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Swójec, należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Realizowano je, opierając się na doświadczeniu polowym.

Podczas eksperymentu zbadano wpływ dwóch czynników na zmiany niektórych warunków siedliska pól zlokalizowanych na glebie lekkiej i średniej, czasowo wyłączonych z produkcji rolniczej. Czynnikiem doświadczenia były:

1. Sposób zagospodarowania pola czasowo wyłączonego z użytkowania:

A – pole zagospodarowane z wykorzystaniem glifosatu jako substancji aktywnej (herbicyd Roundup 360 SL w dawce $3 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ w pierwszym roku oraz $5 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ w kolejnych latach);

B – pole obsiane mieszanką traw z roślinami motylkowymi (na glebie lekkiej zastosowano komonicę rozkłąwą ze stokłosą bezostną, na glebie średniej koniczynę czerwoną z życią trwałą);

C – pole zarastające samorzutnie samosiewami rośliny uprawnej, która zajmowała tę powierzchnię przed rozpoczęciem doświadczenia (żyto na glebie lekkiej i rzepak na glebie średniej) oraz chwastami.

2. Postępowanie z roślinnością porastającą pole. Zastosowano zabieg koszenia na połowie poletek (masa roślinna po rozdrobieniu pozostaje na polu). Wykonywano go w pierwszej dekadzie lipca. Pozostałe poletka nie były koszone.

Doświadczenie zlokalizowano na madzie rzecznej właściwej, wytworzonej z piasku gliniastego lekkiego na piasku słabogliniastym zaliczanej do klasy V (dalej gleba określana jako lekka), oraz na madzie rzecznej wytworzonej z piasku gliniastego mocnego na utworze gliny średniej, zaliczanej do klasy II (gleba określana jako średnia). Doświadczenie założono metodą pasów prostopadłych w czterech powtórzeniach. Łącznie doświadczenie obejmowało 24 poletka na obu glebach, o powierzchni 50 m^2 każde.

3.2. Warunki pogodowe

Warunki pogodowe określono na podstawie danych dotyczących rozkładu opadów i temperatur uzyskanych ze stacji meteorologicznej Katedry Agro- i Hydrometeorologii Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Na ich podstawie wyliczono również współczynnik hydrotermiczny Sielianiowa, który pozwala określić niekorzystne okresy do wzrostu i rozwoju roślin: posuszny – współczynnik K jest mniejszy od 1,0 oraz okres suszy – K mniejsze od 0,5 [Radomski 1987].

Warunki pogodowe w poszczególnych latach były zróżnicowane i mogły mieć wpływ na wykonanie planowanych badań (tab. 1).

Tabela 1. Warunki meteorologiczne w okresie prowadzenia doświadczenia (lata 2002–2004)

Table 1. Weather conditions during the experiment period (2002–2004 years)

Lata badań Years of experi- ments	Miesiące Months												Średnia Mean
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Średnie miesięczne temperatury powietrza [°C] – Months means of air temperature													
2002	0,8	5,0	5,6	9,0	17,4	18,5	20,5	20,9	13,5	8,2	5,2	-3,0	10,1
2003	-1,8	-3,2	3,9	8,3	16,1	20,0	19,9	20,5	14,2	6,0	5,7	1,9	9,3
2004	-2,8	2,0	4,6	9,8	12,8	16,7	18,6	19,6	14,4	10,5	4,9	1,7	9,4
1968–2003	-0,9	0,2	3,3	8,2	13,9	16,7	18,4	18,1	13,6	8,9	4,0	0,4	8,88
Miesięczne sumy opadów [mm] – Monthly rainfall sums													
2002	23,8	59,2	15,7	32,9	39,5	82,4	26,8	103,1	39,4	62,3	46,9	17,8	549,8

Średnie temperatury powietrza w Swojcu w latach badań w poszczególnych miesiącach były wyższe w stosunku do odpowiadających im temperatur z wielolecia 1968–2003. Jedynie w maju 2004 r. zanotowano niższą temperaturę w stosunku do średniej z wielolecia. Najwyższą temperaturę w okresie 1968–2003 zanotowano w lipcu (18,4°C), a nieznacznie od niej niższą w sierpniu (18,1°C). Najniższa wartość temperatury dla wielolecia została zarejestrowana w styczniu (-0,9°C). Średnia temperatura za okres badań była w każdym roku wyższa w stosunku do średniej z wielolecia. Maksimum temperaturowe zanotowano w 2002 r. – wystąpiło ono w sierpniu, zaś jego wartość była wyższa o 2,8°C od średniej wieloletniej temperatury sierpnia a od maksymalnej średniej temperatury wielolecia o 2,5°C. Minimum termiczne przypadło w lutym 2003 r. (-3,2°C).

W okresie badań wystąpiły niekorzystne warunki wilgotnościowe. W każdym roku badań roczne sumy opadów były niższe w porównaniu z wieloleciem odpowiednio o 15,4 mm w 2002 r., o 120,6 mm w 2003 r. i o 66,6 mm w 2004 r. W 2002 r. najsuchszymi miesiącami były lipiec, czyli czas oznaczania aktywności biologicznej gleby i wrzesień, kiedy oznaczano właściwości fizyczne gleb. Opady w przeważającej części roku 2003 były niższe w porównaniu z wieloleciem. Maksimum opadów (75,5 mm) zanotowano w maju, a minimum (2,9 mm) przypadło na luty. W tym roku także w czasie pobierania prób gleby i oznaczania właściwości fizycznych gleb wystąpiły niedobory wilgoci w glebie. Podobne, niekorzystne warunki wystąpiły również w 2004 r., gdy przez większą część okresu wegetacji, tj. od kwietnia do września włącznie notowano niższe blisko o połowę opady w porównaniu z wieloleciem. Przyczyniło się to do późniejszego o ok. 5 tygodni niż w latach ubiegłych wykonania oceny właściwości fizycznych gleby.

Tabela 2. Wartości współczynnika hydrotermicznego Sielianinowa w sezonie wegetacyjnym
 Table 2. Value of Sielianinow hydrothermic index during growing season

Lata badań Years of experiments	Miesiące Months								
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
2002	0,92	1,22	0,73	1,49	0,42	1,59	0,97	2,44	2,99
2003	1,31	0,60	1,52	0,55	0,93	0,85	0,68	3,13	1,54
2004	3,88	0,73	0,96	0,87	1,15	0,54	0,60	1,58	5,33

Niekorzystny przebieg pogody w okresie prowadzenia badań może jeszcze zobrazować wartość współczynnika hydrotermicznego, którego wielkości przez większą część okresu wegetacyjnego kształtowały się poniżej 1, co wskazuje na występowanie okresu posuchy (tab. 2).

3.3. Metody badań

Właściwości chemiczne gleb

Próbki do oznaczeń właściwości chemicznych gleby pobierano z warstwy 0–30 cm w każdym roku badań w drugiej dekadzie października w dwóch powtórzeniach na poletku, w których oznaczono:

- wartość pH gleby elektrometrycznie w 1 M roztworze KCl,
- azot ogólny metodą Kjeldahla,
- węgiel organiczny metodą Tiurina,
- fosfor i potas przyswajalny metodą Egnera-Riehma.

Właściwości fizyczne gleb

Ocenę wszystkich przedstawionych właściwości fizycznych gleb przeprowadzono po zakończeniu każdego roku badań w okresie zasychania większości gatunków roślin zasiedlających poletka, tj. w 2.–3. dekadzie września.

Do stalowych cylinderków Kopecký'ego, o pojemności 100 cm³, pobrano w stanie nie-naruszonym próbki gleby z warstwy ornej (5–10 cm i 15–20 cm) w dwóch powtórzeniach na poletku dla każdej z warstw. Były one podstawą do zbadania:

- gęstości objętościowej,
- porowatości ogólnej,
- porowatości kapilarnej,
- wilgotności,
- zapasu wody.

W ocenie posłużono się metodą suszarkowo-wagową.

Zwiężłość gleby oznaczono za pomocą sondy uderzeniowej w pięciu powtórzeniach na poletku w warstwach co 5 cm do głębokości 30 cm.

Wodoodporność agregatów oznaczono metodą przesiewania na mokro w aparacie Bakszejewa, o zestawie sit o średnicy oczek: 7,5; 5,0; 3,0 1,0; 0,5 i 0,25 mm [Rewut 1980]. Oznaczeń dokonano na próbkach średnich obiektowych, pobranych w warstwach: 0–10 cm, 10–20 cm

i 20–30 cm, trzykrotnie dla każdego obiektu. Uzyskane wyniki posłużyły do obliczenia średniej ważonej średnicy agregatu wodoodpornego (MWDa) oraz współczynnika wodoodporności (WOD).

Przed rozpoczęciem badań pobrano próbki gleby w celu oznaczenia danych wyjściowych dotyczących wszystkich analizowanych właściwości.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej metodą ANOWA (analiza wariancji) oraz wyliczono zależności regresyjne, tj. współczynniki determinacji i trendy zmian cech dla poszczególnych obiektów w latach. Istotność różnic oceniono testem Tukeya przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Analiza flory nadziemnej łąnu

Analizę stanu flory przeprowadzono dwukrotnie w okresie wegetacji, w pełni kwitnienia większości gatunków roślin (3. dekada czerwca do 1. dekady lipca) oraz 5–6 tygodni po zabiegu koszenia. Na każdym poletku zostały wytyczone dwie powierzchnie próbne, o powierzchni 15 m² każda, na których w celu zbadania zmian w składzie zasiedlającej je roślinności, w zależności od sposobu postępowania z polem wyłączonym z użytkowania rolniczego, wykonano szczegółową analizę florystyczną z wykorzystaniem metody Braun-Blanqueta. Łącznie, na każdym obiekcie w każdym roku badań wykonano 16 spisów florystycznych.

Do ustalenia stopnia nasilenia występowania poszczególnych gatunków roślin posłużono się współczynnikiem pokrycia powierzchni pola przez oznaczone gatunki (W), który obliczono ze wzoru:

$$W = \frac{\text{suma ilościowości, gatunków w tabeli}}{\text{ogólna liczba spisów florystycznych w tabeli}} \times 100$$

Stopnie ilościowości przeliczono na przeciętny procent pokrycia, przyjmując 5 = 87,5%, 4 = 62,5%, 3 = 37,5%, 2 = 17,5%, 1 = 2,5%, + = 1,0%, r = 0,1% [Fukarek 1964]. Przy oznaczeniu składu botanicznego posłużono się atlasami roślin [Rutkowska 1971, Rutkowski 2004, Tymrakiewicz 1976], a nomenklaturę przyjęto za Mirkiem i in. [2002].

Na badanych powierzchniach próbnych określono łączną liczbę gatunków, współczynniki pokrycia, sumę współczynników pokrycia oraz średnie pokrycie gleby przez roślinność w analizowanych próbach. Ponadto dokonano analizy flory, uwzględniając trwałość biologiczną, wyróżniając gatunki krótkotrwałe (jednoroczne i dwuletnie) oraz wieloletnie (byliny, krzewy, drzewa) według klucza Szafera i in. [1988], określono formy życiowe według opracowania Zarzyckiego i in. [2002] i przynależność geograficzno-historyczną, wyróżniając gatunki rodzime (apofity) oraz gatunki obce (antropofity), według opracowań Zajac i Zajac [1975, 1992], Zajac i in. [1998].

Roślinność oznaczoną w badanych sposobach zagospodarowania gruntów ornych czasowo wyłączonych z użytkowania rolniczego opisano za pomocą współczynników różnorodności, posługując się wskaźnikami biologicznymi: różnorodności Shannona-Wienera, dominacji Simpsona i równomierności [Falińska 2004]. W tym celu w pierwszej dekadzie lipca oceniono skład gatunkowy roślin oraz liczebność poszczególnych gatunków (sztuka·m⁻²) metodą ilościowo-jakościową w czterech powtórzeniach dla obiektu.

Zasób diaspor zgromadzonych w glebie

Liczebność oraz skład gatunkowy nasion roślin zasiedlających badane obiekty w warstwie ornej (0–20 cm) wyznaczono metodą bezpośrednią w modyfikacji Pawłowskiego [1963]. Materiał do badań (próbki glebowe) zebrano w pięciu powtórzeniach na poletku na przełomie września i października w każdym roku trwania eksperymentu. Punkty pobierania próbek starano się rozmieścić w przestrzeni tak, aby były one reprezentatywne dla całości badanych obiektów. Badaniom poddano warstwę uprawną gleby (0–20 cm), wyróżniając w niej trzy poziomy: 0–1 cm, 1–10 cm i 10–20 cm. Sposób taki pozwala na oznaczenie pionowego układu nasion chwastów w roli. Próbkę glebową o nienaruszonej strukturze pobrane zostały za pomocą stalowego cylindra o średnicy 10 cm i wysokości 20 cm. Glebę przepłukiwano na sicie o średnicy oczek wynoszącej 0,25 mm. Do oznaczenia gatunków nasion chwastów posłużono się kluczem Kulpy [1988], Main weeds in field crops [1990], Hanf [1990] oraz własną kolekcją nasion. Wyniki zestawiono tabelarycznie, a zapas diaspor chwastów w poszczególnych warstwach gleby przeliczono na metr kwadratowy.

4. WYNIKI BADAŃ

4.1. Zmiany właściwości chemicznych gleby pod wpływem czasowego wyłączenia pól z użytkowania rolniczego

Przed rozpoczęciem doświadczenia (okres wyłączenia pola 0) gleba lekka wykazywała nieznaczne zróżnicowanie parametrów właściwości chemicznych w zależności od lokalizacji pasa (tab. 3, 5, 7, 9, 11, 13). Gleba w stanowisku zaplanowanym jako pas herbicydowy cechowała się nieznacznie niższymi wartościami niż w pozostałych obiektach. W przypadku gleby średniej zróżnicowanie jej właściwości chemicznych przed rozpoczęciem badań było mniej wyraźne (tab. 4, 6, 8, 10, 12, 14).

Na pasie, na którym zaplanowano zagospodarowanie pola z użyciem herbicydu, pH gleby lekkiej w czasie rozpoczęcia badań miało średnio o około 0,4 jednostki niższą wartość w porównaniu z pozostałymi pasami, niezależnie od warstwy (tab. 3). Sposób zagospodarowania pól wyłączonych z rolniczego użytkowania zazwyczaj w nieznaczny sposób różnicował wartość danego parametru na glebie lekkiej. Wykazano, iż w trzyletnim okresie zaniechania uprawy gleby lekkiej na obiekcie, na którym zastosowano obsiew mieszkanką stokłosy bezostnej z komonicą rozkową oraz z samoistnie tworzącą się okrywą roślinną, obserwowano wzrost wartości pH gleby w całym profilu w stosunku do stanu przed eksperymentem. Jednocześnie można stwierdzić, iż bardziej podatną na zmiany wartości pH była gleba w warstwie powierzchniowej (0–10 cm). Wykazano w niej wzrost odczynu gleby o 0,5 jednostki dla gleby, na której stosowano glifosat (obiekt A) i o 0,3 dla pozostałych. Koszenie roślinności okrywowej nie miało wpływu na odczyn gleby lekkiej.

Odczyn gleby średniej zawierał się, podobnie jak gleby lekkiej, w przedziale lekko kwaśnym i nie zmienił się zasadniczo w wyniku krótkotrwałego zaniechania uprawy pola, niezależnie od sposobu jego zagospodarowania. Stwierdzone różnice były niewielkie i mieściły się w zakresie 0,1–0,2 jednostki (tab. 4). Gleba pobrana z pól, na których stosowano koszenie roślin je porastających cechowała się wyższą wartością pH o 0,3 jednostki w warstwie 0–10 cm i o 0,2 w głębszych warstwach – w odniesieniu do stanu przed wyłączeniem pola z użytkowania rolniczego.

Brak rolniczego użytkowania gruntów ornych nie wpłynęło w sposób istotny na zróżnicowanie zawartości w glebach azotu ogólnego (tab. 5 i 6). Można wykazać tylko pewną tendencję do nieznacznego zwiększania zasobności gleby w azot ogólny wraz z wydłużaniem okresu bez uprawy. Stwierdzono, iż w warunkach gleby lekkiej na obiektach, na których w celu redukcji rozwoju roślinności wykonywano oprysk z wykorzystaniem glifosatu, ilość oznaczonego azotu ogólnego była istotnie niższa w warstwach 0–10 cm i 10–20 cm w porównaniu z pozostałymi badanymi sposobami zagospodarowania pola (tab. 5). Zaobserwowano także, iż w trzyletnim okresie trwania eksperymentu w warstwie wierzchniej gleby (0–10 cm) jego

zawartość zazwyczaj wzrastała wraz z upływem czasu, a w warstwie 10–20 cm kształtowała się na tym samym poziomie. W najgłębszej z badanych warstw gleby lekkiej w stanowisku utrzymanym z wykorzystaniem herbicydu zawartość azotu w tym czasie uległa nieznacznej redukcji (o 8,5%), a wzrastała po zastosowaniu pozostałych sposobów zagospodarowania pola. Różnice wynosiły odpowiednio 3,4% dla pola z wprowadzoną okrywą roślinną i 1,7% dla obiektu z samoodtwarzającą się roślinnością. Zabieg koszenia roślinności okrywowej sprzyjał wzrostowi zawartości azotu ogólnego w glebie lekkiej w warstwach 10–20 cm i 20–30 cm, odpowiednio o 1,6 i 1,7%, a nieznacznie obniżał w warstwie 0–10 cm.

Gleba średnia w warstwie wierzchniej (0–10 cm) cechowała się istotnie wyższą zawartością azotu dla stanowiska samozarastającego w porównaniu z wariantem utrzymania pola z wykorzystaniem herbicydu bądź poprzez wysiewaną okrywą roślinnością (tab. 6). Różnica wynosiła 6,3%. Odwrotną zależność uzyskano w tych warunkach glebowych w warstwie 20–30 cm, gdzie dla gleby pochodzącej ze stanowiska pielęgnowanego herbicydem wykazano najwyższą zasobność w ten składnik w stosunku do pozostałych obiektów.

Niewykonanie koszenia roślinności zasiedlającej pola pozbawione uprawy korzystnie oddziaływało na zawartość azotu w glebie średniej. Różnice w warstwach 0–10 cm i 20–30 cm zostały udowodnione statystycznie i wynosiły odpowiednio 6,4 i 5,6% więcej niż po koszeniu.

W najgłębszej z badanych warstw stwierdzono istotne różnice dla omawianej właściwości pod wpływem współdziałania czynników doświadczenia. Na zawartość azotu ogólnego w glebie najlepiej wpłynęło zastosowanie na polu wyłączonym z użytkowania rolniczego herbicydu lub pokrycie go roślinnością okrywową bez koszenia.

Stwierdzono korzystne oddziaływanie zaniechania uprawy pól oraz sposobów ich zagospodarowania na zawartość węgla organicznego (C_{org}) w glebie lekkiej dla całej badanej warstwy (tab. 7). W porównaniu ze stanem przed rozpoczęciem badań wartość analizowanej cechy zazwyczaj systematycznie wzrastała w miarę upływu czasu. Średnio różnice wynosiły odpowiednio 11,6% w pierwszym, 23,3% w drugim i 27,4% w trzecim roku bez uprawy i zostały udowodnione statystycznie.

Na glebie lekkiej, na której wprowadzono rośliny okrywowe w postaci mieszanki stokłosy bezostnej z komonicą różkową, określono najwyższą zawartością węgla organicznego (C_{org}). Różnica wynosiła odpowiednio 16,2% w warstwie 0–10 cm, 11,5% w warstwie 10–20 cm i 16,2% w warstwie 20–30 cm w porównaniu z wartościami uzyskanymi na obiekcie z herbicydem, gdzie gleba uzyskała najniższe parametry tej cechy. Podobnie samoistnie tworząca się okrywa roślinna pozytywnie oddziaływała na wielkość danego parametru, zwiększając go w porównaniu z polem z herbicydem.

W warunkach gleby lekkiej wykazano wpływ współdziałania czasu, jaki upłynął od zaniechania uprawy i sposobów zagospodarowania pola na zawartość węgla organicznego w glebie. W warstwach 0–10 cm i 20–30 cm istotnie wyższą wartość badanej cechy uzyskano w drugim roku trwania doświadczenia. Dla obiektu z roślinnością okrywową (analogicznie 7,66 i 7,46 g·kg⁻¹) wartość ta wzrosła w porównaniu ze stanem przed eksperymentem odpowiednio o 2,46 oraz 2,28 g·kg⁻¹.

W trzyletnim okresie wyłączenia pola z rolniczego wykorzystania w warunkach gleby średniej obserwowano w glebie wzrost zawartości węgla organicznego w całej badanej warstwie (tab. 8), a różnice wynosiły odpowiednio 7,9, 8,9 i 5,6% w porównaniu ze stanem przed zaniechaniem uprawy. Udowodnione statystycznie różnice stwierdzono jednak tylko w warstwie wierzchniej (0–10 cm) roli.

Tabela 3. Wartość pH gleby lekkiej

Table 3. pH value of light soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management II	Koszenie roślin Mowing of plants III	Warstwa [cm] Layer														
		0–10					10–20					20–30				
		okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean		okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean		okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean	
		0	1	2	3		0	1	2	3		0	1	2	3	
A	nie – no	5,5	5,8	5,8	6,0	5,8	5,4	5,6	5,2	5,3	5,4	5,6	5,5	5,5	5,6	5,6
	tak – yes	5,5	5,9	5,9	5,9	5,8	5,6	5,6	5,3	5,2	5,4	5,4	5,5	5,7	5,7	5,6
	średnio – mean	5,5	5,9	5,9	6,0	5,8	5,5	5,6	5,3	5,3	5,4	5,5	5,5	5,6	5,7	5,6
B	nie – no	5,9	5,9	6,0	6,1	6,0	6,0	5,9	6,1	6,0	6,0	5,8	5,8	6,0	5,9	5,9
	tak – yes	5,9	6,0	6,2	6,2	6,1	5,9	6,0	6,0	6,2	6,0	6,0	5,9	6,1	6,1	6,0
	średnio – mean	5,9	6,0	6,1	6,2	6,0	6,0	6,0	6,1	6,1	6,0	5,9	5,9	6,1	6,0	6,0
C	nie – no	6,0	6,2	6,2	6,3	6,2	5,9	5,9	5,9	6,2	6,0	6,0	5,9	6,1	6,2	6,1
	tak – yes	6,1	5,5	6,2	6,4	6,1	5,9	5,9	6,1	6,2	6,0	6,1	5,9	6,0	6,1	6,0
	średnio – mean	6,1	5,9	6,2	6,4	6,1	5,9	5,9	6,0	6,2	6,0	6,1	5,9	6,1	6,2	6,0
Średnio Mean	nie – no	5,8	6,0	6,0	6,1	6,0	5,8	5,8	5,7	5,8	5,8	5,8	5,7	5,9	5,9	5,8
	tak – yes	5,8	5,8	6,1	6,2	6,0	5,8	5,8	5,8	5,9	5,8	5,8	5,8	5,9	6,0	5,9
	Średnio – Mean	5,8	5,9	6,1	6,2	–	5,8	5,8	5,8	5,9	–	5,8	5,8	5,9	5,9	–

A – pole zagospodarowane z użyciem herbicydu – field management with herbicide

B – pole zagospodarowane poprzez obsiew rośliną uprawną – management by field crop covering

C – pole samozarastające – self overgrowing field

Tabela 4. Wartość pH gleby średnie)
Table 4. pH value of medium soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management II	Koszenie roślin Mowing of plants III	Warstwa [cm] Layer																		
		0-10					10-20					20-30								
		okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean	okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean	okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean							
		0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3			
A	nie - no	5,5	5,1	5,5	5,1	5,3	5,6	5,6	5,1	4,9	5,3	5,6	5,8	5,1	5,8	5,6	5,8	5,8	5,0	5,6
	tak - yes	5,7	5,7	5,6	5,9	5,7	5,8	5,5	5,2	5,8	5,6	5,8	5,5	5,2	5,8	5,7	5,8	5,8	5,9	5,8
	średnio - mean	5,6	5,4	5,6	5,5	5,5	5,7	5,6	5,2	5,4	5,4	5,7	5,6	5,2	5,4	5,4	5,7	5,8	5,5	5,7
B	nie - no	5,5	5,6	6,0	4,9	5,5	5,6	5,8	6,1	4,9	5,6	5,8	6,1	4,9	5,6	5,8	5,8	5,0	5,6	
	tak - yes	5,5	6,1	6,0	5,8	5,9	5,7	5,7	5,6	5,8	5,7	5,7	5,6	5,8	5,7	5,9	5,7	5,7	5,8	
	średnio - mean	5,5	5,9	6,0	5,4	5,7	5,7	5,8	5,9	5,4	5,7	5,7	5,8	5,9	5,4	5,7	5,9	5,8	5,4	5,7
C	nie - no	5,6	5,5	5,7	5,7	5,6	5,6	5,6	5,7	5,5	5,6	5,6	5,6	5,7	5,5	5,6	5,9	5,9	6,2	6,0
	tak - yes	5,5	5,8	5,8	6,0	5,8	5,7	5,8	5,8	5,9	5,8	5,7	5,7	5,8	5,9	5,9	5,8	5,8	5,9	
	średnio - mean	5,6	5,7	5,8	5,9	5,7	5,7	5,7	5,8	5,7	5,7	5,7	5,7	5,8	5,9	5,9	5,9	6,1	5,9	
Średnio - Mean	nie - no	5,5	5,4	5,7	5,2	5,5	5,6	5,7	5,6	5,1	5,5	5,6	5,7	5,6	5,1	5,5	5,8	5,8	5,4	5,7
	tak - yes	5,6	5,9	5,8	5,9	5,8	5,7	5,6	5,5	5,8	5,7	5,6	5,5	5,5	5,8	5,7	5,8	5,8	5,8	5,8
	Średnio - Mean	5,6	5,6	5,8	5,6	-	5,7	5,7	5,6	5,5	-	5,7	5,7	5,6	5,5	-	5,8	5,8	5,6	-

A-C - objaśnienia w tabeli 3 - explanations in table 3

Tabela 5. Zawartości azotu ogólnego w glebie lekkiej [g·kg⁻¹]
Table 5. Content of total nitrogen in light soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management II	Koszenie roślin Mowing of plants III	Warstwa [cm] Layer																	
		0–10						10–20						20–30					
		okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I		okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I		okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I		okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I		okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I		okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I		okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I		okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I		średnio mean	
A	nie – no tak – yes średnio – mean	0 0,59 0,59 0,59	1 0,59 0,59 0,59	2 0,63 0,62 0,62	3 0,63 0,61 0,62	0 0,59 0,60 0,59	1 0,61 0,60 0,60	2 0,59 0,60 0,59	3 0,54 0,59 0,57	0 0,58 0,60 0,59	1 0,61 0,60 0,60	2 0,59 0,60 0,59	3 0,54 0,59 0,54	0 0,60 0,58 0,59	1 0,60 0,59 0,59	2 0,58 0,59 0,59	3 0,49 0,59 0,54	średnio mean	r.n. 0,05 r.n. r.n. r.n. r.n. r.n. r.n.
B	nie – no tak – yes średnio – mean	0 0,68 0,63 0,66	1 0,68 0,69 0,69	2 0,78 0,75 0,76	3 0,64 0,74 0,69	0 0,70 0,70 0,70	1 0,64 0,69 0,67	2 0,65 0,69 0,67	3 0,60 0,71 0,66	0 0,64 0,66 0,67	1 0,64 0,69 0,67	2 0,65 0,69 0,67	3 0,60 0,71 0,66	0 0,64 0,66 0,66	1 0,64 0,69 0,67	2 0,66 0,69 0,67	3 0,60 0,71 0,66	średnio mean	r.n. 0,05 r.n. r.n. r.n. r.n. r.n.
C	nie – no tak – yes średnio – mean	0 0,65 0,61 0,63	1 0,66 0,69 0,67	2 0,64 0,64 0,64	3 0,73 0,69 0,71	0 0,67 0,66 0,66	1 0,65 0,66 0,66	2 0,72 0,68 0,65	3 0,68 0,63 0,66	0 0,68 0,66 0,66	1 0,65 0,66 0,66	2 0,67 0,68 0,65	3 0,62 0,58 0,66	0 0,59 0,58 0,58	1 0,59 0,66 0,65	2 0,67 0,66 0,65	3 0,61 0,65 0,59	średnio mean	r.n. 0,05 r.n. r.n. r.n. r.n. r.n.
Średnio Mean	nie – no tak – yes Średnio – Mean	0 0,61 0,63	1 0,66 0,65	2 0,67 0,68	3 0,68 0,67	0 0,65 0,66	1 0,64 0,65	2 0,63 0,64	3 0,63 0,64	0 0,64 0,64	1 0,65 0,65	2 0,63 0,63	3 0,63 0,64	0 0,59 0,58	1 0,64 0,64	2 0,64 0,62	3 0,67 0,58	średnio mean	– – –

A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

NIR_(0,05) dla lat I

LSD_(0,05) for years I

NIR_(0,05) dla sposobu zagospodarowania pola II

LSD_(0,05) for method of field management II

NIR_(0,05) dla koszenia roślin III

LSD_(0,05) for mowing of plants III

NIR_(0,05) dla współdziałania

LSD_(0,05) for interaction

IxII

IxIII

IIXIII

IxIIxIII

r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

Tabela 6. Zawartości azotu ogólnego w glebie średniej [g:kg⁻¹]
Table 6. Content of total nitrogen in medium soil

Sposób zagonoszarowania pola Method of field management	Koszenie roślin III Mowing of plants III	Warstwa [cm] Layer																				
		0-10						10-20						20-30								
		okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean			okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean			okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean					
		0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	
A	nie - no	1,15	1,10	1,06	1,19	1,13	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	0,91	1,04	1,12	1,12	1,14	1,13	1,12	1,12	1,14	
	tak - yes	1,14	1,04	1,05	1,16	1,10	1,01	1,11	1,03	1,14	1,10	1,03	1,14	1,07	1,10	1,10	1,12	1,10	1,10	1,10	1,15	
	średnio - mean	1,15	1,07	1,06	1,18	1,11	1,05	1,10	1,05	1,03	1,06	1,08	1,03	1,06	1,12	1,11	1,14	1,12	1,11	1,11	1,13	
B	nie - no	1,07	1,13	1,17	1,13	1,13	1,12	1,15	1,17	1,17	1,12	1,15	1,17	1,15	1,12	1,09	1,14	1,12	1,12	1,09	1,14	
	tak - yes	1,01	1,04	1,15	1,14	1,09	1,04	1,09	1,04	0,95	1,03	1,04	0,95	1,03	1,02	1,03	1,04	1,02	1,03	1,04	1,09	
	średnio - mean	1,04	1,09	1,16	1,14	1,11	1,08	1,12	1,10	1,06	1,09	1,07	1,06	1,09	1,07	1,06	1,09	1,07	1,06	1,09	1,15	
C	nie - no	1,17	1,25	1,25	1,32	1,25	1,14	1,22	1,22	1,11	1,17	1,14	1,11	1,17	1,14	1,13	1,14	1,14	1,13	1,14	1,12	
	tak - yes	1,12	1,08	1,17	1,09	1,12	1,02	1,10	1,05	1,11	1,07	1,10	1,05	1,07	1,03	1,10	1,04	1,03	1,10	1,04	1,06	
	średnio - mean	1,15	1,16	1,21	1,21	1,18	1,08	1,16	1,13	1,11	1,12	1,13	1,11	1,12	1,09	1,11	1,09	1,09	1,11	1,09	1,09	
Średnio Mean	nie - no	1,13	1,16	1,16	1,21	1,17	1,11	1,15	1,16	1,06	1,12	1,15	1,16	1,12	1,13	1,11	1,15	1,13	1,11	1,15	1,13	
	tak - yes	1,09	1,05	1,13	1,13	1,10	1,03	1,10	1,04	1,07	1,06	1,10	1,04	1,06	1,05	1,08	1,07	1,05	1,08	1,07	1,07	
	Średnio - Mean	1,11	1,11	1,14	1,17	-	1,07	1,13	1,10	1,07	-	1,13	1,10	1,07	1,09	1,11	1,12	1,09	1,09	1,11	1,12	
NIR _(0,05) dla lat I					r.n.					r.n.			r.n.								r.n.	
LSD _(0,05) for years I					0,06					0,06				r.n.								0,03
NIR _(0,05) dla sposobu zagonoszarowania pola II																						0,02
LSD _(0,05) for method of field management II																						
NIR _(0,05) dla koszenia roślin III																						
LSD _(0,05) for mowing of plants III																						r.n.
NIR _(0,05) dla współdziałania																						r.n.
LSD _(0,05) for interaction																						0,03
																						r.n.
																						r.n.

A-C - objaśnienia w tabeli 3 - explanations in table 3

NIR_(0,05) dla lat I

LSD_(0,05) for years I

NIR_(0,05) dla sposobu zagonoszarowania pola II

LSD_(0,05) for method of field management II

NIR_(0,05) dla koszenia roślin III

LSD_(0,05) for mowing of plants III

NIR_(0,05) dla współdziałania

LSD_(0,05) for interaction

IxII

IxIII

IxIII

IxIIxIII

r.n. - różnica nieistotna - not significant difference

Tabela 7. Zawartość węgla organicznego w glebie lekkiej [g·kg⁻¹]
Table 7. Organic carbon content in light soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management II	Koszenie roślin Mowing of plants III	Warstwa [cm] Layer												średnio mean
		0–10			10–20			20–30			średnio mean			
		0	1	2	3	0	1	2	3	0		1	2	
A	nie – no	4,55	5,38	5,80	6,51	4,92	5,29	5,56	5,21	4,68	4,98	5,80	4,88	5,25
	tak – yes	4,63	5,52	5,70	6,02	5,12	5,52	5,80	5,89	4,99	4,52	5,87	5,89	5,58
B	średnio – mean	4,59	5,45	5,75	6,27	5,02	5,41	5,68	5,55	4,84	4,75	5,84	5,39	5,41
	nie – no	5,29	5,94	7,78	6,32	5,32	5,76	6,67	5,96	5,12	5,54	7,29	5,34	5,93
C	tak – yes	5,11	6,24	7,54	7,00	5,41	6,52	7,23	7,13	5,23	5,94	7,63	6,20	6,57
	średnio – mean	5,20	6,09	7,66	6,66	5,37	6,14	6,95	6,55	5,18	5,74	7,46	5,77	6,25
Średnio Mean	nie – no	5,78	5,82	5,68	8,24	5,52	6,00	7,01	7,25	5,56	5,32	5,93	6,97	6,45
	tak – yes	5,62	5,71	6,17	7,37	5,32	6,30	6,17	6,51	5,33	5,51	5,93	5,52	6,08
Średnio Mean	średnio – mean	5,70	5,77	5,93	7,81	5,42	6,15	6,59	6,88	5,45	5,42	5,93	6,25	6,26
	nie – no	5,21	5,71	6,42	7,02	5,25	5,68	6,41	6,14	5,12	5,28	6,34	5,73	5,87
Średnio – Mean	tak – yes	5,12	5,82	6,47	6,80	5,28	6,11	6,40	6,51	5,18	5,32	6,48	5,87	6,08
	średnio – Mean	5,16	5,77	6,45	6,91	5,27	5,90	6,41	6,33	5,15	5,30	6,41	5,80	–

A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

NIR_(0,05) dla lat I

LSD_(0,05) for years I

NIR_(0,05) dla sposobu zagospodarowania pola II

LSD_(0,05) for method of field management II

NIR_(0,05) dla koszenia roślin III

LSD_(0,05) for mowing of plants III

NIR_(0,05) dla współdziałania

LSD_(0,05) for interaction

IxII

IxIII

IixIII

IxIixIII

r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

0,71

0,55

r.n.

1,10

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

0,61

0,47

r.n.

r.n.

r.n.

0,67

r.n.

0,51

0,39

r.n.

2,10

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

Tabela 8. Zawartość węgla organicznego w glebie średniej [g·kg⁻¹]
Table 8. Organic carbon content in medium soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management II	Koszenie roślin Mowing of plants III	Warstwa [cm] Layer												średnio mean		
		0–10				10–20				20–30						
		okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I				okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I				okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I						
		0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3		średnio mean	
A	nie – no	9,41	9,35	10,44	11,39	10,15	9,36	10,19	10,19	11,14	10,22	9,63	10,11	10,38	10,83	10,24
	tak – yes	9,32	8,28	10,21	10,34	9,54	9,54	10,08	10,21	9,97	9,95	9,30	9,99	10,24	8,11	9,41
	średnio – mean	9,37	8,82	10,33	10,87	9,84	9,45	10,14	10,20	10,56	10,09	9,47	10,05	10,31	9,47	9,82
B	nie – no	8,86	9,97	10,81	10,40	10,01	9,13	10,92	10,94	11,14	10,53	9,20	10,00	9,98	11,01	10,05
	tak – yes	9,09	7,97	10,44	10,28	9,45	9,85	11,00	9,14	9,13	9,78	9,52	9,85	9,27	10,46	9,78
	średnio – mean	8,98	8,97	10,63	10,34	9,73	9,49	10,96	10,04	10,14	10,16	9,36	9,93	9,63	10,74	9,91
C	nie – no	9,97	9,98	12,24	11,36	10,89	9,95	10,09	10,69	10,95	10,42	9,91	10,52	10,69	10,61	10,43
	tak – yes	9,85	8,86	10,94	9,84	9,87	9,79	10,83	11,18	10,40	10,55	9,89	10,44	10,13	9,47	9,98
	średnio – mean	9,91	9,42	11,59	10,60	10,38	9,87	10,46	10,94	10,68	10,49	9,90	10,48	10,41	10,04	10,21
Średnio Mean	nie – no	9,41	9,77	11,16	11,05	10,35	9,48	10,40	10,61	11,08	10,39	9,58	10,21	10,35	10,82	10,24
	tak – yes	9,42	8,37	10,53	10,15	9,62	9,73	10,64	10,18	9,83	10,09	9,57	10,09	9,88	9,35	9,72
Średnio – Mean		9,42	9,07	10,85	10,60	–	9,60	10,52	10,39	10,46	–	9,58	10,15	10,12	10,08	–

A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

NIR_(0,05) dla lat I

LSD_(0,05) for years I

NIR_(0,05) dla sposobu zagospodarowania pola II

LSD_(0,05) for method of field management II

NIR_(0,05) dla koszenia roślin III

LSD_(0,05) for mowing of plants III

NIR_(0,05) dla współdziałania

LSD_(0,05) for interaction

IxII

IxIII

IixIII

IxIixIII

r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

0,78

0,60

0,39

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

0,43

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

W tych warunkach glebowych samozarastanie pola roślinnością sprzyjało koncentracji $C_{org.}$ w glebie. Zależność ta została potwierdzona statystycznie w warstwie 0–10 cm, a zawartość węgla organicznego na tym obiekcie była o 6,7% wyższa w porównaniu z obiektem z wysiewaną okrywą roślinną. Gleba na poletkach, na których zastosowano zabieg koszenia roślinności porastającej pola, charakteryzowała się niższą zawartością węgla organicznego – szczególnie w warstwie powierzchniowej i w najgłębszej z badanych, a różnice wynosiły odpowiednio 7,1% i 5,1%. Nie potwierdzono współdziałania badanych czynników na zawartość węgla organicznego w glebie średniej.

Poddanie gleby lekkiej trzyletniemu okresowi wyłączenia z uprawy wpłynęło na wyraźną modyfikację stosunku węgla do azotu w badanych warstwach (tab. 9). Stwierdzono systematyczny wzrost wartości tej relacji wraz z upływem czasu, jaki upłynął od zaniechania rolniczego wykorzystania pola. Analiza statystyczna potwierdziła wpływ współdziałania czasu i sposobu zagospodarowania pola na wielkość danej cechy. Istotne zależności stwierdzono w warstwach 0–10 cm i 20–30 cm. Najwyższą wartość stosunku węgla do azotu w pierwszej warstwie uzyskano po trzecim roku wyłączenia pola z uprawy w stanowisku samoistnie zarastającym roślinnością (10,98), zaś najniższą (8,34) dla tego samego stanowiska, ale po pierwszym roku badań. W warstwie głębszej najwyższą wartość proporcji węgla do azotu uzyskano dla gleby z obiektu obsianego mieszanką roślin motylkowych wieloletnich z trawami po drugim (11,15), a najniższą (8,01) dla obiektu herbicydowego po pierwszym roku wyłączenia pola z użytkowania rolniczego.

Stosunek węgla do azotu w wierzchniej warstwie na glebie średniej zależał jedynie od czasu trwania eksperymentu. Był on istotnie wyższy w drugim i trzecim roku w porównaniu ze stanem przed rozpoczęciem doświadczenia i po jego rocznym okresie (tab. 10).

Zawartość przyswajalnych form fosforu w glebie lekkiej w warstwie 0–10 cm zależała istotnie od długości okresu wyłączenia pola z uprawy i była niższa w drugim roku badań w odniesieniu do stanu początkowego i w pierwszym jego roku (tab. 11). Podobne, lecz niepotwierdzone statystycznie zależności wystąpiły w warstwie 10–20 cm. W warstwie 20–30 cm zawartość tego pierwiastka, zazwyczaj wraz z upływem czasu bez uprawy, wzrastała. Stwierdzono statystycznie istotny wpływ sposobu zagospodarowania pola na zawartość przyswajalnego fosforu w profilu glebowym. Gleba pobrana z pola samoistnie zarastającego (obiekt C) wykazywała się istotnie wyższą zawartością przyswajalnych form fosforu w porównaniu z glebą ze stanowiska, na którym stosowano herbicyd (obiekt A) we wszystkich warstwach. Różnica ta wynosiła odpowiednio 34,8%, 31,9% i 24,0%. Podobnie wprowadzenie roślin okrywowych (obiekt B) pozytywnie oddziaływało na wielkość analizowanego parametru w porównaniu z obiektem A. Nie stwierdzono wpływu współdziałania badanych czynników na zawartość przyswajalnych form fosforu w glebie lekkiej.

Trzyletnia przerwa w uprawie gruntów zlokalizowanych na glebie średniej skutkowałą obniżeniem zawartości przyswajalnych form fosforu w warstwach 0–10 cm i 10–20 cm, a zwiększeniem w warstwie 20–30 cm (tab. 12), chociaż zależności te zostały udowodnione tylko w przypadku pierwszych wymienionych warstw. Zawartość fosforu przyswajalnego w glebie średniej była zależna od sposobu zagospodarowania pola. Była ona najwyższa na obiekcie samozarastającym. Różnice wynosiły, w odniesieniu do wartości najniższych uzyskanych dla pola z herbicydem, odpowiednio 34,0, 27,2 i 45,6%. Koszenie, a następnie rozdrobnienie roślinności porastającej pola wpłynęło na zwiększenie zawartości tego pierwiastka w całej badanej warstwie. Różnice potwierdzono statystycznie w warstwach 0–10 cm i 10–20 cm i wynosiły odpowiednio 12,5 i 10,2%.

Tabela 9. Wartość C:N dla gleby lekkiej
Table 9. C:N value for light soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management II	Koszenie roślin Mowing of plants III	Warstwa [cm] Layer														
		0-10					10-20					20-30				
		okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean		okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean		okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean	
		0	1	2	3		0	1	2	3		0	1	2	3	
A	nie - no	7,74	9,10	9,25	10,33	9,11	8,37	8,73	9,46	9,65	9,05	7,80	8,36	9,97	9,96	9,02
	tak - yes	7,81	9,34	9,19	9,87	9,05	8,53	9,17	9,67	9,98	9,34	8,57	7,67	9,93	9,98	9,04
	średnio - mean	7,77	9,22	9,22	10,10	9,08	8,45	8,95	9,56	9,82	9,19	8,19	8,01	9,95	9,97	9,03
B	nie - no	7,78	8,70	10,00	9,88	9,09	7,82	8,94	10,26	9,93	9,24	8,63	8,34	10,95	9,54	9,36
	tak - yes	8,09	8,99	10,05	9,46	9,15	8,43	9,50	10,42	10,04	9,60	8,88	8,83	11,35	9,54	9,65
	średnio - mean	7,93	8,84	10,03	9,67	9,12	8,13	9,22	10,34	9,99	9,42	8,76	8,58	11,15	9,54	9,51
C	nie - no	8,93	8,80	8,82	11,29	9,46	8,53	9,24	9,71	10,66	9,54	9,50	8,20	9,80	10,72	9,56
	tak - yes	9,18	8,34	9,67	10,68	9,47	8,02	9,50	10,60	10,33	9,62	9,17	8,39	10,28	10,62	9,61
	średnio - mean	9,06	8,57	9,25	10,98	9,46	8,28	9,37	10,16	10,50	9,58	9,34	8,29	10,04	10,67	9,58
Średnio Mean	nie - no	8,15	8,87	9,36	10,50	9,22	8,24	8,97	9,81	10,08	9,28	8,65	8,30	10,24	10,07	9,31
	tak - yes	8,36	8,89	9,64	10,00	9,22	8,33	9,39	10,23	10,12	9,52	8,88	8,30	10,52	10,05	9,43
	Średnio - Mean	8,25	8,88	9,50	10,25	-	8,28	9,18	10,02	10,10	-	8,76	8,30	10,38	10,06	-

A-C - objaśnienia w tabeli 3 - explanations in table 3

NIR_(0,05) dla lat I

LSD_(0,05) for years I

NIR_(0,05) dla sposobu zagospodarowania pola II

LSD_(0,05) for method of field management II

NIR_(0,05) dla koszenia roślin III

LSD_(0,05) for mowing of plants III

NIR_(0,05) dla współdziałania

LSD_(0,05) for interaction

IxII

IxIII

IxIII

Ix.IxIII

r.n. - różnica nieistotna - not significant difference

0,54

r.n.

r.n.

0,83

r.n.

r.n.

r.n.

0,60

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

0,67

0,51

r.n.

1,03

r.n.

r.n.

r.n.

Tabela 10. Wartość C:N dla gleby średniej
Table 10. C:N value for medium soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management II	Koszenie roślin III Mowing of plants III	Warstwa [cm] Layer														
		0-10					10-20					20-30				
		okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean	okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean	okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean			
		0	1	2		3	0	1		2	3	0		1	2	3
A	nie - no	8,15	8,48	9,81	9,57	9,00	8,67	9,41	9,43	12,24	9,94	8,51	9,03	8,96	9,50	9,00
	tak - yes	8,16	7,99	9,71	8,91	8,70	9,41	9,11	9,96	8,75	9,31	8,45	9,07	9,12	7,05	8,42
	średnio - mean	8,16	8,23	9,76	9,24	8,85	9,04	9,26	9,69	10,49	9,62	8,48	9,05	9,04	8,28	8,71
B	nie - no	8,26	8,79	9,24	9,20	8,87	8,19	9,46	9,35	9,52	9,13	8,21	9,18	8,74	9,18	8,83
	tak - yes	8,97	7,65	9,05	9,02	8,67	9,45	10,06	8,82	9,61	9,49	9,32	9,59	8,90	9,60	9,35
	średnio - mean	8,62	8,22	9,14	9,11	8,77	8,82	9,76	9,09	9,57	9,31	8,76	9,39	8,82	9,39	9,09
C	nie - no	8,50	8,01	9,76	8,61	8,72	8,71	8,26	8,80	9,86	8,91	8,70	9,35	9,36	9,92	9,33
	tak - yes	8,77	8,20	9,35	9,03	8,84	9,57	9,83	10,67	9,37	9,86	9,59	9,50	9,72	8,93	9,44
	średnio - mean	8,64	8,10	9,56	8,82	8,78	9,14	9,05	9,73	9,62	9,38	9,15	9,43	9,54	9,42	9,38
Średnio Mean	nie - no	8,31	8,43	9,60	9,13	8,87	8,52	9,05	9,19	10,54	9,33	8,47	9,19	9,02	9,53	9,05
	tak - yes	8,64	7,95	9,37	8,99	8,73	9,48	9,67	9,82	9,24	9,55	9,12	9,39	9,25	8,53	9,07
Średnio - Mean		8,47	8,19	9,49	9,06	-	9,00	9,36	9,50	9,89	-	8,80	9,29	9,13	9,03	-

A-C - objaśnienia w tabeli 3 - explanations in table 3

NIR_(0,05) dla lat I

LSD_(0,05) for years I

NIR_(0,05) dla sposobu zagospodarowania pola II

LSD_(0,05) for method of field management II

NIR_(0,05) dla koszenia roślin III

LSD_(0,05) for mowing of plants III

NIR_(0,05) dla współdziałania

LSD_(0,05) for interaction

IxII

IxIII

IxIII

IxIIxIII

r.n. - różnica nieistotna - not significant difference

0,68

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

Tabela 11. Zawartość fosforu przyswajalnego w glebie lekkiej [mg P·kg⁻¹]
Table 11. Content of available phosphorus in light soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management II	Warstwa [cm] Layer																		
	0-10						10-20						20-30						
	okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I						okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I						okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I						
	0	1	2	3	średnio mean		0	1	2	3	średnio mean		0	1	2	3	średnio mean		
Koszenie roślin Mowing of plants III	nie - no	144,0	155,0	111,0	138,0	137,0	124,0	135,0	99,0	110,0	117,0	121,0	121,0	99,0	111,0	113,0	średnio mean		
	tak - yes	149,0	112,0	110,0	127,0	124,5	132,0	129,0	105,0	105,0	117,8	119,0	132,0	106,0	124,0	120,3			
A	średnio - mean	146,5	133,5	110,5	132,5	130,8	128,0	132,0	102,0	107,5	117,4	120,0	126,5	102,5	117,5	116,6			
	nie - no	178,0	164,0	155,0	147,0	161,0	158,0	143,0	144,0	147,0	148,0	149,0	159,0	150,0	141,0	149,8			
B	tak - yes	156,0	171,0	150,0	152,0	157,3	146,0	156,0	155,0	180,0	159,3	119,0	162,0	166,0	161,0	152,0			
	średnio - mean	167,0	167,5	152,5	149,5	159,1	152,0	149,5	149,5	163,5	153,6	134,0	160,5	158,0	151,0	150,9			
C	nie - no	186,0	193,0	150,0	187,0	179,0	166,0	151,0	144,0	181,0	160,5	141,0	142,0	150,0	177,0	152,5			
	tak - yes	180,0	186,0	150,0	178,0	173,5	159,0	143,0	133,0	162,0	149,3	137,0	134,0	133,0	143,0	136,8			
Średnio Mean	średnio - mean	183,0	189,5	150,0	182,5	176,3	162,5	147,0	138,5	171,5	154,9	139,0	138,0	141,5	160,0	144,6			
	nie - no	169,3	170,7	138,7	157,3	159,0	149,3	143,0	129,0	146,0	141,8	137,0	140,7	133,0	143,0	138,4			
Średnio - Mean	tak - yes	161,7	156,3	136,7	152,3	151,8	145,7	142,7	131,0	149,0	142,1	125,0	142,7	135,0	142,7	136,3			
	średnio - mean	165,5	163,5	137,7	154,8	-	147,5	142,8	130,0	147,5	-	131,0	141,7	134,0	142,8	-			
A-C - objaśnienia w tabeli 3 - explanations in table 3																			
NIR _(0,05) dla lat I					23,7					r.n.								r.n.	
LSD _(0,05) for years I																			
NIR _(0,05) dla sposobu zagospodarowania pola II					18,2					15,2								18,8	
LSD _(0,05) for method of field management II																			
NIR _(0,05) dla koszenia roślin III					r.n.					r.n.								r.n.	
LSD _(0,05) for mowing of plants III																			
NIR _(0,05) dla współdziałania					r.n.					r.n.								r.n.	
LSD _(0,05) for interaction					r.n.					r.n.								r.n.	
					r.n.					r.n.								r.n.	
					r.n.					r.n.								r.n.	
					r.n.					r.n.								r.n.	
					r.n.					r.n.								r.n.	
r.n. - różnica nieistotna - not significant difference																			

Tabela 12. Zawartość fosforu przyswajalnego w glebie średniej [mg P.kg⁻¹]
Table 12. Content of available phosphorus in medium soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management II	Warstwa [cm] Layer																																			
	0-10												10-20												20-30											
	okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I												okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I												okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I											
	0	1	2	3	średnio mean	0	1	2	3	średnio mean	0	1	2	3	średnio mean	0	1	2	3	średnio mean	0	1	2	3	średnio mean											
Koszenie roślin Mowing of plants III	nie - no	188,0	145,0	122,0	126,0	145,3	186,0	152,0	109,0	126,0	143,3	186,0	152,0	109,0	126,0	143,3	142,0	142,0	111,0	140,0	125,8															
	tak - yes	150,0	190,0	143,0	186,0	167,3	190,0	188,0	113,0	199,0	172,5	149,0	169,0	126,0	156,0	153,1																				
A	średnio - mean	169,0	167,5	132,5	156,0	156,3	188,0	170,0	111,0	162,5	157,9	145,5	155,5	118,5	148,0	139,4																				
	nie - no	195,0	142,0	162,0	134,0	158,3	191,0	165,0	171,0	188,0	178,8	191,0	181,0	138,0	142,0	165,9																				
B	tak - yes	182,0	208,0	180,0	176,0	186,5	201,0	179,0	152,0	188,0	180,0	152,0	167,0	152,0	206,0	167,9																				
	średnio - mean	188,5	175,0	171,0	155,0	172,4	196,0	172,0	161,5	188,0	179,4	171,5	174,0	145,0	174,0	166,9																				
C	nie - no	222,0	200,0	185,0	205,0	203,0	203,0	196,0	174,0	186,0	189,8	189,0	212,0	187,0	239,0	200,5																				
	tak - yes	211,0	224,0	214,0	215,0	216,0	199,0	209,0	202,0	237,0	211,8	193,0	203,0	190,0	227,0	205,3																				
Średnio Mean	średnio - mean	216,5	212,0	199,5	210,0	209,5	201,0	202,5	188,0	211,5	200,8	191,0	207,5	188,5	233,0	202,9																				
	nie - no	201,7	162,3	156,3	155,0	168,8	193,3	171,0	151,3	166,7	170,6	174,0	178,3	145,3	173,7	164,0																				
Mean	tak - yes	181,0	207,3	179,0	192,3	189,9	196,7	192,0	155,7	208,0	188,1	164,7	179,7	156,0	196,3	175,5																				
	Średnio - Mean	191,3	184,8	167,7	173,7	-	195,0	181,5	153,5	187,3	-	169,3	179,0	150,7	185,0	-																				

A-C - objaśnienia w tabeli 3 - explanations in table 3

NIR_(0,05) dla lat I

LSD_(0,05) for years I

NIR_(0,05) dla sposobu zagospodarowania pola II

LSD_(0,05) for method of field management II

NIR_(0,05) dla koszenia roślin III

LSD_(0,05) for mowing of plants III

NIR_(0,05) dla współdziałania

LSD_(0,05) for interaction

IxII

IxIII

IIXIII

IxIIXIII

r.n. - różnica nieistotna - not significant difference

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

29,7

22,8

14,9

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

Tabela 13. Zawartość potasu przyswajalnego w glebie lekkiej [mg·kg⁻¹]
Table 13. Content of available potassium in light soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management II	Koszenie roślin III Mowing of plants III	Warstwa [cm] Layer														
		0-10				10-20				20-30						
		okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean	okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean	okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean			
A	nie – no	188,0	183,0	194,0	197,0	190,5	118,0	118,0	66,0	87,0	97,3	106,0	99,0	71,0	73,0	87,3
	tak – yes	180,0	192,0	181,0	243,0	199,0	125,0	100,0	75,0	119,0	104,8	112,0	103,0	69,0	97,0	95,3
B	średnio – mean	184,0	187,5	187,5	220,0	194,8	121,5	109,0	70,5	103,0	101,0	109,0	101,0	70,0	85,0	91,3
	nie – no	165,0	165,0	282,0	205,0	204,3	145,0	120,0	104,0	114,0	120,8	99,0	122,0	166,0	100,0	121,8
C	tak – yes	161,0	186,0	266,0	229,0	210,5	139,0	145,0	133,0	149,0	141,5	84,0	131,0	149,0	97,0	115,3
	średnio – mean	163,0	175,5	274,0	217,0	207,4	142,0	132,5	118,5	131,5	131,1	91,5	126,5	157,5	98,5	118,5
Średnio Mean	nie – no	172,0	182,0	145,0	284,0	195,8	112,0	120,0	137,0	181,0	137,5	114,0	139,0	104,0	133,0	122,5
	tak – yes	168,0	152,0	141,0	181,0	160,5	132,0	108,0	79,0	122,0	110,3	108,0	141,0	75,0	118,0	110,5
Średnio Mean	średnio – mean	170,0	167,0	143,0	232,5	178,1	122,0	114,0	108,0	151,5	123,9	111,0	140,0	89,5	125,5	116,5
	nie – no	175,0	176,7	207,0	228,7	196,8	125,0	119,3	102,3	127,3	118,5	106,3	120,0	113,7	102,0	110,5
Średnio Mean	tak – yes	169,7	176,7	196,0	217,7	190,0	132,0	117,7	95,7	130,0	118,8	101,3	125,0	97,7	104,0	107,0
	średnio – Mean	172,3	176,7	201,5	223,2	–	128,5	118,5	99,0	128,7	–	103,8	122,5	105,7	103,0	–

A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

NIR_(0,05) dla lat I

LSD_(0,05) for years I

NIR_(0,05) dla sposobu zagospodarowania pola II

LSD_(0,05) for method of field management II

NIR_(0,05) dla koszenia roślin III

LSD_(0,05) for mowing of plants III

NIR_(0,05) dla współdziałania

LSD_(0,05) for interaction

r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

r.n.

13,6

10,5

r.n.

20,9

r.n.

Tabela 14. Zawartość potasu przyswajalnego w glebie średniej [mg·kg⁻¹]
 Table 14. Content of available potassium in medium soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management II	Koszenie roślin Mowing of plants III	Warstwa [cm] Layer												średnio mean		
		0-10				10-20				20-30						
		okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean	okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean	okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean			
A	nie - no	0	1	2	3	248,0	206,0	189,0	183,0	164,0	185,5	204,0	199,0	191,0	221,0	203,8
	tak - yes	216,0	241,0	291,0	244,0	243,3	189,0	173,0	175,0	144,0	170,3	181,0	181,0	171,0	151,0	171,0
	średnio - mean	208,5	209,5	292,5	272,0	245,6	197,5	181,0	179,0	154,0	177,9	192,5	190,0	181,0	186,0	187,4
B	nie - no	0	1	2	3	249,5	211,0	226,0	207,0	181,0	206,3	191,0	201,0	191,0	208,0	197,8
	tak - yes	199,0	237,0	303,0	259,0	249,5	211,0	226,0	207,0	181,0	206,3	191,0	201,0	191,0	208,0	197,8
	średnio - mean	209,0	166,0	315,0	189,0	219,8	193,0	195,0	137,0	151,0	169,0	173,0	187,0	166,0	157,0	170,8
C	nie - no	0	1	2	3	234,6	202,0	210,5	172,0	166,0	187,6	182,0	194,0	178,5	182,5	184,3
	tak - yes	224,0	280,0	237,0	235,0	244,0	203,0	235,0	208,0	218,0	216,0	222,0	235,0	245,0	254,0	239,0
	średnio - mean	222,0	187,0	216,0	243,0	217,0	201,0	191,0	191,0	197,0	195,0	213,0	209,0	208,0	198,0	207,0
Średnio Mean	nie - no	0	1	2	3	230,5	202,0	213,0	199,5	207,5	205,5	217,5	222,0	226,5	226,0	223,0
	tak - yes	213,0	252,7	277,0	246,0	247,2	206,7	216,7	199,3	187,7	202,6	205,7	211,7	209,0	227,7	213,5
	średnio - Mean	210,7	177,0	275,0	244,0	226,7	194,3	186,3	167,7	164,0	178,1	189,0	192,3	181,7	168,7	182,9
		0	1	2	3	-	200,5	201,5	183,5	175,8	-	197,3	202,0	195,3	198,2	-
						51,5					24,6					r.n.
						r.n.					18,9					9,3
						r.n.					12,3					6,1
						r.n.					r.n.					r.n.
						r.n.					r.n.					12,2
						r.n.					r.n.					r.n.
						r.n.					r.n.					r.n.

A-C - objaśnienia w tabeli 3 - explanations in table 3

NIR_(0,05) dla lat I

LSD_(0,05) for years I

NIR_(0,05) dla sposobu zagospodarowania pola II

LSD_(0,05) for method of field management II

NIR_(0,05) dla koszenia roślin III

LSD_(0,05) for mowing of plants III

NIR_(0,05) dla współdziałania

LSD_(0,05) for interaction

IxII

IxIII

IixIII

IxiIixIII

r.n. - różnica nieistotna - not significant difference

Nie określono wyraźnych zmian zawartości potasu przyswajalnego w glebie lekkiej w zależności od czynników doświadczenia, jak i ich współdziałania (tab. 13). Zauważyć jednak można, że ilość tego pierwiastka w warstwie wierzchniej (0–10 cm) gleby lekkiej kształtowała się na wysokim i średnim poziomie od chwili rozpoczęcia doświadczenia do jego zakończenia i systematycznie wzrastała w latach badań. W pozostałych warstwach wartości były niższe i zasadniczo nie zmieniły się w czasie trwania eksperymentu. Wprowadzenie roślinności okrywowej (składającej się z mieszanki stokłosa bezostnej i komonicy różkowej) na pole poddane krótkotrwałemu zaniechaniu uprawy skutkowało większym wzrostem zawartości tego pierwiastka w glebie w porównaniu z pozostałymi wariantami.

Długość okresu wyłączenia pola zużytkowania rolniczego, sposób jego zagospodarowania, jak i postępowania z roślinnością porastającą pola miały wpływ na zawartość potasu przyswajalnego w badanych warstwach gleby średniej (tab. 14). Zawartość potasu w wyniku zaniechania użytkowania rolniczego gruntów ornych zazwyczaj rosła w warstwach 0–10 cm i 20–30 cm. Istotnie najwyższą zawartość potasu (276 mg·kg⁻¹ gleby) stwierdzono w warstwie 0–10 cm w drugim roku badań. Natomiast w warstwie 10–20 cm zawartość przyswajalnych form potasu w glebie zazwyczaj zmniejszała się w miarę upływu czasu bez uprawy aż do osiągnięcia w trzecim roku najniższej zawartości (175,8 mg·kg⁻¹ gleby).

Zaproponowane sposoby zagospodarowania pól w odmienny sposób wpłynęły na zasobność w potas gleby średniej w zależności od warstwy, w jakiej był on oznaczany. Dla warstwy 0–10 cm największą, chociaż niepotwierdzoną statystycznie zawartość potasu w glebie wykazano dla stanowiska z herbicydem. W pozostałych warstwach istotnie najwyższą zasobność w ten składnik uzyskano dla gleby pobranej z pola samozarastającego. W warunkach braku koszenia roślinności porastającej pola uzyskano w badanej glebie wyższą zawartość tego pierwiastka w każdej z analizowanych warstw, w odniesieniu do obiektów, na których ograniczano rozwój roślin koszeniem. Różnice wynosiły odpowiednio 9,0, 13,8 i 16,7%. Dla dwóch ostatnich warstw gleby były one potwierdzone statystycznie.

4.2. Wpływ różnych sposobów konserwacji gruntów czasowo nieuprawianych na właściwości fizyczne gleby

Gęstość objętościowa gleby lekkiej istotnie zmieniała się pod wpływem czasu zaniechania uprawy pól, ich sposobów zagospodarowania, jak i współdziałania tych czynników dla badanych warstw. Gęstość wzrastała w pierwszych dwóch latach wyłączenia pól z użytkowania rolniczego, osiągając w drugim roku istotnie najwyższe wartości w odniesieniu do stanu początkowego oraz w pierwszym i w trzecim roku badań odpowiednio o 4,1, 3,4 i 2,7% w warstwie 5–10 cm i o 4,1, 1,3 i 3,4% w warstwie 15–20 cm (tab. 15). Po zagospodarowaniu pola specjalnie wysiewaną mieszanką stokłosa bezostnej z komonicą różkową gęstość objętościowa gleby lekkiej w badanych warstwach była wyższa w porównaniu z pozostałymi obiektami odpowiednio w kolejności dla obiektów i warstw o 3,4 i 4,1 oraz 6,9 i 5,45%. Na poletkach, na których porastającą roślinność koszone i po rozdrobnieniu pozostawiano na polu, gleba odznaczała się nieznacznie wyższą gęstością objętościową niż przy braku tego zabiegu, ale istotne oddziaływanie stwierdzono jedynie w powierzchniowej warstwie gleby, a różnica wynosiła 2,0%.

Wykazano istotny wpływ oddziaływania długości okresu, w jakim pole pozostawało bez uprawy oraz sposobu jego zagospodarowania na gęstość objętościową gleby lekkiej, co obra-

zują przedstawione na rysunku 1 i 2 linie trendu. Pola, na których zapobiegano niekorzystnym zmianom zachodzącym na skutek zaniechania uprawy poprzez stosowanie herbicydu, gęstość zazwyczaj wzrastała wraz z upływem czasu. Natomiast na polach zagospodarowanych poprzez wysianie roślin wieloletnich jej wartość obniżała się. Na stanowisku, w którym wytworzyła się samoistnie okrywa roślinna, na obiektach niekoszonych w warstwie 5–10 cm gęstość malała, a w warstwie 15–20 cm wzrastała. Na obiektach koszonych stwierdzone zależności kształtowały się odwrotnie.

Tabela 15. Gęstość objętościowa gleby lekkiej [$Mg \cdot m^{-3}$]

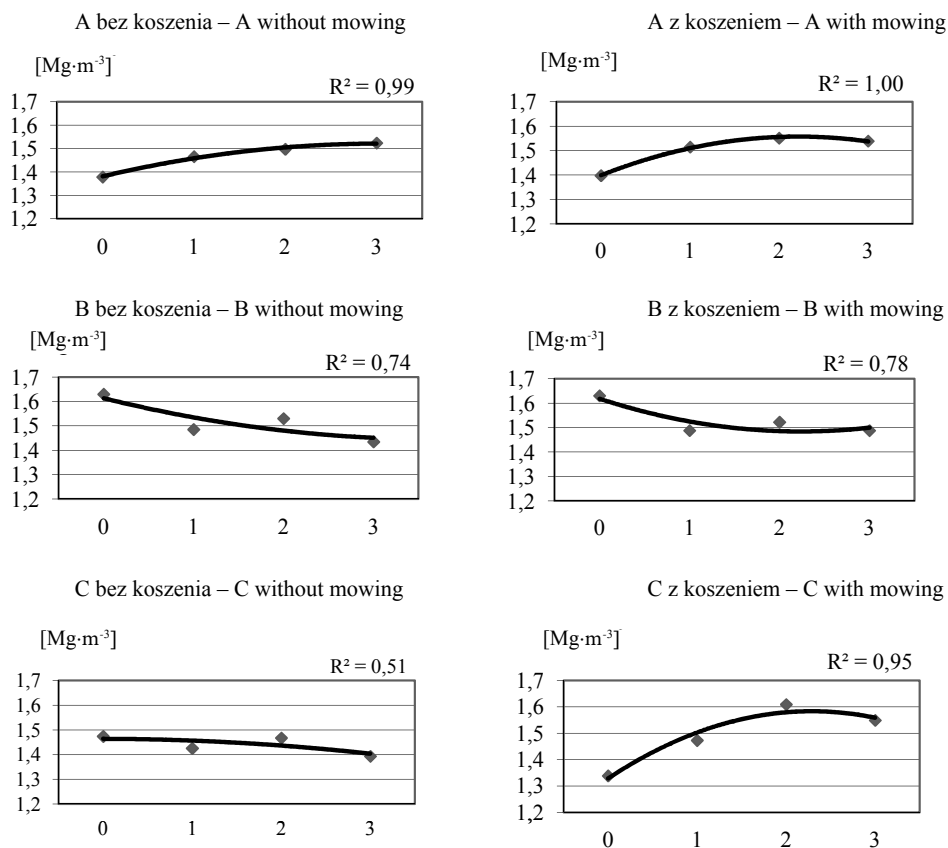
Table 15. Bulk density of light soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management II	Koszenie roślin Mowing of plants III	Warstwa [cm] Layer									
		5–10					15–20				
		okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I				średnio mean	okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I				średnio mean
		0	1	2	3		0	1	2	3	
A	nie – no	1,38	1,47	1,50	1,52	1,47	1,39	1,40	1,46	1,45	1,43
	tak – yes	1,40	1,52	1,55	1,54	1,50	1,35	1,53	1,56	1,48	1,48
	średnio mean	1,39	1,49	1,52	1,53	1,48	1,37	1,47	1,51	1,47	1,45
B	nie – no	1,63	1,48	1,53	1,43	1,52	1,61	1,57	1,57	1,47	1,55
	tak – yes	1,63	1,49	1,52	1,49	1,53	1,63	1,50	1,56	1,46	1,54
	średnio mean	1,63	1,49	1,53	1,46	1,53	1,62	1,53	1,56	1,47	1,55
C	nie – no	1,47	1,43	1,47	1,39	1,44	1,47	1,48	1,46	1,51	1,48
	tak – yes	1,34	1,47	1,61	1,55	1,49	1,33	1,54	1,54	1,48	1,47
	średnio mean	1,41	1,45	1,54	1,47	1,47	1,40	1,51	1,50	1,49	1,47
Średnio Mean	nie – no	1,49	1,46	1,50	1,45	1,48	1,49	1,48	1,49	1,48	1,49
	tak – yes	1,46	1,49	1,56	1,53	1,51	1,44	1,52	1,55	1,47	1,50
Średnio – Mean		1,47	1,48	1,53	1,49	–	1,46	1,50	1,52	1,48	–

A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

NIR _(0,05) dla lat I		0,04	0,03
LSD _(0,05) for years I			
NIR _(0,05) dla sposobu zagospodarowania pola II		0,03	0,03
LSD _(0,05) for method of field management II			
NIR _(0,05) dla koszenia roślin III		0,02	r.n.
LSD _(0,05) for mowing of plants III			
NIR _(0,05) dla współdziałania IxII		0,05	0,05
LSD _(0,05) for interaction IxIII		0,05	0,05
	IIxIII	r.n.	r.n.
	IxIIxIII	0,09	0,09

r.n. – różnica nieistotna – not significant difference



A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

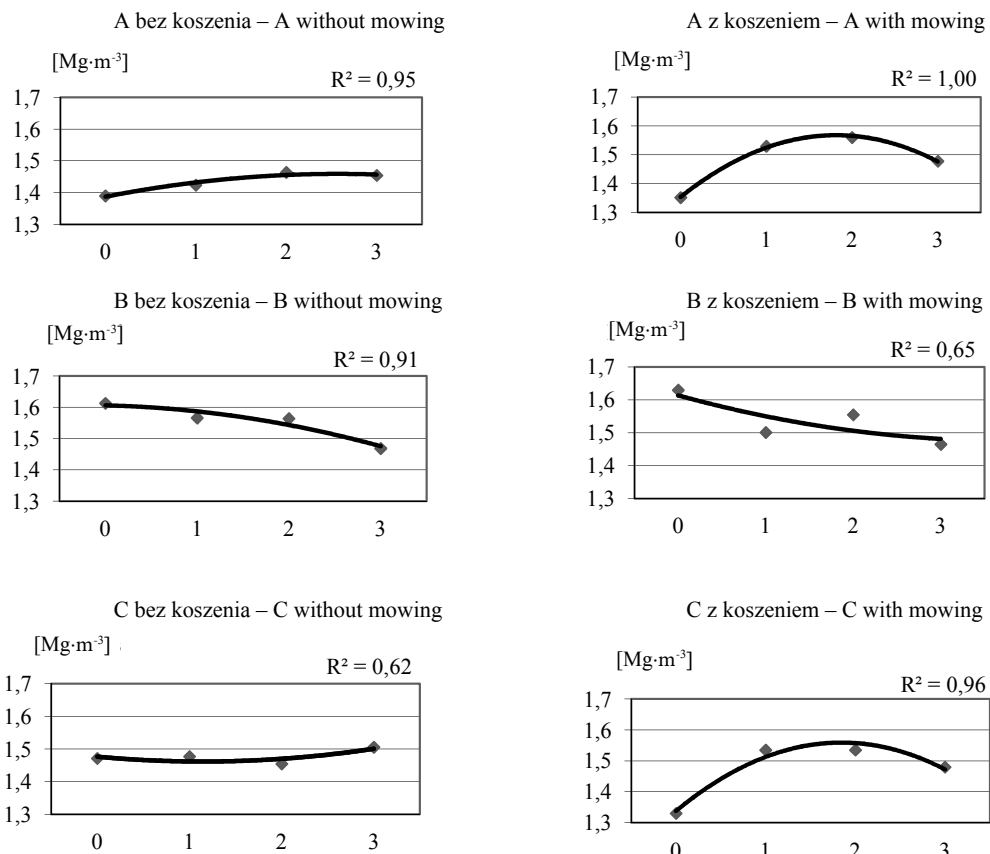
0–3 – okres wyłączenia pola z użytkowania – 0–3 – duration of field exclusion

Rys. 1. Gęstość objętościowa gleby lekkiej w warstwie 5–10 cm w okresie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego

Fig. 1. Bulk density of light soil in layer 5–10 cm during field lying fallowed

Gęstość objętościowej gleby średniej (tab. 16) istotnie zmniejszyła się w czasie krótkotrwałego zaniechania uprawy pól – z wartości $1,66 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ w chwili jego rozpoczęcia do wartości $1,61 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ po zakończeniu dla warstwy powierzchniowej (5–10 cm). Różnice dla głębszej z badanych warstw były zbliżone.

Współdziałanie czynników doświadczenia przez lata badań istotnie różnicowało gęstość objętościową omawianej gleby. Najmniejszą jej wartość w warstwie 5–10 cm ($1,54 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$) uzyskano w stanowisku z wysiewanymi roślinami okrywowymi bez koszenia, w trzecim roku badań, a największą na polu samozarastającym koszonym, w tym samym roku badań ($1,69 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$). W warstwie 15–20 cm skrajne wartości analizowanej cechy stwierdzono na obiekcie z podsiewaną okrywą. Najniższą gęstością ($1,52 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$) odznaczała się gleba na polu koszonym, a najwyższą ($1,70 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$) na polu niekoszonym w pierwszym roku badań.



A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3
 0-3 – objaśnienia na rys. 1 – 0-3 – explanations see fig. 1

Rys. 2. Gęstość objętościowa gleby lekkiej w warstwie 15–20 cm w okresie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego

Fig. 2. Bulk density of light soil in layer 15–20 cm during field lying fallowed

Wpływ współdziałania czynników doświadczenia oraz czasu, jaki upłynął od zaniechania uprawy pola na gęstość objętościową gleby średniej, ukazują przedstawione linie trendu i współczynniki determinacji. Dla pola zagospodarowanego z użyciem herbicydu i poprzez podsiewanie roślinami okrywowymi bez koszenia w warstwie 5–10 cm, po początkowym wzroście, wykazują tendencję spadkową (rys. 3). Natomiast dla stanowisk tak samo zagospodarowanych, ale koszonych, linie trendu pokazują stałą tendencję spadkową, zaś dla pola samozarastającego, niezależnie od sposobu pielęgnacji, powolny wzrost. W warstwie 15–20 cm gęstość objętościowa gleby, z wyjątkiem pola samozarastającego bez koszenia, wykazywała tendencje do obniżania wartości (rys. 4).

Porowatość ogólna gleby lekkiej w chwili zakładania doświadczenia była zróżnicowana poprzez uprawę pola pod zasiew wieloletnich roślin motylkowych z trawami (tab. 17). Wykazano istotnie niższą wartość porowatości ogólnej w stanowisku z tymi roślinami w przypadku obu badanych warstw gleby. W pierwszych dwóch latach na zaniechanie uprawy porowatość

ogólna gleby lekkiej zazwyczaj reagowała obniżeniem wartości w obu badanych warstwach, a analiza danych potwierdziła tę zależność dla warstwy 15–20 cm. W trzecim roku porowatość ogólna wzrosła, jednak była ona niższa niż przed wyłączeniem pola z użytkowania rolniczego. Porowatość ogólna gleby na obiekcie z herbicydem oraz samozarastającym charakteryzowała się podobnymi wartościami w warstwach i była istotnie wyższa w porównaniu ze stanowiskiem z roślinnością okrywową (średnio o 4,6% w warstwie 5–10 cm i o 9,2% w warstwie 15–20 cm). Na obiektach koszonych stwierdzono zmniejszanie porowatości ogólnej w porównaniu z nieskoszonymi, a istotne różnice uzyskano w warstwie 5–10 cm i wynosiły one ok. 3,4%.

Tabela 16. Gęstość objętościowa gleby średniej [Mg·m⁻³]

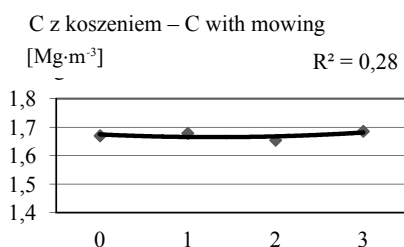
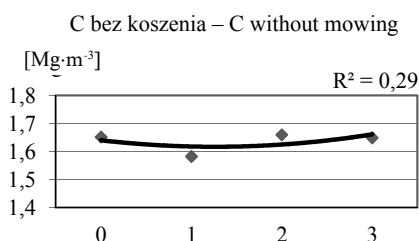
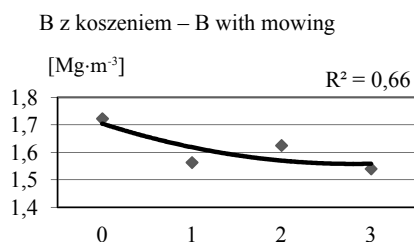
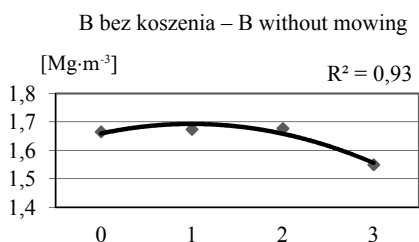
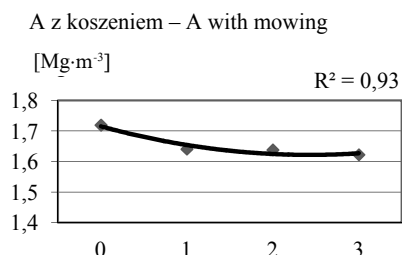
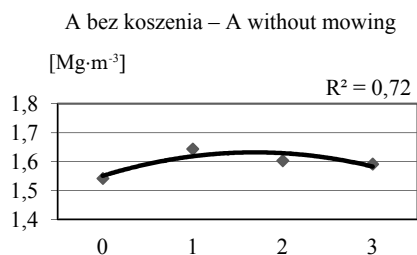
Table 16. Bulk density of medium soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management II	Koszenie roślin Mowing of plants III	Warstwa [cm] Layer									
		5–10					15–20				
		okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I				średnio mean	okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I				średnio mean
		0	1	2	3		0	1	2	3	
A	nie – no	1,54	1,64	1,60	1,59	1,60	1,67	1,61	1,62	1,56	1,61
	tak – yes	1,72	1,64	1,64	1,62	1,66	1,75	1,65	1,56	1,56	1,63
	średnio mean	1,63	1,64	1,62	1,61	1,63	1,71	1,63	1,59	1,56	1,62
B	nie – no	1,67	1,67	1,68	1,55	1,64	1,65	1,70	1,59	1,62	1,64
	tak – yes	1,72	1,56	1,63	1,54	1,61	1,72	1,52	1,66	1,56	1,61
	średnio mean	1,69	1,62	1,65	1,55	1,63	1,68	1,61	1,62	1,59	1,63
C	nie – no	1,65	1,58	1,66	1,65	1,64	1,58	1,63	1,57	1,65	1,61
	tak – yes	1,67	1,68	1,65	1,69	1,67	1,67	1,66	1,63	1,64	1,65
	średnio mean	1,66	1,63	1,66	1,67	1,65	1,62	1,65	1,60	1,64	1,63
Średnio Mean	nie – no	1,62	1,63	1,65	1,60	1,62	1,63	1,65	1,59	1,61	1,62
	tak – yes	1,70	1,63	1,64	1,62	1,65	1,71	1,61	1,62	1,59	1,63
Średnio – Mean		1,66	1,63	1,64	1,61	–	1,67	1,63	1,60	1,60	–

A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

NIR _(0,05) dla lat I		0,03	0,06
LSD _(0,05) for years I			
NIR _(0,05) dla sposobu zagospodarowania pola II		r.n.	r.n.
LSD _(0,05) for method of field management II			
NIR _(0,05) dla koszenia roślin III		r.n.	r.n.
LSD _(0,05) for mowing of plants III			
NIR _(0,05) dla współdziałania IxII		0,07	0,08
LSD _(0,05) for interaction IxIII		0,05	0,06
	IIxIII	0,04	r.n.
	IxIIxIII	0,08	0,10

r.n. – różnica nieistotna – not significant difference



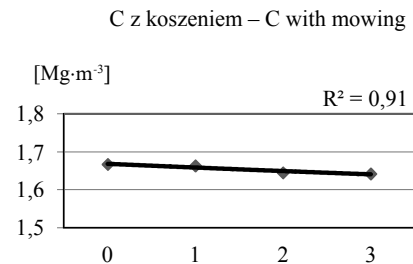
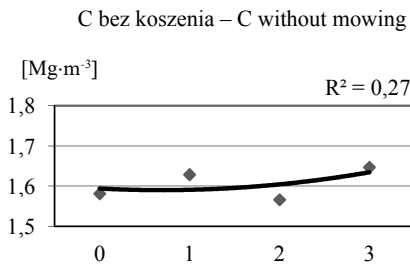
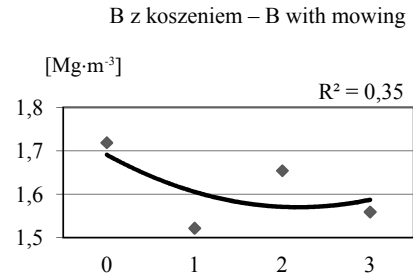
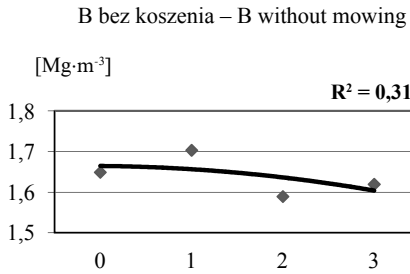
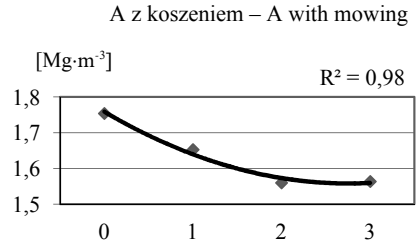
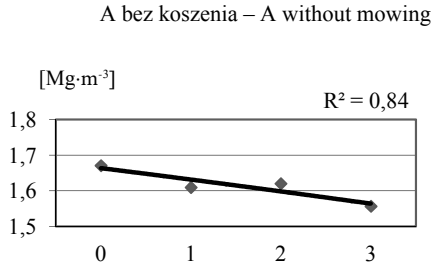
A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3
 0-3 – objaśnienia na rys. 1 – 0-3 – explanations see fig. 1

Rys. 3. Gęstość objętościowa gleby średniej w warstwie 5–10 cm w okresie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego

Fig. 3. Bulk density of medium soil in layer 5–10 cm during field lying fallowed

Wykazano istotny wpływ długości czasu zaniechania użytkowania pola i czynników doświadczenia na porowatość ogólną gleby lekkiej. Trzyletni okres wyłączenia pól z użytkowania rolniczego, dla obiektu z celowo wysianą okrywą, skutkowało znaczącym wzrostem badanej cechy w porównaniu ze stanem wyjściowym – o 21% w warstwie 5–10 cm i o 16,5% w warstwie 15–20 cm. Na polach, na których użyto herbicydu nieselektywnego oraz samozarastających, wykazano zależność odwrotną. Zastosowanie bądź brak zabiegu koszenia roślinności porastającej pola różnicowało daną cechę w latach dla obydwu warstw gleby. Istotnie najniższą porowatością ogólną charakteryzowała się gleba z pola koszonego w drugim roku wyłączenia.

Współdziałanie czasu, w jakim pole pozostawało bez uprawy oraz czynników doświadczenia różnicowało porowatość ogólną omawianej gleby, co obrazują pokazane linie trendu. W warstwie 5–10 zastosowanie herbicydu powodowało systematyczne obniżenie wartości analizowanej cechy w czasie badań, niezależnie od zabiegu koszenia (rys. 5). Po wytworzeniu trwałej okrywy, specjalnie wysiewanej bądź utworzonej w procesie samozarastania pola, porowatość ogólna gleby wykazywała zazwyczaj tendencję wzrostową, z wyjątkiem obiektu C koszonego,



A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3
 0-3 – objaśnienia na rys. 1 – 0-3 – explanations see fig. 1

Rys. 4. Gęstość objętościowa gleby średniej w warstwie 15–20 cm w okresie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego

Fig. 4. Bulk density of medium soil in layer 15–20 cm during field lying fallowed

na którym w pierwszych dwóch latach porowatość ogólna obniżała się, a w trzecim roku wartość tej cechy wzrosła. Dla drugiej z badanych warstw gleby tendencje zmian dla danego parametru były zbliżone do wcześniej omówionej warstwy z wyjątkiem pola z herbicydem koszonego (rys. 6).

W miarę upływu czasu od wyłączenia pól z użytkowania rolniczego w warunkach gleby średniej – obserwowano stopniowy wzrost wartości porowatości ogólnej (tab. 18). W trzecim roku, w porównaniu ze stanem w chwili rozpoczęcia badań, różnica ta wynosiła 8,8% w warstwie 5–10 cm i 10,2% w warstwie 15–20 cm.

Gleba z pola samoistnie zarastającego roślinnością cechowała się mniejszą porowatością w porównaniu z poletkami, na których stosowano herbicyd Roundup 360 SL lub wysiewano roślinność okrywową. W warstwie 5–10 cm różnica była istotna i wynosiła 3,3%. Wykonywanie bądź brak zabiegu koszenia roślinności porastającej pola wyłączone z uprawy nie miało wpływu na wartość porowatości ogólnej gleby średniej.

Tabela 17. Porowatość ogólna gleby lekkiej [$\text{cm}^3 \cdot 100 \text{ cm}^{-3}$]

Table 17. Total porosity of light soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management II	Koszenie roślin Mowing of plants III	Warstwa [cm] Layer									
		5–10					15–20				
		okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I				średnio mean	okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I				średnio mean
		0	1	2	3		0	1	2	3	
A	nie – no	45,1	42,7	40,5	39,1	41,9	44,4	43,0	41,9	41,0	42,6
	tak – yes	44,3	40,5	39,0	38,7	40,6	45,5	39,1	38,0	41,8	41,1
	średnio mean	44,7	41,6	39,8	38,9	41,2	44,9	41,0	39,9	41,4	41,8
B	nie – no	35,1	40,9	39,1	44,6	39,9	35,4	37,6	37,7	40,8	37,9
	tak – yes	35,5	40,8	39,4	40,8	39,1	35,1	39,8	37,2	41,2	38,3
	średnio mean	35,3	40,8	39,2	42,7	39,5	35,2	38,7	37,4	41,0	38,1
C	nie – no	41,0	43,2	41,6	44,1	42,5	44,1	39,8	42,1	40,0	41,5
	tak – yes	45,2	41,3	36,1	38,4	40,3	46,8	38,9	38,9	40,8	41,3
	średnio mean	43,1	42,3	38,8	41,2	41,4	45,5	39,3	40,5	40,4	41,4
Średnio Mean	nie – no	40,4	42,3	40,4	42,6	41,4	41,3	40,1	40,6	40,6	40,6
	tak – yes	41,7	40,9	38,2	39,3	40,0	42,5	39,2	38,0	41,2	40,2
Średnio – Mean		41,0	41,6	39,3	40,9	–	41,9	39,7	39,3	40,9	–

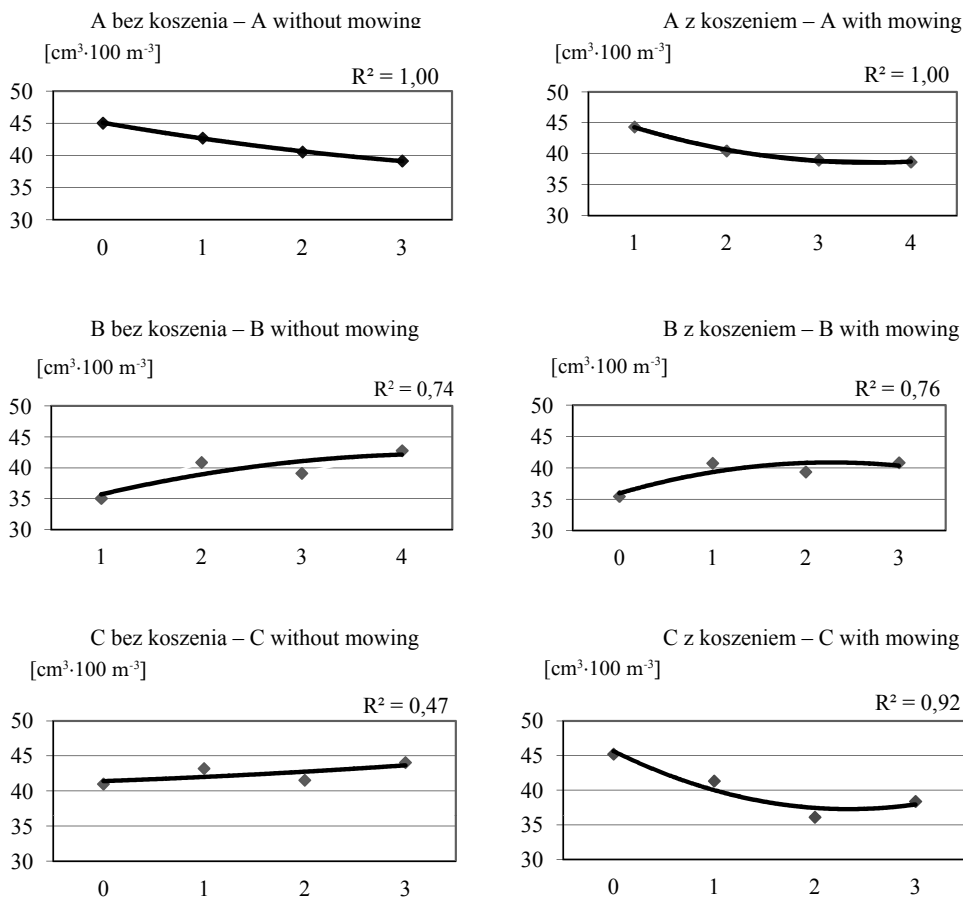
A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

NIR _(0,05) dla lat I		r.n.	1,83
LSD _(0,05) for years I			
NIR _(0,05) dla sposobu zagospodarowania pola II		1,26	1,23
LSD _(0,05) for method of field management II			
NIR _(0,05) dla koszenia roślin III		0,98	r.n.
LSD _(0,05) for mowing of plants III			
NIR _(0,05) dla współdziałania	IxII	2,52	2,46
LSD _(0,05) for interaction	IxIII	1,96	1,38
	IIxIII	r.n.	r.n.
	IxIIxIII	r.n.	2,29

r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

Współdziałanie czynników doświadczenia i czasu zaniechania uprawy pól na glebie średniej istotnie różnicowało analizowaną cechę w badanych warstwach. Gleba na obiekcie z herbicydem i samozarastającym w miarę jego starzenia się wykazywała wyższe wartości tej cechy dla analizowanych warstw. Najwyższą wartość ($37,8 \text{ cm}^3 \cdot 100 \text{ cm}^{-3}$) w warstwie 5–10 cm uzyskano w trzecim roku na obiekcie z wysiewaną roślinnością okrywową. Różnica wynosiła 16,7% w odniesieniu do wartości najniższej uzyskanej w drugim roku zagospodarowania pola tym sposobem. Natomiast w warstwie 15–20 cm najwyższą porowatością ogólną charakteryzowała się gleba z pola, na którym przez trzy lata stosowano herbicyd. Zabieg koszenia w czasie badań także istotnie oddziaływał na dany parametr. W warstwie 5–10 cm wyższą wartość tej

cechy stwierdzono po trzech latach badań na obiektach niekoszonych w porównaniu ze stanem w dwóch pierwszych latach. W warstwie 15–20 cm w drugim roku doświadczenia gleba na poletkach niekoszonych cechowała się wyższą porowatością w porównaniu do pierwszego roku.



A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

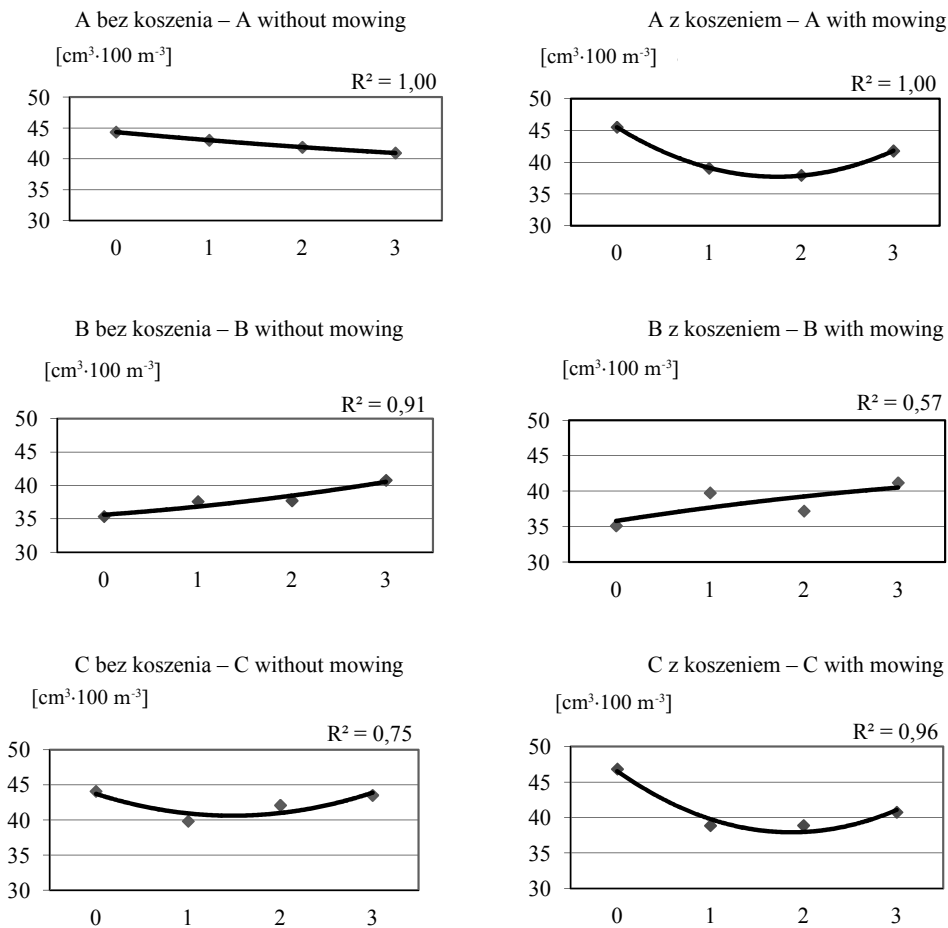
0–3 – objaśnienia na rys. 1 – 0–3 – explanations see fig. 1

Rys. 5. Porowatość ogólna gleby lekkiej w warstwie 5–10 cm w okresie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego

Fig. 5. Total porosity of light soil in layer 5–10 cm during field lying fallowed

Linie trendu obrazujące wpływ badanych czynników na porowatość ogólną gleby średniej w warstwie 5–10 cm wykazały, iż jest on uzależniony od zastosowanych sposobów zagospodarowania i pielęgnacji pola (rys. 7). Na obiekcie z herbicydem i z wysiewaną roślinnością okrywową bez koszenia w pierwszym roku trwania eksperymentu jej wartość się obniżyła, a w kolejnych latach rosła. Koszenie roślinności na tych obiektach powodowało zazwyczaj

stały wzrost tej cechy. Na polu poddanemu procesowi samozarastania porowatość gleby z czasem się obniżała. Porowatość ogólna gleby średniej w warstwie 15–20 cm w stanowisku z herbicydem, zarówno niekoszonym, jak i koszonym, wykazywała stałą tendencję do zwiększania wartości (rys. 8).



A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3
 0–3 – objaśnienia na rys. 1 – 0–3 – explanations see fig. 1

Rys. 6. Porowatość ogólna gleby lekkiej w warstwie 15–20 cm w okresie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego

Fig. 6. Total porosity of light soil in layer 15–20 cm during field lying fallowed

Tabela 18. Porowatość ogólna gleby średniej [$\text{cm}^3 \cdot 100 \text{ cm}^{-3}$]

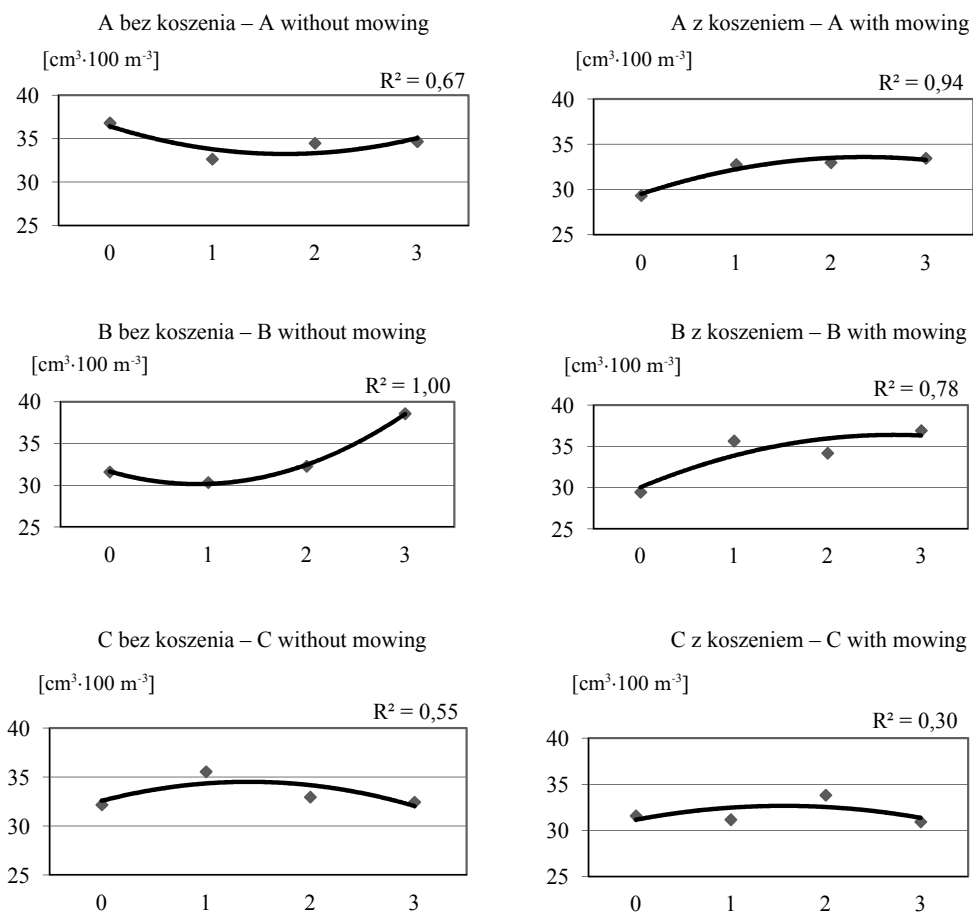
Table 18. Total porosity of medium soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management II	Koszenie roślin Mowing of plants III	Warstwa [cm] Layer									
		5-10					15-20				
		okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I				średnio mean	okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I				średnio mean
		0	1	2	3		0	1	2	3	
A	nie – no	36,8	32,6	34,5	34,7	34,6	31,4	34,0	34,4	36,3	34,0
	tak – yes	29,3	32,8	32,8	33,5	32,1	28,0	32,4	37,7	36,6	33,7
	średnio mean	33,1	32,7	33,6	34,1	33,4	29,7	33,2	36,0	36,4	33,8
B	nie – no	31,2	30,4	31,3	38,6	32,8	32,5	31,3	34,9	33,6	33,1
	tak – yes	29,5	35,7	33,5	36,9	33,9	29,7	38,8	32,8	36,2	34,4
	średnio mean	30,3	33,0	32,4	37,8	33,4	31,1	35,0	33,8	34,9	33,7
C	nie – no	31,9	35,6	32,0	32,5	33,0	35,1	33,1	36,0	32,5	34,2
	tak – yes	31,6	31,2	32,6	30,9	31,6	32,0	32,5	32,0	32,4	32,2
	średnio mean	31,8	33,4	32,3	31,7	32,3	33,5	32,8	34,0	32,4	33,2
Średnio Mean	nie – no	33,3	32,8	32,6	35,2	33,5	33,0	32,8	35,1	34,1	33,7
	tak – yes	30,1	33,2	33,0	33,8	32,5	29,9	34,6	34,2	35,1	33,4
Średnio – Mean		31,7	33,0	32,8	34,5	–	31,4	33,7	34,6	34,6	–

A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

NIR _(0,05) dla lat I		1,59	2,51
LSD _(0,05) for years I			
NIR _(0,05) dla sposobu zagospodarowania pola II		1,11	r.n.
LSD _(0,05) for method of field management II			
NIR _(0,05) dla koszenia roślin III		r.n.	r.n.
LSD _(0,05) for mowing of plants III			
NIR _(0,05) dla współdziałania	IxII	2,23	2,91
LSD _(0,05) for interaction	IxIII	1,99	1,96
	IIXIII	1,64	1,70
	IxIIXIII	3,44	3,39

r.n. – różnica nieistotna – not significant difference



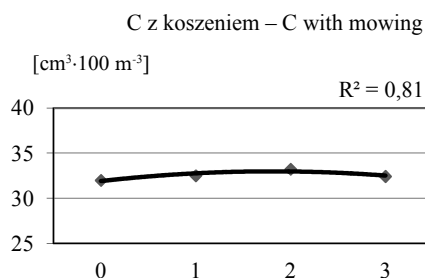
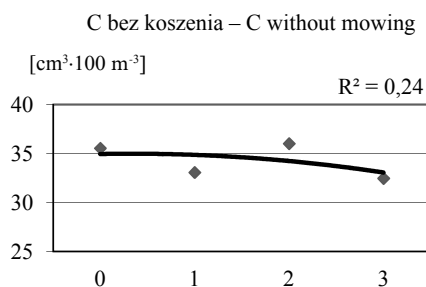
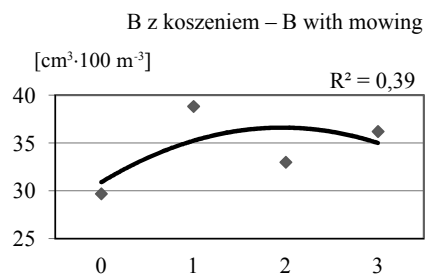
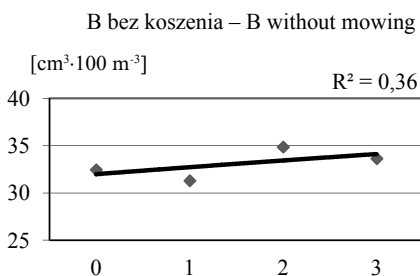
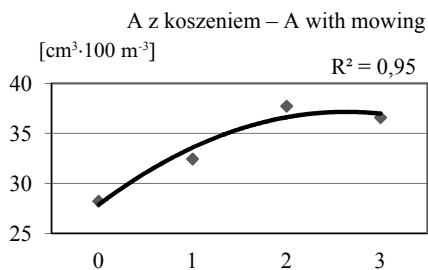
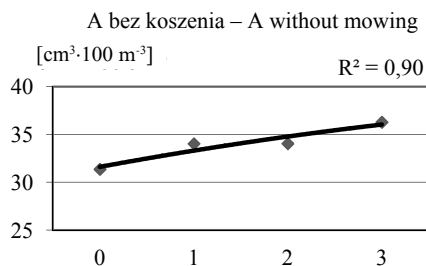
A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3
 0–3 – objaśnienia na rys. 1 – 0–3 – explanations see fig. 1

Rys. 7. Porowatość ogólna gleby średniej w warstwie 5–10 cm w okresie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego

Fig. 7. Total porosity of medium soil in layer 5–10 cm during field lying fallowed

Porowatość kapilarna gleby lekkiej w warstwie 5–10 cm, w pierwszych dwóch latach wyłączenia pola z użytkowania rolniczego rosła, osiągając w drugim roku istotnie wyższą wartość w porównaniu ze stanem przed rozpoczęciem badań (tab. 19). W trzecim roku obniżyła się, osiągając wartość tylko nieznacznie wyższą niż przed eksperymentem. W analizowanej warstwie gleby cecha wykazywała istotnie niższą wartość na polu pielęgnowanym z użyciem herbicydu w odniesieniu do obiektu z roślinnością okrywową i samozarastającego. Sposób pielęgnowania pola czasowo wyłączonego z rolniczego użytkowania nie miał istotnego wpływu na porowatość kapilarną badanej gleby.

Porowatość kapilarna gleby lekkiej w warstwach 5–10 cm oraz 15–20 cm była istotnie zależna od współdziałania długości okresu, w jakim pole pozostawało bez uprawy, jak i sposobów jego zagospodarowania. Zazwyczaj wartość tej cechy wzrastała wraz z upływem czasu



A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

0-3 – objaśnienia na rys. 1 – 0-3 – explanations see fig. 1

Rys. 8. Porowatość ogólna gleby średniej w warstwie 15–20 cm w okresie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego

Fig. 8. Total porosity of medium soil in layer 15–20 cm during field lying fallowed

zaniechania rolniczego wykorzystania pola dla stanowiska z wysiewanymi roślinami okrywowym i osiągnęła najwyższe wartości w trzecim roku. W pozostałych stanowiskach tendencje były odwrotne. Na obiekcie herbicydowym najwyższą wartość porowatości stwierdzono w obu warstwach w drugim roku badań, a na obiekcie samozarastającym w pierwszym.

Najwyższą porowatość kapilarną przy współdziałaniu badanych czynników uzyskano w warstwie 5–10 cm dla stanowiska z herbicydem koszonym w drugim roku odłogowania (38,3 cm³·100 cm⁻³). Była ona wyższa o 23,9% od najniższej stwierdzonej w tych samych warunkach, ale w trzecim roku badań.

Przy współdziałaniu czasu bez uprawy pola, sposobów jego zagospodarowania, jak i postępowania z roślinnością zasiedlającą obiekty obserwowano zmienne tendencje dla zmian porowatości kapilarnej gleby lekkiej w badanych warstwach (rys. 9, 10). Na obiekcie herbicy-

dowym, niezależnie czy koszone roślinność, czy nie, stwierdzono obniżanie wartości tej cechy wraz z wydłużaniem czasu bez uprawy. Celowe stworzenie okrywy na obiekcie B skutkowało zazwyczaj wzrostem porowatości wraz z upływem czasu. Samoistnie tworzone zadarnianie na obiekcie C w pierwszym roku stymulowało wzrost badanej cechy, a następnie jej zmniejszanie niezależnie od sposobu pielęgnacji.

Tabela 19. Porowatość kapilarna gleby lekkiej [cm³·100 cm⁻³]

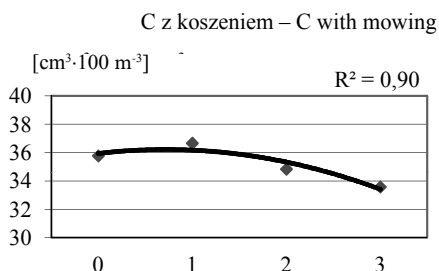
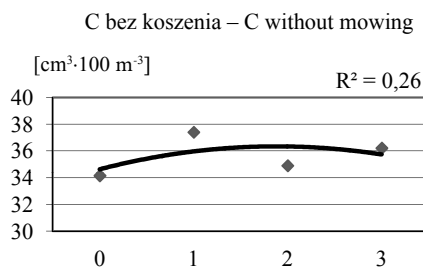
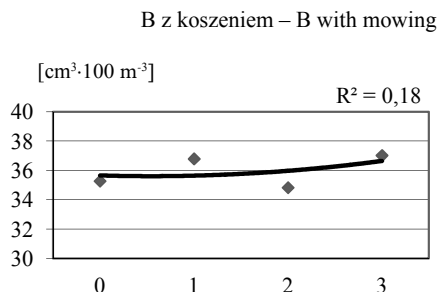
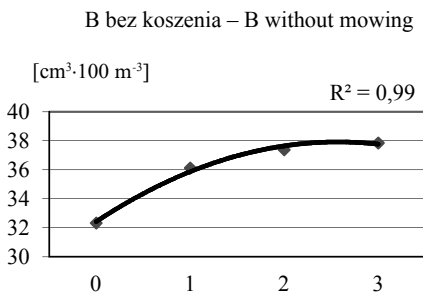
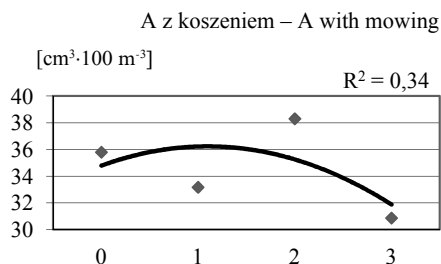
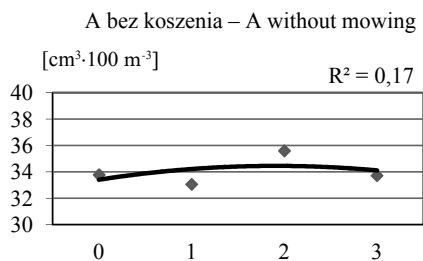
Table 19. Capillary porosity of light soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management II	Koszenie roślin Mowing of plants III	Warstwa [cm] Layer									
		5–10					15–20				
		okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I				średnio mean	okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I				średnio mean
		0	1	2	3		0	1	2	3	
A	nie – no	33,8	33,1	35,6	33,7	34,0	36,2	33,2	36,9	33,8	35,0
	tak – yes	35,8	33,2	38,3	30,9	34,5	35,0	34,3	38,5	33,2	35,2
	średnio mean	34,8	33,1	36,9	32,3	34,3	35,6	33,8	37,7	33,5	35,1
B	nie – no	32,3	36,1	37,4	37,9	35,9	33,9	34,4	33,8	36,3	34,6
	tak – yes	35,3	36,8	34,8	37,0	36,0	35,3	34,8	33,7	38,8	35,6
	średnio mean	33,8	36,5	36,1	37,4	35,9	34,6	34,6	33,5	37,5	35,1
C	nie – no	34,2	37,7	34,9	36,2	35,7	36,6	37,1	32,6	33,9	35,1
	tak – yes	35,8	35,9	34,8	33,6	35,0	36,1	35,5	35,7	33,1	35,1
	średnio mean	35,0	36,8	34,9	34,9	35,4	36,3	36,3	34,1	33,5	35,1
Średnio Mean	nie – no	33,4	35,6	36,0	35,9	35,2	35,5	34,9	34,4	34,7	34,9
	tak – yes	35,6	35,3	36,0	33,8	35,2	35,4	34,9	35,7	35,0	35,3
Średnio – Mean		34,5	35,5	36,0	34,9	–	35,5	34,9	35,1	34,8	–

A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

NIR _(0,05) dla lat I LSD _(0,05) for years I		1,31	r.n.
NIR _(0,05) dla sposobu zagospodarowania pola II LSD _(0,05) for method of field management II		1,00	r.n.
NIR _(0,05) dla koszenia roślin III LSD _(0,05) for mowing of plants III		r.n.	r.n.
NIR _(0,05) dla współdziałania LSD _(0,05) for interaction	IxII	2,00	1,60
	IxIII	1,49	r.n.
	IxIIxIII	r.n.	r.n.
	IxIIxIII	2,78	r.n.

r.n. – różnica nieistotna – not significant difference



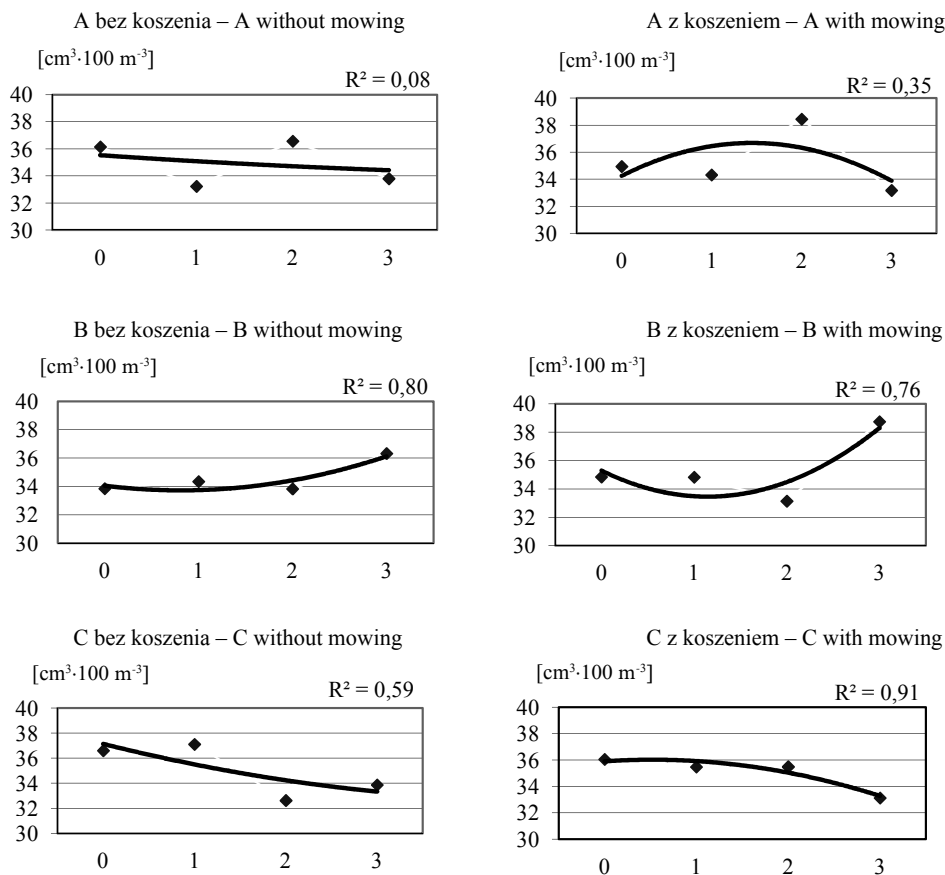
A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3
 0-3 – objaśnienia na rys. 1 – 0-3 – explanations see fig. 1

Rys. 9. Porowatość kapilarna gleby lekkiej w warstwie 5–10 cm w okresie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego

Fig. 9. Capillary porosity of light soil in layer 5–10 cm during field lying fallowed

Zróznicowanie porowatości kapilarnej gleby średniej zależało przede wszystkim od czasu wyłączenia pola z użytkowania rolniczego (tab. 20). Znacznie wyższą porowatość kapilarną wykazano w drugim roku, niezależnie od analizowanej warstwy gleby. Zazwyczaj po trzyletnim zaniechaniu uprawy obserwowano jej niższe wartości w porównaniu ze stanem wyjściowym. Nie stwierdzono istotnego wpływu sposobu zagospodarowania pola, jak i postępowania z wytworzoną okrywą roślinną na badaną cechę. Współdziałanie czasu, jaki upłynął od wyłączenia pola z użytkowania rolniczego z koszeniem roślin okrywających pole, istotnie różnicowało wartość danego parametru. Najwyższą porowatość kapilarną stwierdzono w drugim roku bez uprawy na polu, na którym koszone rośliny, w odniesieniu zarówno do pierwszego i trzeciego roku wyłączenia, jak i do stanu przed zaniechaniem uprawy niezależnie od badanej warstwy. W warunkach kontroli rozwoju spontanicznie pojawiającej się roślinności na polu

poprzez obsiewanie roślinami wieloletnimi, a następnie ich koszenie, porowatość kapilarna gleby w warstwie 5–10 cm cechowała się wyższą wartością niż na stanowiskach nieskoszonych. Odwrotną zależność wykazano na obiekcie z herbicydem oraz na obiekcie samozarastającym.



A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

0–3 – objaśnienia na rys. 1 – 0–3 – explanations see fig. 1

Rys. 10. Porowatość kapilarna gleby lekkiej w warstwie 15–20 cm w okresie wyłączania pola z użytkowania rolniczego

Fig. 10. Capillary porosity of light soil in layer 15–20 cm during field lying fallowed

W trzyletnim okresie badań przy współdziałaniu długości okresu zaniechania uprawy pola, jak i sposobów jego zagospodarowania oraz koszenia lub jego braku porastającej roślinności, wykazano zmienne tendencje zmian porowatości kapilarnej gleby. Parametr ten w warstwie 5–10 cm na koszonej obiekcie z herbicydem i z roślinnością okrywową (wysiewaną bądź samoistnie się tworzącą) wykazywał podobny trend i zależności (rys. 11). W pierwszym i drugim roku trwania eksperymentu jego wartość wzrastała, by obniżyć się w trzecim.

Tabela 20. Porowatość kapilarna gleby średniej [$\text{cm}^3 \cdot 100 \text{ cm}^{-3}$]
 Table 20. Capillary porosity of medium soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management II	Koszenie roślin Mowing of plants III	Warstwa [cm] Layer									
		5–10					15–20				
		okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I				średnio mean	okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I				średnio mean
		0	1	2	3		0	1	2	3	
A	nie – no	34,2	30,7	33,8	29,9	32,1	31,2	32,1	33,7	30,1	31,8
	tak – yes	29,5	31,0	32,8	30,0	30,8	28,4	31,6	34,3	30,7	31,3
	średnio mean	31,8	30,9	33,3	29,9	31,5	29,8	31,9	34,0	30,4	31,5
B	nie – no	31,3	29,8	31,9	27,4	30,1	31,3	30,1	32,5	29,3	30,8
	tak – yes	29,1	33,1	34,1	31,5	32,0	29,9	33,7	32,5	31,4	31,8
	średnio mean	30,2	31,5	33,0	29,5	31,0	30,6	31,9	32,5	30,3	31,3
C	nie – no	32,6	32,9	32,7	30,9	32,3	33,4	31,5	33,4	31,1	32,3
	tak – yes	29,9	30,5	33,6	30,2	31,0	30,9	30,4	33,1	32,5	31,7
	średnio mean	31,2	31,7	33,1	30,6	31,6	32,2	30,9	33,2	31,8	32,0
Średnio Mean	nie – no	32,7	31,1	32,8	29,4	31,5	32,0	31,2	33,2	30,1	31,6
	tak – yes	29,5	31,5	33,5	30,6	31,3	29,7	31,9	33,3	31,5	31,6
Średnio – Mean		31,1	31,3	33,1	30,0	–	30,8	31,5	33,2	30,8	–

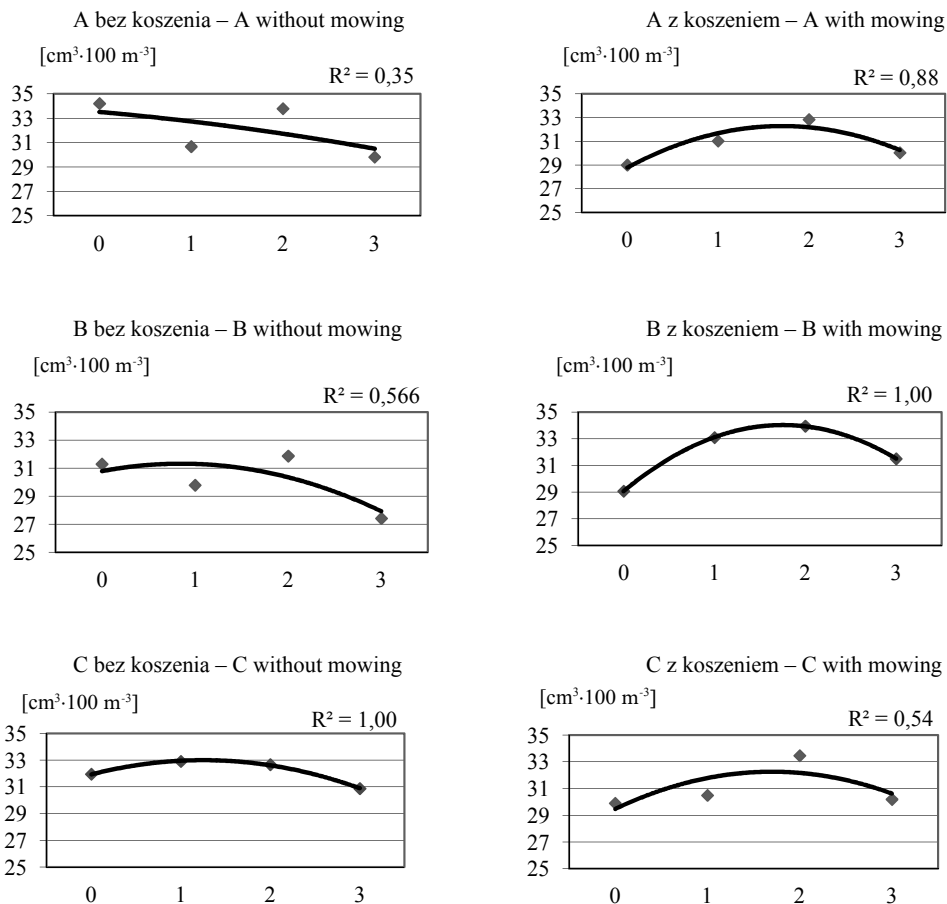
A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

NIR(0,05) dla lat I		1,64	2,40
LSD _(0,05) for years I			
NIR _(0,05) dla sposobu zagospodarowania pola II		r.n.	r.n.
LSD _(0,05) for method of field management II			
NIR _(0,05) dla koszenia roślin III		r.n.	r.n.
LSD _(0,05) for mowing of plants III			
NIR _(0,05) dla współdziałania	IxII	r.n.	r.n.
LSD _(0,05) for interaction	IxIII	1,50	1,39
	IixIII	1,23	r.n.
	IxIixIII	r.n.	r.n.

r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

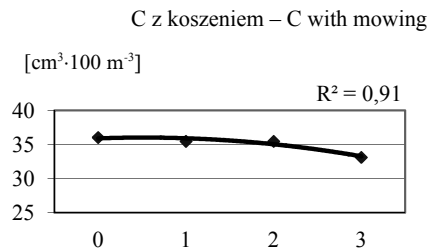
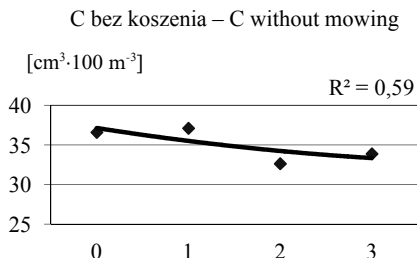
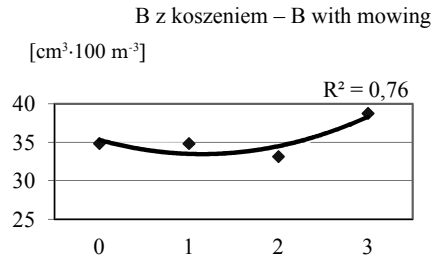
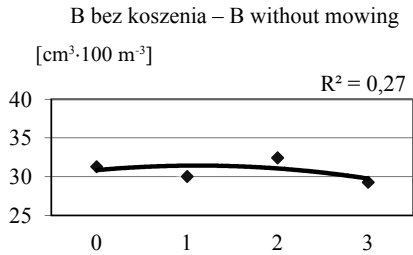
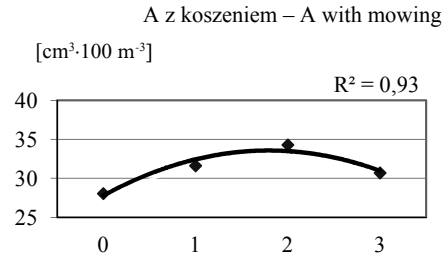
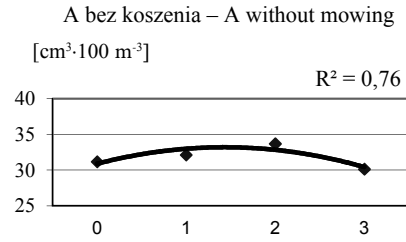
W stanowiskach niekoszonych różnice w wartości tej cechy były niejednoznaczne z wyraźną tendencją do obniżenia w trzecim roku badań. Porowatość kapilarna gleby średniej w warstwie 15–20 cm w stanowisku utrzymywanym z wykorzystaniem herbicydu zarówno niekoszonym, jak i koszonym, wykazywała tendencję do zwiększania wartości w dwóch pierwszych latach trwania eksperymentu, a następnie w trzecim roku wyraźnie parametr ten

obniżył się (rys. 12). Gleba na polu obsianym roślinnością okrywową, którą koszone, wykazywała systematyczny wzrost wartości analizowanej cechy w latach badań, natomiast dla stanowiska samozarastającego parametr ten cechował się odwrotną zależnością.



A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3
 0-3 – objaśnienia na rys. 1 – 0-3 – explanations see fig. 1

Rys. 11. Porowatość kapilarna gleby średniej w warstwie 5-10 cm w okresie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego
 Fig. 11. Capillary porosity of medium soil in layer 5-10 cm during field lying fallowed



A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3
0-3 – objaśnienia na rys. 1 – 0-3 – explanations see fig. 1

Rys. 12. Porowatość kapilarna gleby średniej w warstwie 15–20 cm w okresie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego

Fig. 12. Capillary porosity of medium soil in layer 15–20 cm during field lying fallowed

Wilgotność gleby lekkiej była zróżnicowana przez czas, jaki upłynął od zaniechania rolniczego użytkowania pola w obydwu warstwach gleby, a także przez sposoby zagospodarowania pola wyłączzonego z użytkowania rolniczego w warstwie wierzchniej. W warstwie 15–20 cm wilgotność zależała natomiast od postępowania z roślinami okrywowymi jak i współdziałania badanych czynników (tab. 21). W porównaniu ze stanem przed rozpoczęciem badań wilgotność w każdym roku trwania eksperymentu była niższa w badanych warstwach gleby. Wierzchnia warstwa gleby lekkiej najwyższą wilgotnością cechowała się w stanowisku z herbicydem nieselektywnym. Oznaczona tu wilgotność była istotnie o 7,0% wyższa od wilgotności najniższej, jaką zanotowano na polu obsianym komonicą różkową i stokłosą bezostną i o 5,4% dla pola samozarastającego.

Tabela 21. Wilgotność gleby lekkiej [cm³·100 cm⁻³]

Table 21. Moisture of light soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management II	Koszenie roślin Mowing of plants III	Warstwa [cm] Layer									
		5–10					15–20				
		okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I				średnio mean	okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I				średnio mean
		0	1	2	3		0	1	2	3	
A	nie – no	17,1	11,4	13,5	13,1	13,8	16,2	11,1	11,5	7,4	11,5
	tak – yes	17,3	11,4	13,1	12,6	13,6	16,8	11,9	12,3	7,1	12,0
	średnio mean	17,2	11,4	13,3	12,9	13,7	16,5	11,5	11,9	7,3	11,8
B	nie – no	19,8	9,0	10,7	12,8	13,1	18,9	9,4	7,0	12,6	12,0
	tak – yes	19,6	9,7	8,7	12,5	12,6	19,6	8,6	6,6	8,8	10,9
	średnio mean	19,7	9,4	9,7	12,6	12,8	19,2	9,0	6,8	10,7	11,4
C	nie – no	18,1	10,4	11,3	13,3	13,3	18,9	11,0	7,9	8,4	11,5
	tak – yes	16,8	9,9	11,6	13,0	12,8	16,3	10,0	8,4	9,1	10,9
	średnio mean	17,4	10,2	11,5	13,2	13,0	17,6	10,5	8,2	8,7	11,2
Średnio Mean	nie – no	18,3	10,3	11,8	13,1	13,4	18,0	10,5	8,8	9,5	11,7
	tak – yes	17,9	10,3	11,1	12,7	13,0	17,6	10,1	9,1	8,4	11,3
Średnio – Mean		18,1	10,3	11,5	12,9	–	17,8	10,3	9,0	8,9	–

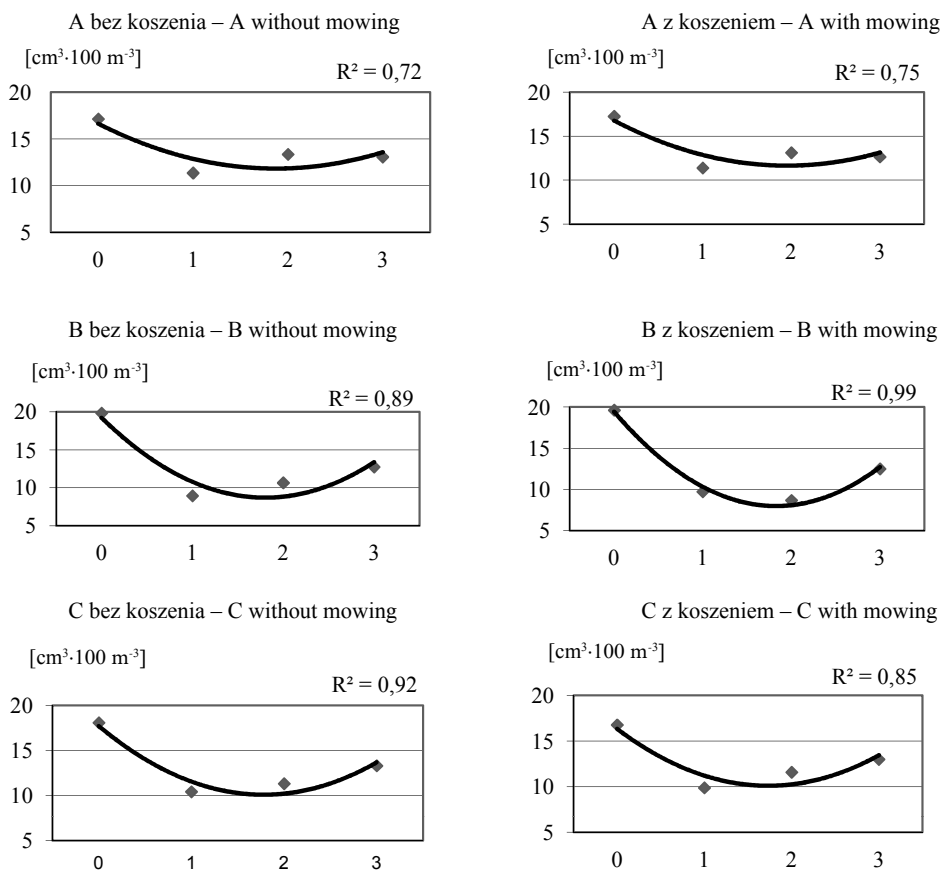
A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

NIR _(0,05) dla lat I		1,14	1,24
LSD _(0,05) for years I			
NIR _(0,05) dla sposobu zagospodarowania pola II		0,64	r.n.
LSD _(0,05) for method of field management II			
NIR _(0,05) dla koszenia roślin III		r.n.	0,34
LSD _(0,05) for mowing of plants III			
NIR _(0,05) dla współdziałania	IxII	1,28	1,90
LSD _(0,05) for interaction	IxIII	r.n.	0,68
	IIxIII	r.n.	0,59
	IxIIxIII	r.n.	1,18

r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

W głębszej z badanych warstw gleby sposób pielęgnowania pola, polegający na koszeniu roślin okrywowych i wykorzystanie ich po rozdrobnieniu jako mulczu, przyczynił się istotnie do zmniejszenia wilgotności gleby w tej warstwie w porównaniu z obiektem, na którym nie prowadzono tego zabiegu, niezależnie od sposobu uzyskania okrywy. Istotnie najniższą wilgotność w czasie prowadzonych badań wykazano dla gleby w warstwie 15–20 cm na polu z celowo wysiewaną okrywą koszoną w drugim roku wyłączenia pola użytkowania rolniczego. Była ona o 46,4% niższa od wartości najwyższej, jaką stwierdzono na obiekcie z herbicydem po koszeniu w tym samym roku.

Kierunki zmian w uwilgotnieniu gleby lekkiej, w zależności od współdziałania czynników doświadczenia dla warstwy 5–10 cm, ukazują linie trendu i współczynnik determinacji przedstawione na rysunku 13. Wilgotność gleby w pierwszych dwóch latach wyłączenia z uprawy zazwyczaj wykazywała wyraźną tendencję spadkową, a w trzecim obserwowano jej wzrost niezależnie od zastosowanych sposobów zagospodarowania i pielęgnowania pola bez uprawy. W warstwie 15–20 cm tendencje do zmian wilgotności gleby dla obiektów z okrywą roślinną, niezależnie od jej pochodzenia, były zbliżone do analizowanych powyżej (rys. 14). Wyjątek stanowi pole utrzymywane z wykorzystaniem herbicydu Roundup 360 SL – tu gdzie obserwowano mniejszą wilgotność przez cały okres badań.

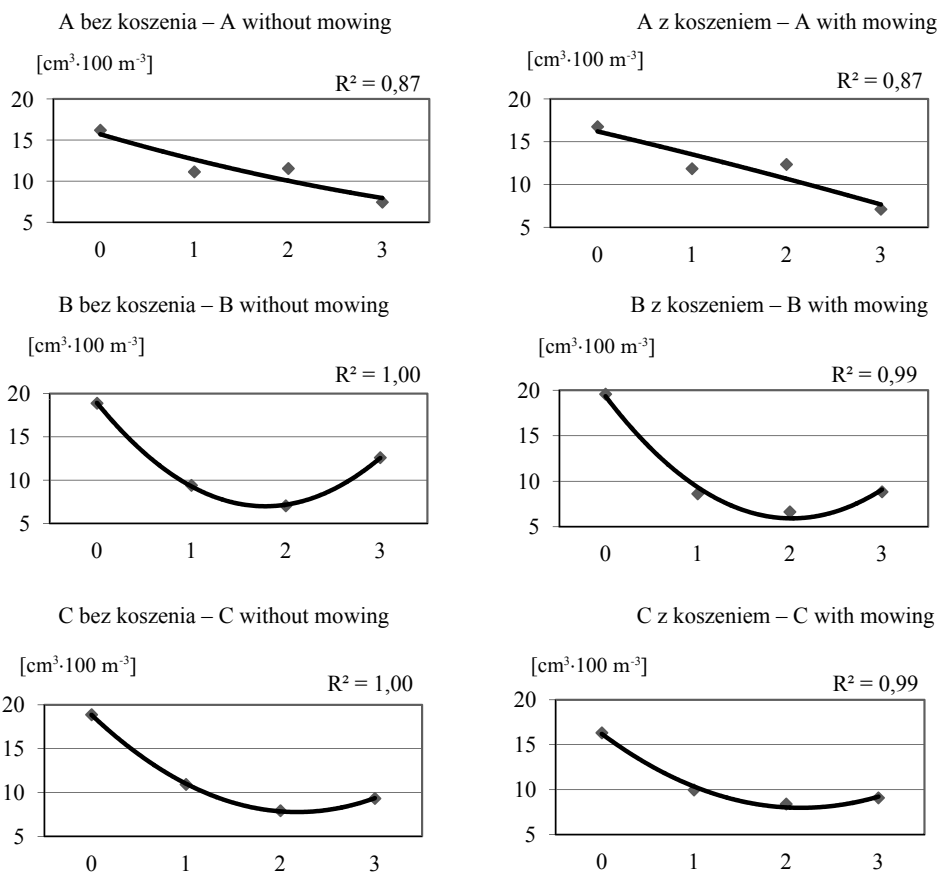


A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

0–3 – objaśnienia na rys. 1 – 0–3 – explanations see fig. 1

Rys. 13. Wilgotność gleby lekkiej w warstwie 5–10 cm w okresie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego

Fig. 13. Moisture of light soil in layer 5–10 cm during field lying fallowed



A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3
 0-3 – objaśnienia na rys. 1 – 0-3 – explanations see fig.1

Rys. 14. Wilgotność gleby lekkiej w warstwie 15–20 cm w okresie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego

Fig. 14. Moisture of light soil in layer 15–20 cm during field lying fallowed

Konsekwencją zmian poziomu uwilgotnienia gleby lekkiej było istotne zróżnicowanie zapasu wody w badanych warstwach (tab. 22), a przedstawione zależności są odzwierciedleniem różnic, jakie wystąpiły dla wilgotności.

Wilgotność gleby średniej w trzyletnim okresie trwania eksperymentu zmniejszyła się w porównaniu ze stanem początkowym (tab. 23). W warstwie 5–10 cm istotne różnice stwierdzono między danymi dla drugiego i trzeciego roku badań (o 12,4%) oraz dla stanu na polu przed zaniechaniem uprawy przez cały okres wyłączenia pola z uprawy (odpowiednio w kolejności dla lat – o 28,9, 24,6 i 34,0%). W warstwie 15–20 cm uwilgotnienie gleby średniej było istotnie mniejsze w każdym roku bez uprawy w porównaniu z danymi przed wyłączeniem o: 34,2% dla pierwszego, 41,3% dla drugiego i 58,0% dla trzeciego. Niższe wartości omawianego parametru uzyskano w stanowisku, na którym wysiano koniczynę czerwoną w mieszance z żywicą trwałą. Obecność tych roślin przyczyniła się istotnie do obniżenia wilgotności w warstwie

5–10 cm o 8,3% w porównaniu z polem z herbicydem i o 9,2% z polem z samoistnie tworzącą się okrywą. W warstwie 15–20 cm zależność tę potwierdzono, odnosząc się do pola utrzymanego z użyciem herbicydu, a różnica wyniosła 7,2%. Koszenie roślinności okrywowej przyczyniło się do istotnego zmniejszenia wilgotności gleby w warstwie 15–20 cm (o 6,1%) oraz do nieznacznego jej zwiększenia w warstwie 5–10 cm. Wilgotność gleby średniej wykazywała wyraźną tendencję spadkową w miarę wydłużania czasu, jaki minął od zaniechania uprawy w zależności od czynników doświadczenia dla badanych warstw (rys. 15, 16).

Tabela 22. Zapas wody w glebie lekkiej [mm]

Table 22. Water reserve of light soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management II	Koszenie roślin Mowing of plants III	Warstwa [cm] Layer									
		5–10					15–20				
		okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I				średnio mean	okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I				średnio mean
		0	1	2	3		0	1	2	3	
A	nie – no	8,55	5,68	6,73	6,58	6,88	8,10	5,55	5,71	3,70	5,77
	tak – yes	8,60	5,73	6,55	6,33	6,80	8,40	5,93	6,16	3,55	6,01
	średnio mean	8,58	5,70	6,64	6,45	6,84	8,25	5,74	5,94	3,63	5,89
B	nie – no	9,90	4,53	5,35	6,38	6,54	8,95	4,73	3,53	6,30	5,88
	tak – yes	9,80	4,85	4,35	6,23	6,31	9,73	4,33	3,33	4,40	5,44
	średnio mean	9,85	4,69	4,85	6,30	6,42	9,34	4,53	3,43	5,35	5,66
C	nie – no	9,05	5,23	5,68	6,65	6,65	9,43	5,45	3,98	4,18	5,76
	tak – yes	8,38	5,08	5,80	6,53	6,44	8,15	4,98	4,20	4,55	5,47
	średnio mean	8,71	5,15	5,74	6,59	6,55	8,79	5,21	4,09	4,36	5,61
Średnio Mean	nie – no	9,17	5,14	5,92	6,53	6,69	8,83	5,24	4,40	4,73	5,80
	tak – yes	8,93	5,22	5,57	6,36	6,52	8,76	5,08	4,56	4,17	5,64
Średnio – Mean		9,05	5,18	5,74	6,45	–	8,79	5,16	4,48	4,45	–

A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

NIR _(0,05) dla lat I		0,56	0,61
LSD _(0,05) for years I			
NIR _(0,05) dla sposobu zagospodarowania pola II		0,32	r.n.
LSD _(0,05) for method of field management II			
NIR _(0,05) dla koszenia roślin III		r.n.	r.n.
LSD _(0,05) for mowing of plants III			
NIR _(0,05) dla współdziałania	IxII	0,64	0,97
LSD _(0,05) for interaction	IxIII	r.n.	0,35
	IIXIII	r.n.	0,31
	IxIIXIII	r.n.	0,61

r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

Tabela 23. Wilgotność gleby średniej [$\text{cm}^3 \cdot 100 \text{ cm}^{-3}$]

Table 23. Moisture of medium soil

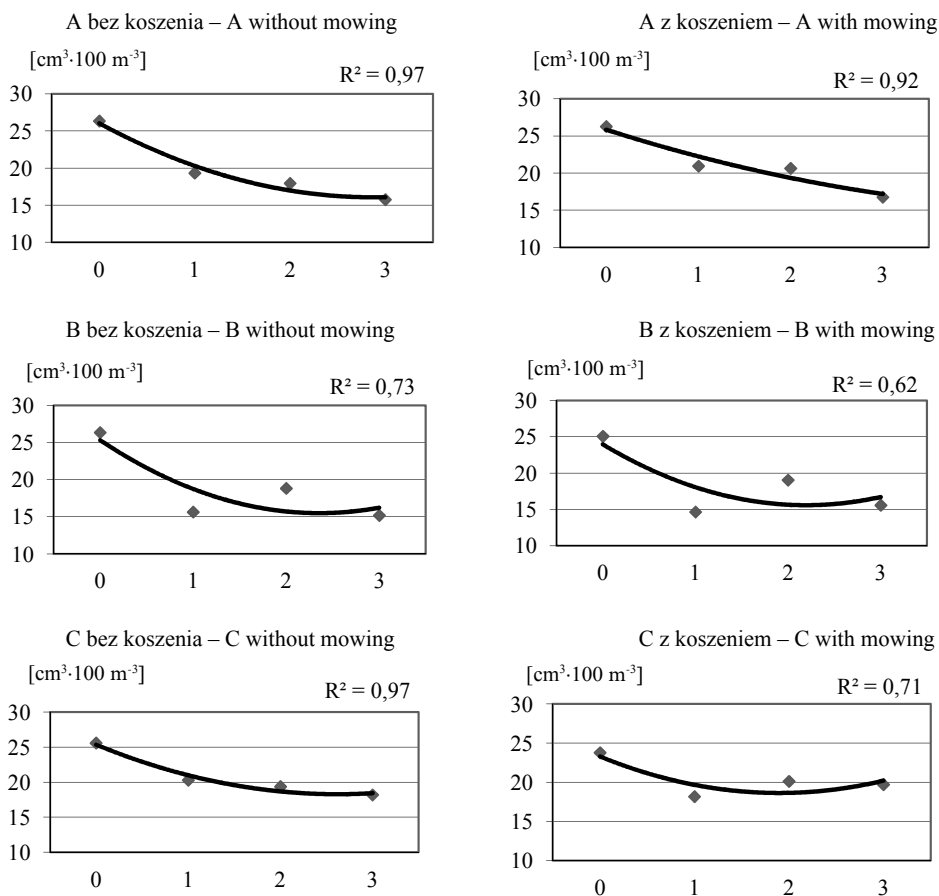
Sposób zagospodarowania pola Method of field management II	Koszenie roślin Mowing of plants III	Warstwa [cm] Layer									
		5-10					15-20				
		okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I				średnio mean	okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I				średnio mean
		0	1	2	3		0	1	2	3	
A	nie – no	26,4	19,3	17,9	15,8	19,8	28,2	21,6	14,5	10,2	18,6
	tak – yes	26,3	21,0	20,6	16,8	21,2	25,2	21,2	13,1	10,5	17,5
	średnio mean	26,3	20,1	19,3	16,3	20,5	26,7	21,4	13,8	10,3	18,1
B	nie – no	26,4	15,6	18,8	15,2	19,0	28,6	14,3	16,3	11,2	17,6
	tak – yes	25,1	14,7	19,1	15,6	18,6	27,8	13,2	12,2	11,0	16,0
	średnio mean	25,7	15,1	18,9	15,4	18,8	28,2	13,7	14,2	11,1	16,8
C	nie – no	25,6	20,3	19,4	18,2	20,9	26,2	19,1	13,2	12,3	17,7
	tak – yes	23,8	18,2	20,1	19,7	20,5	25,6	17,0	13,2	12,7	17,1
	średnio mean	24,7	19,3	19,7	18,9	20,7	25,9	18,0	13,2	12,5	17,4
Średnio Mean	nie – no	26,1	18,4	18,7	16,4	19,9	27,7	18,3	14,7	11,2	18,0
	tak – yes	25,1	17,9	19,9	17,3	20,1	26,2	17,1	12,8	11,4	16,9
Średnio – Mean		25,6	18,2	19,3	16,9	–	26,9	17,7	13,8	11,3	–

A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

NIR _(0,05) dla lat I		1,46	1,62
LSD _(0,05) for years I			
NIR _(0,05) dla sposobu zagospodarowania pola II		0,81	0,78
LSD _(0,05) for method of field management II			
NIR _(0,05) dla koszenia roślin III		r.n.	0,65
LSD _(0,05) for mowing of plants III			
NIR _(0,05) dla współdziałania	IxII	1,62	1,56
LSD _(0,05) for interaction	IxIII	r.n.	r.n.
	IIXIII	r.n.	r.n.
	IxIIXIII	r.n.	r.n.

r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

Zapas wody gromadzony w glebie średniej podczas zaniechania rolniczego użytkowania pól był ściśle uzależniony od jej uwilgotnienia (tab. 24).

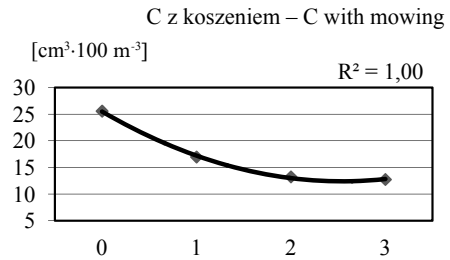
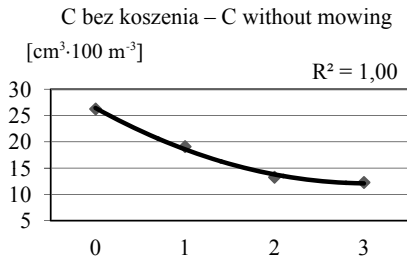
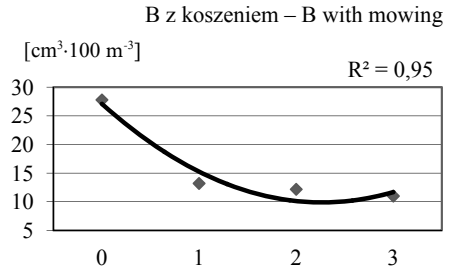
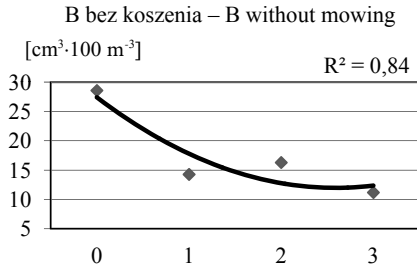
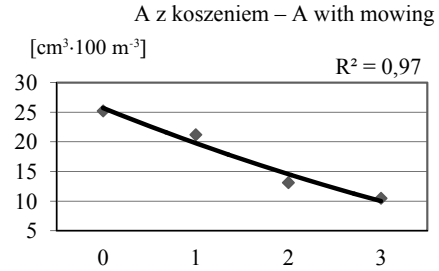
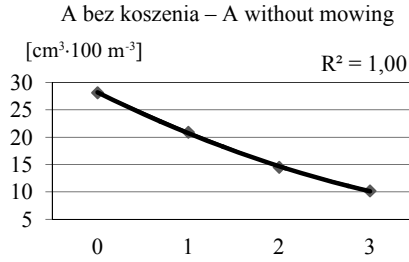


A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3
 0-3 – objaśnienia na rys. 1 – 0-3 – explanations see fig. 1

Rys. 15. Wilgotność gleby średniej w warstwie 5–10 cm w okresie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego

Fig. 15. Moisture of medium soil in layer 5–10 cm during field lying fallowed

Zwięźłość gleby lekkiej w istotnym stopniu zależała zarówno od czasu, jaki upłynął od wyłączenia pola użytkowana, sposobów zagospodarowania i postępowania z roślinami je porastającymi oraz ich współdziałania (tab. 25). W trzyletnim okresie trwania badań zwięźłość gleby w porównaniu ze stanem przed eksperymentem kilkakrotnie wzrosła. W drugim roku zaniechania uprawy gleba lekka wykazywała się istotnie wyższą zwięźłością niż w pierwszym i trzecim, niezależnie od badanej warstwy, a różnice wynosiły w odniesieniu do pierwszego roku w warstwach: 1,4% dla 0–10 cm, 81,5% dla 10–20 cm, 121,3% dla 20–30 cm i 82,4% dla całej warstwy ornej oraz dla trzeciego roku odpowiednio w kolejności warstw o: 5,5, 27,2, 79,1 i 45,1%.



A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

0–3 – objaśnienia na rys. 1 – 0–3 – explanations see fig. 1

Rys. 16. Wilgotność gleby średniej w warstwie 15–20 cm w okresie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego

Fig. 16. Moisture of medium soil in layer 15–20 cm during field lying fallowed

Mieszanka koniczy rozkowej ze stokłosą bezostną miała istotny wpływ na wzrost zwięzłości gleby lekkiej. W tych warunkach gleba charakteryzowała się zawsze wyższą zwięzłością dla całej badanej warstwy w porównaniu z pozostałymi sposobami zagospodarowania pola wyłączzonego z użytkowania rolniczego. Zwięzłość gleby na stanowiskach samoistnie zarastających oraz po zabiegu herbicydowym w warstwach 0–10 cm i 10–20 cm wykazywała się podobnymi wartościami. Jednak w warstwie 20–30 cm oraz średnio w całej warstwie ornej wystąpiły istotne różnice. Zwięzłość obiektu C była wyższa odpowiednio o 38,7 i 22,2% w porównaniu z obiektem A.

Koszenie roślinności na polu wyłączonym z rolniczego użytkowania zawsze powodowało zmniejszenie wartości badanej cechy w stosunku do obiektów niekoszonych, a różnice potwierdzone statystycznie wykazano w warstwie 0–30 cm i wynosiły 9%.

Tabela 24. Zapas wody w glebie średniej [mm]

Table 24. Water reserves on medium soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management II	Koszenie roślin Mowing of plants III	Warstwa [cm] Layer									
		5-10					15-20				
		okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I				średnio mean	okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I				średnio mean
		0	1	2	3		0	1	2	3	
A	nie – no	13,18	9,65	9,75	7,88	10,11	14,10	10,85	7,25	5,08	9,32
	tak – yes	13,13	10,48	10,30	8,38	10,57	12,63	10,60	6,58	5,28	8,77
	średnio mean	13,15	10,06	10,02	8,13	10,34	13,36	10,73	6,91	5,18	9,04
B	nie – no	13,18	7,83	9,43	7,58	9,50	14,30	7,23	8,15	5,60	8,82
	tak – yes	12,55	7,33	9,54	7,78	9,30	13,85	6,60	6,10	5,48	8,01
	średnio mean	12,86	7,58	9,48	7,68	9,40	14,08	6,91	7,12	5,54	8,41
C	nie – no	12,78	10,15	9,68	9,09	10,42	13,13	9,55	6,73	6,65	9,01
	tak – yes	11,90	9,10	10,12	9,85	10,24	12,78	8,20	6,62	6,35	8,49
	średnio mean	12,34	9,63	9,90	9,47	10,33	12,95	8,88	6,67	6,50	8,75
Średnio Mean	nie – no	13,04	9,21	9,62	8,18	10,01	13,84	9,21	7,37	5,78	9,05
	tak – yes	12,53	8,97	9,99	8,67	10,04	13,08	8,47	6,43	5,70	8,42
Średnio – Mean		12,78	9,09	9,80	8,42	–	13,46	8,84	6,90	5,74	–

A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

NIR _(0,05) dla lat I		0,68	0,72
LSD _(0,05) for years I			
NIR _(0,05) dla sposobu zagospodarowania pola II		0,43	0,43
LSD _(0,05) for method of field management II			
NIR _(0,05) dla koszenia roślin III		r.n.	0,32
LSD _(0,05) for mowing of plants III			
NIR _(0,05) dla współdziałania	IxII	0,85	0,85
LSD _(0,05) for interaction	IxIII	r.n.	r.n.
	IixIII	r.n.	r.n.
	IxIixIII	r.n.	r.n.

r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

Najwyższą zwięzłością charakteryzowała się gleba z poletek z celowo posianą rośliną okrywową, ale obserwowano różne wartości w zależności od warstw i lat. W warstwie 0–10 cm pole z okrywą niekoszoną po pierwszym roku trwania eksperymentu wykazywało najwyższe wartości badanej cechy (3,83 MPa). Zwięzłość była wyższa od najniższej uzyskanej w stanowisku samozarastającym bez koszenia o 2,59 MPa. Podobnie w warstwie 10–20 cm dla analizowanej cechy najwyższą wartość uzyskano na tym samym obiekcie, ale w drugim roku wyłączenia (12,91 MPa) i różniła się ona od najniższej o 11,22 MPa (obiekt C koszony). Maksymalną wartość zwięzłości (24,86 MPa) stwierdzono w drugim roku badań na obiekcie B, gdzie zastosowanie zabieg koszenia dla warstwy 20–30 cm.

Tabela 25. Zwięzłość gleby lekkiej [MPa]
Table 25. Compaction of light soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management II	Warstwa [cm] Layer																										
	0-10						10-20						20-30						0-30								
	okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean			okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean			okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean			okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean					
	0	1	2	3		0	1	2	3		0	1	2	3		0	1	2	3		0	1	2	3			
A	nie – no	0,29	1,48	1,44	1,70	1,23	0,92	2,62	3,39	3,40	2,58	2,88	6,15	6,59	6,33	5,49	1,36	3,42	3,81	3,81	3,10						
	tak – yes	0,20	1,47	1,52	2,65	1,46	0,69	2,06	4,09	6,41	3,31	2,75	5,73	7,94	8,36	6,19	1,23	3,11	4,52	5,81	3,67						
	średnio – mean	0,24	1,47	1,48	2,18	1,34	0,80	2,34	3,74	4,91	2,95	2,81	5,94	7,27	7,34	5,84	1,30	3,27	4,16	4,81	3,38						
B	nie – no	0,95	3,83	2,94	1,88	2,40	1,86	7,80	12,91	6,64	7,30	2,94	9,65	21,30	12,52	11,60	1,92	7,09	11,55	6,99	6,89						
	tak – yes	0,65	3,14	3,23	2,04	2,26	1,47	6,23	11,44	7,50	6,66	2,97	9,65	24,86	11,94	12,35	1,69	6,34	11,92	7,16	6,77						
	średnio – mean	0,80	3,48	3,09	1,96	2,33	1,67	7,01	12,18	7,07	6,98	2,96	9,65	23,08	12,23	11,98	1,80	6,71	11,73	7,08	6,83						
C	nie – no	0,33	1,23	2,35	2,20	1,53	1,05	2,04	6,90	4,70	3,67	3,11	6,11	22,38	7,09	9,67	1,49	3,13	10,54	5,00	5,04						
	tak – yes	0,39	1,28	1,15	1,49	1,08	1,01	1,69	2,01	3,40	2,03	2,58	5,45	11,50	6,57	6,52	1,33	2,81	4,95	3,82	3,23						
	średnio – mean	0,36	1,26	1,75	1,85	1,30	1,03	1,87	4,46	4,05	2,85	2,84	5,78	16,94	6,83	8,10	1,41	2,97	7,75	4,41	4,13						
Średnio Mean	nie – no	0,52	2,18	2,25	1,93	1,72	1,27	4,15	7,73	4,91	4,52	2,97	7,30	16,75	8,65	8,92	1,59	4,54	8,63	5,27	5,01						
	tak – yes	0,41	1,97	1,96	2,06	1,60	1,06	3,32	5,85	5,77	4,00	2,77	6,94	14,77	8,95	8,36	1,42	4,09	7,13	5,59	4,56						
Średnio – Mean		0,47	2,07	2,10	1,99	–	1,17	3,74	6,79	5,34	–	2,87	7,12	15,76	8,80	–	1,50	4,32	7,88	5,43	–						

A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

NIR_(0,05) dla lat I

LSD_(0,05) for years I

NIR_(0,05) dla sposobu zagospodarowania pola II

LSD_(0,05) for method of field management II

NIR_(0,05) dla koszenia roślin III

LSD_(0,05) for mowing of plants III

NIR_(0,05) dla współdziałania

LSD_(0,05) for interaction

IxII

IxIII

IxIII

IxIIxIII

r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

0,30

0,20

r.n.

0,39

r.n.

0,21

0,41

1,11

0,65

r.n.

1,29

1,24

0,99

r.n.

2,03

1,00

r.n.

1,99

r.n.

1,12

2,32

0,51

0,32

0,19

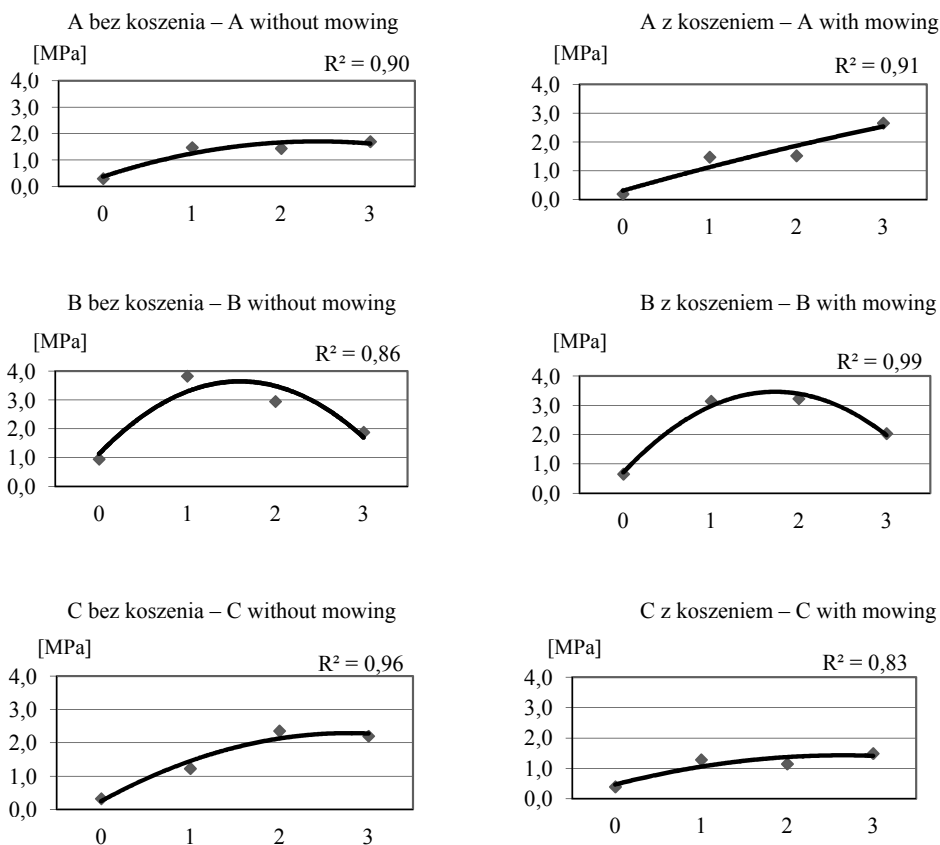
0,63

0,37

0,32

0,65

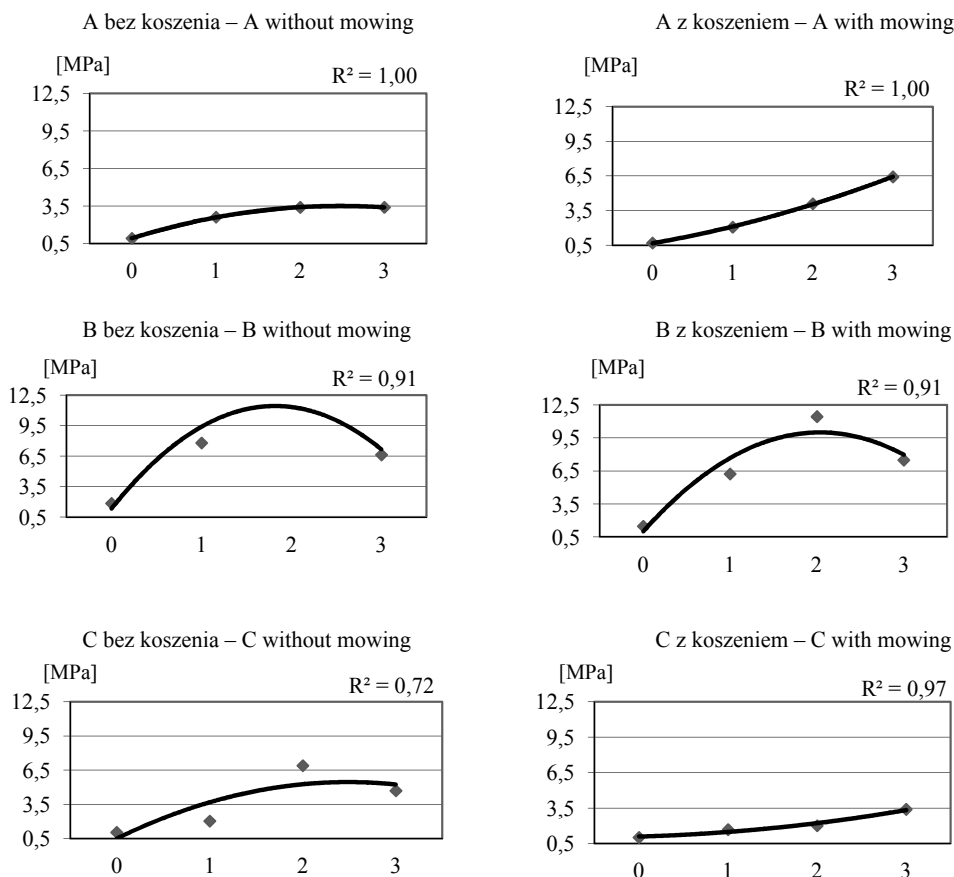
Wpływ współdziałania czynników doświadczenia na zaistniałe różnice w zwięzłości gleby był zazwyczaj istotny i charakteryzował się odmiennymi tendencjami w zależności od sposobów zagospodarowania pola, jak i czasu bez uprawy. W warstwie 0–10 cm, na polu zagospodarowanym przy użyciu herbicydu, który ograniczył spontaniczny rozwój roślin zacieśniających glebę, obserwowano powolny, ale stały wzrost zwięzłości gleby w badanych latach (rys. 17). Natomiast po wprowadzeniu obsiewu mieszanką z wieloletnich roślin motylkowo-trawiających w pierwszym roku trwania badań w tej warstwie stwierdzono wzrost zbitości gleby, a w następnych dwóch gwałtowne jej obniżenie. Zwięzłość gleby w stanowisku, na którym samoistnie tworzyła się okrywa roślinna, tendencje zmian badanej cechy były zbliżone do zmian na obiekcie z herbicydem. Zwięzłość gleby w warstwie 10–20 cm obiektu A i C wykazywała podobną tendencję zmian jak w warstwie 0–10 cm (rys. 18).



A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

0–3 – objaśnienia na rys. 1 – 0–3 – explanations see fig. 1

Rys. 17. Zwięzłość gleby lekkiej w warstwie 0–10 cm w okresie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego
Fig. 17. Compaction of light soil in layer 0–10 cm during field lying fallowed

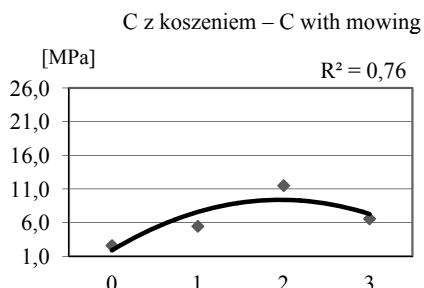
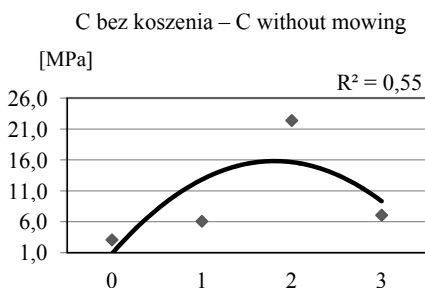
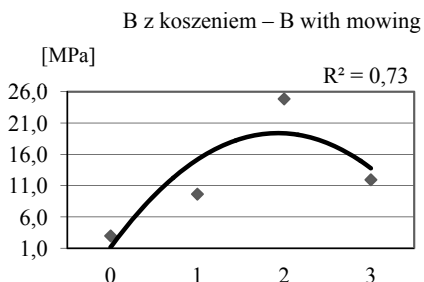
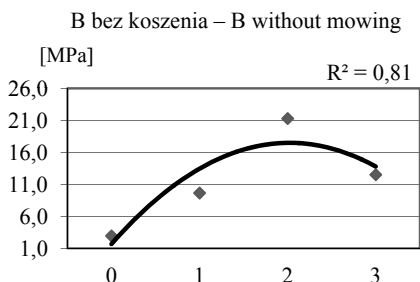
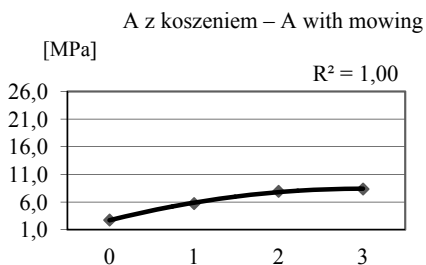
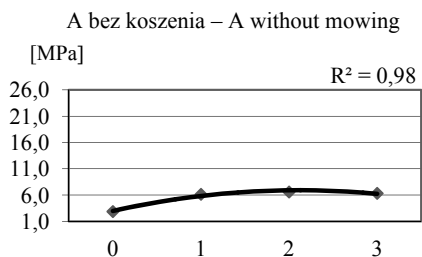


A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3
 0–3 – objaśnienia na rys. 1 – 0–3 – explanations see fig.1

Rys. 18. Zwięzłość gleby lekkiej w warstwie 10–20 cm w okresie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego
 Fig. 18. Compaction of light soil in layer 10–20 cm during field lying fallowed

Na polu z wysiewaną okrywą zwięzłość dynamicznie wzrastała w pierwszym i drugim roku badań, a następnie obniżyła się o kilka jednostek. Zmiany zwięzłości gleby lekkiej w warstwie 20–30 cm pola zagospodarowanego z użyciem herbicydu i celowo wysiewaną okrywą wykazywały podobny trend jak we wcześniej analizowanych warstwach (rys. 19). Inne zależności zaobserwowano na obiekcie C, na którym po wzroście zwięzłości w pierwszych dwóch latach badań w trzecim nastąpiło jej zmniejszenie. Podobny kierunek zmian utrzymał się dla wartości średnich charakteryzujących cały profil orny gleby (rys. 20).

Czynnikiem decydującym o zwięzłości gleby średniej były zarówno czas zaniechania uprawy pola, jak i sposób jego zagospodarowania (tab. 26), a wielkość różnic zależała od głębokości, dla jakiej zwięzłość oznaczano i długości okresu bez uprawy. Stwierdzono stały wzrost wartości tej cechy w całym badanym profilu wraz z upływem czasu trwania eksperymentu. Pole zagospodarowane w okresie bez uprawy przy użyciu herbicydu nieselektywnego (obiekt A) cechowało się niższą zwięzłością gleby w porównaniu z pozostałymi obiektami (B i C).

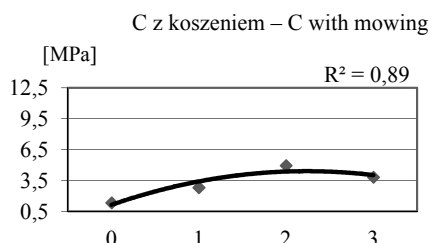
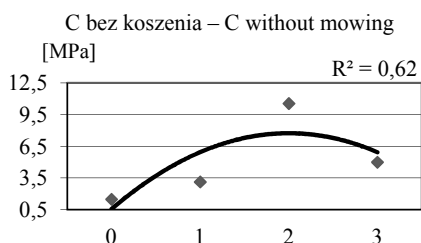
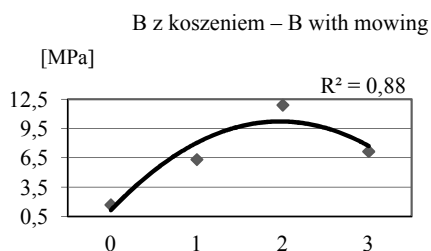
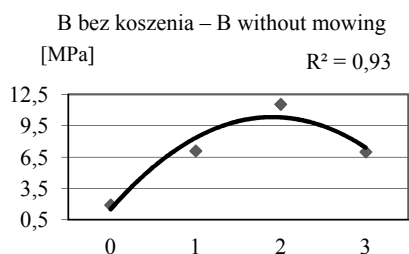
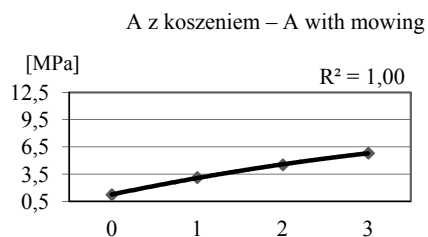
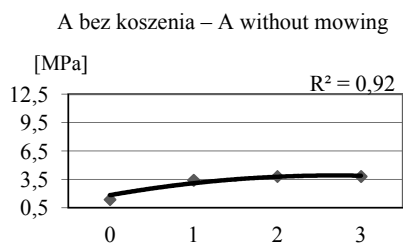


A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3
 0-3 – objaśnienia na rys. 1 – 0-3 – explanations see fig. 1

Rys. 19. Zwięzłość gleby lekkiej w warstwie 20–30 cm w okresie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego
 Fig. 19. Compaction of light soil in layer 20–30 cm during field lying fallowed

Różnice istotne wyniosły odpowiednio 10,7 i 19,3% w warstwie 10–20 cm, 16,2 i 27,5% w warstwie 20–30 cm oraz 14,0 i 22,2% w warstwie 0–30 cm. Po zastosowaniu na polu wyłączonym z uprawy wysiewanej okrywy roślinnej (obiekt B) zwięzłość gleby wzrosła w porównaniu z obiektem A, ale istotnie obniżyła w porównaniu z obiektem samozarastającym. Koszenie roślin okrywających pola zazwyczaj powodowało zmniejszenie wartości badanej cechy wobec obiektów niekoszonych – z wyjątkiem warstwy 20–30 cm. Różnice statystyczne potwierdzone zostały tylko w warstwie 10–20 cm i wyniosły blisko 9%.

Współdziałanie czynników doświadczenia w latach badań wykazywało stały wpływ na wartość tej cechy. Zaobserwowano, iż w stanowisku z herbicydem oraz samozarastającym zwięzłość w miarę wydłużania okresu wyłączenia pola z użytkowania systematycznie rosła niezależnie od warstwy. Na polu, na którym w czasie zaniechania uprawy zastosowano mieszankę motylkowo-trawiastą, w pierwszym roku badań cecha ta gwałtownie wzrosła



A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3
0–3 – objaśnienia na rys. 1 – 0–3 – explanations see fig. 1

Rys. 20. Zwięzłość gleby lekkiej w warstwie 0–30 cm w okresie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego
Fig. 20. Compaction of light soil in layer 0–30 cm during field lying fallowed

(kilkakrotnie w porównaniu ze stanem wyjściowym), w drugim zmniejszyła się, by w kolejnym ponownie wzrosnąć. Podobne zależności wystąpiły przy współdziałaniu czasu zaniechania uprawy i postępowania z okrywą roślinną. Koszenie okrywy roślinnej na obiekcie B w warstwie 10–20 cm istotnie wpłynęło na obniżenie wartości badanej cechy aż o 22,4%, zaś w całej warstwie ornej o 9,1%.

Najwyższą zwięzłością charakteryzowała się gleba na polu samoistnie zarastającym (obiekt C), ale obserwowano różne wartości, w zależności od warstw i lat. Wyjątek stanowi warstwa 0–10 cm, w której na polu utrzymywanym z użyciem herbicydu i stosowaniu zabiegu koszenia, po trzecim roku trwania eksperymentu stwierdzono najwyższą wartość badanej cechy (6,68 MPa). Była ona wyższa od najniższej uzyskanej w tym samym stanowisku, ale po pierwszym roku o 3,56 MPa. W warstwie 10–20 cm, dla analizowanej cechy, najwyższą wartość uzyskano w trzecim roku badań na obiekcie C bez koszenia (17,5 MPa) i różniła się ona od najniższej w tej warstwie o 13,76 MPa (obiekt A koszony w pierwszym roku badań). Maksymalną wartość zwięzłości gleby średniej (28,79 MPa) stwierdzono w drugim roku badań na obiekcie C, na którym zastosowano zabieg koszenia w warstwie 20–30 cm.

Tabela 26. Zwięzłość gleby średniej [MPa]
Table 26. Compaction of medium soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management II	Warstwa [cm] Layer																																			
	0-10						10-20						20-30						0-30																	
	okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean			okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean			okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean			okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean														
	0	1	2	3		0	1	2	3		0	1	2	3		0	1	2	3		0	1	2	3		0	1	2	3							
Koszenie roślin Mowing of plants III	nie - no	2,11	3,68	3,23	5,63	3,66	3,70	5,27	9,86	15,76	8,65	6,50	7,69	15,29	20,56	12,5	4,10	5,54	8,81	13,98	8,11															
	tak - yes	2,40	3,12	4,23	6,68	4,11	2,57	3,74	11,69	14,40	8,10	4,46	6,64	18,90	19,46	12,4	3,15	4,53	11,61	13,51	8,20															
A	średnio - mean	2,26	3,40	3,73	6,15	3,89	3,14	4,50	10,78	15,08	8,37	5,48	7,16	17,10	20,01	12,4	3,62	5,03	10,21	13,75	8,15															
	nie - no	1,67	6,31	4,20	4,28	4,12	2,50	17,15	11,36	11,18	10,55	5,23	18,83	14,49	19,77	14,6	3,13	14,09	10,74	11,74	9,93															
B	tak - yes	2,87	4,76	3,89	4,45	3,99	3,51	9,44	9,30	10,53	8,19	6,28	17,89	16,53	19,54	15,1	4,22	10,62	9,78	11,50	9,03															
	średnio - mean	2,27	5,53	4,05	4,36	4,05	3,00	13,29	10,33	10,85	9,37	5,76	18,36	15,51	19,65	14,8	3,68	12,35	10,26	11,62	9,48															
C	nie - no	1,67	3,56	5,21	6,19	4,16	3,34	5,81	14,29	17,50	10,23	6,67	9,79	27,40	23,21	16,8	3,90	6,39	15,63	15,63	10,39															
	tak - yes	1,57	3,56	4,68	4,90	3,67	4,07	7,56	15,39	15,02	10,51	7,31	12,63	28,79	21,35	17,5	4,32	7,87	16,29	13,75	10,56															
Średnio Mean	średnio - mean	1,62	3,56	4,94	5,55	3,92	3,71	6,68	14,84	16,26	10,37	6,99	11,21	28,10	22,28	17,1	4,11	7,13	15,96	14,69	10,47															
	nie - no	1,82	4,52	4,21	5,37	3,98	3,18	9,41	11,84	14,81	9,81	6,13	12,10	19,06	21,18	14,6	3,71	8,67	11,73	13,79	9,47															
Średnio - Mean	tak - yes	2,28	3,81	4,27	5,34	3,92	3,38	6,91	12,13	13,31	8,93	6,02	12,39	21,41	20,11	15,0	3,89	7,67	12,56	12,92	9,26															
	średnio - mean	2,05	4,16	4,24	5,35	-	3,28	8,16	11,98	14,06	-	6,08	12,24	20,23	20,64	-	3,80	8,17	12,14	13,35	-															

A-C - objaśnienia w tabeli 3 - explanations in table 3

NIR_(0,05) dla lat I

LSD_(0,05) for years I

NIR_(0,05) dla sposobu zagospodarowania pola II

LSD_(0,05) for method of field management II

NIR_(0,05) dla koszenia roślin III

LSD_(0,05) for mowing of plants III

NIR_(0,05) dla współdziałania

LSD_(0,05) for interaction

IxII

IxIII

IIXIII

IxIIXIII

r.n. - różnica nieistotna - not significant difference

0,48

r.n.

r.n.

r.n.

0,88

r.n.

r.n.

r.n.

0,24

1,61

0,98

0,73

1,96

1,46

1,26

2,11

1,90

1,12

r.n.

2,25

1,59

r.n.

r.n.

0,96

0,70

r.n.

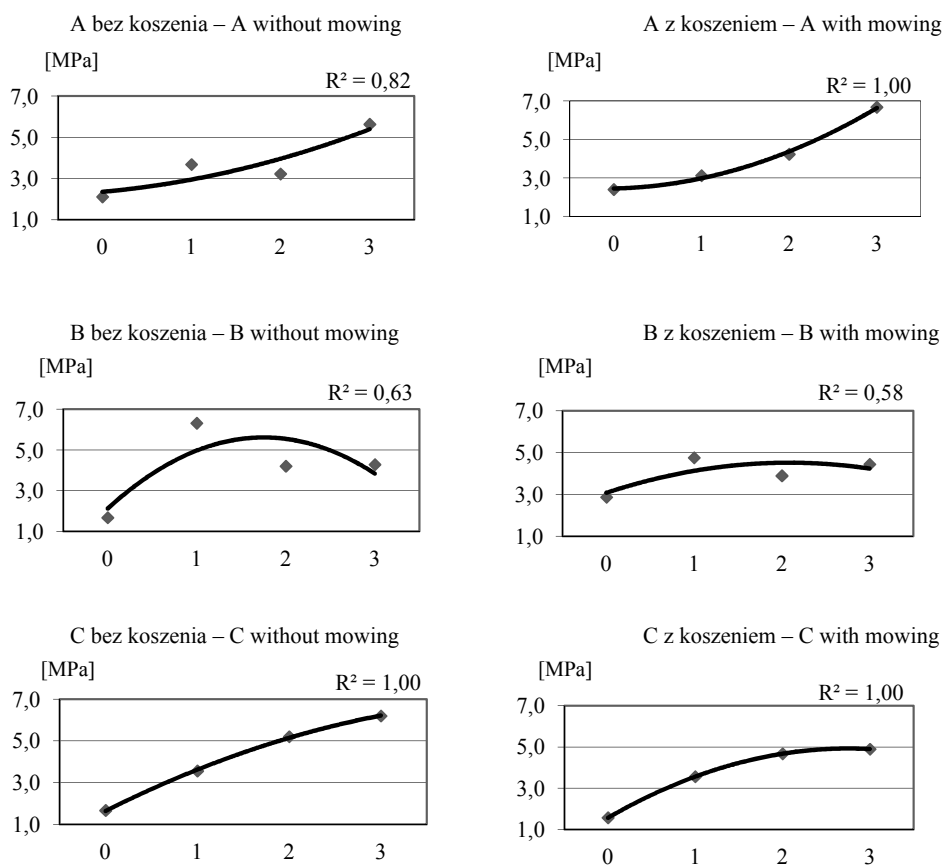
1,41

0,72

0,63

1,31

W warstwie 0–10 cm, na polu zagospodarowanym przy użyciu herbicydu, który ograniczał spontaniczny rozwój roślin zacinających glebę, obserwowano powolny, ale stały wzrost zwięzłości gleby w latach badań (rys. 21). Natomiast przy zagospodarowaniu pola poprzez wysiew mieszanki wieloletnich roślin motylkowo-trawiastych (obiekt B), w pierwszym roku trwania badań stwierdzono wzrost zwięzłości gleby, w drugim gwałtowne jej obniżenie, a w trzecim ponowny, chociaż nieznaczny wzrost. W stanowisku samoistnie zarastającym (obiekt C) zmiany w zwięzłości gleby były zbliżone do tych określonych na obiekcie A. Przedstawione zależności utrzymywały się także w pozostałych badanych warstwach gleby średniej, ale skala zmian była dużo wyższa (rys. 22, 23, 24).

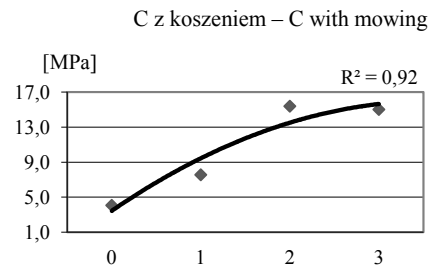
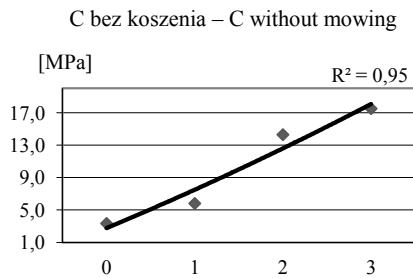
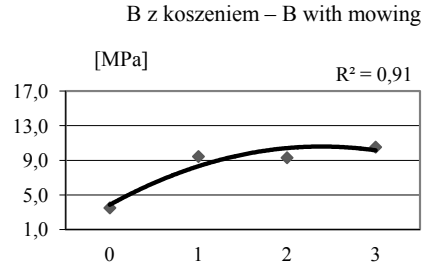
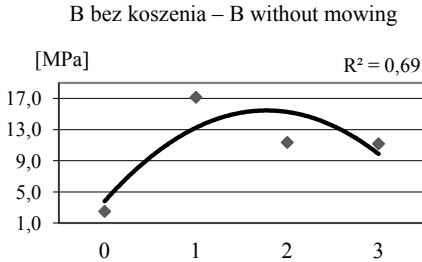
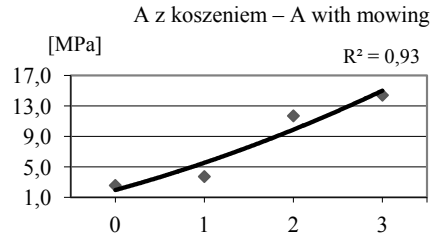
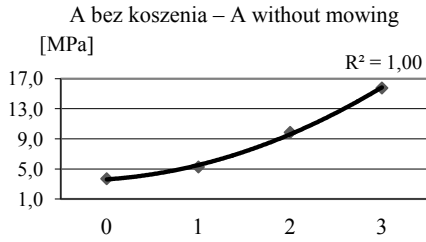


A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

0–3 – objaśnienia na rys. 1 – 0–3 – explanations see fig. 1

Rys. 21. Zwięzłość gleby średniej w warstwie 0–10 cm w okresie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego

Fig. 21. Compaction of medium soil in layer 0–10 cm during field lying fallowed



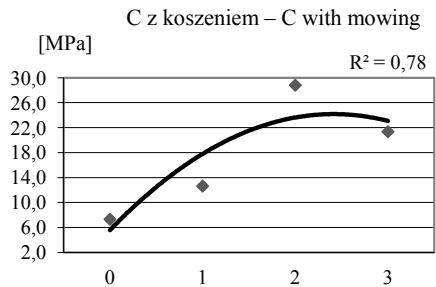
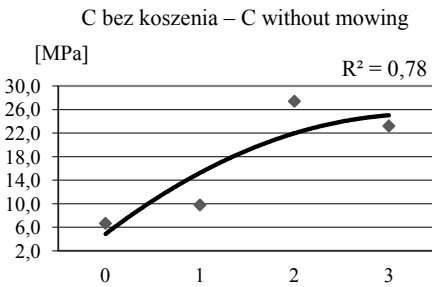
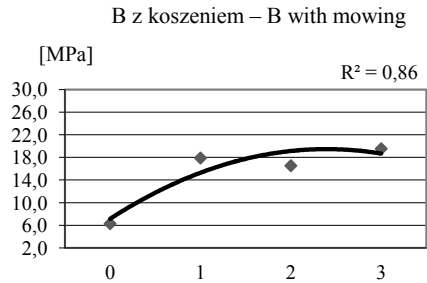
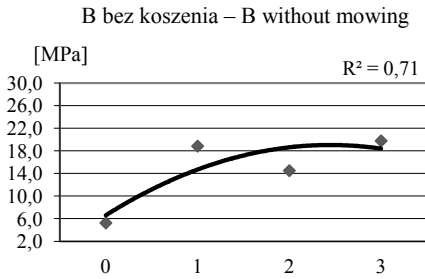
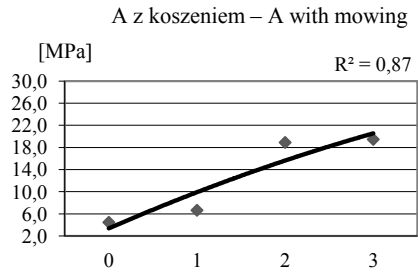
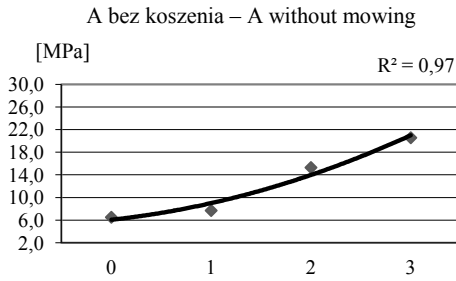
A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3
 0-3 – objaśnienia na rys. 1 – 0-3 – explanations see fig. 1

Rys. 22. Zwięźłość gleby średniej w warstwie 10–20 cm w okresie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego

Fig. 22. Compaction of medium soil in layer 10–20 cm during field lying fallowed

Wyłączenie pól z użytkowania oraz sposoby ich zagospodarowania wywarły wpływ na wskaźniki charakteryzujące strukturę gleby. Zaniechanie zabiegów uprawowych na polach wyłączonych z użytkowania rolniczego wpłynęło na wzrost średniej ważonej średnicy agregatu wodoodpornego (MWDa) w całej badanej warstwie gleby lekkiej (tab. 27). Po trzyletnim okresie badań była ona wyższa o 18,2% w warstwie 0–10 cm, o 46,3% w warstwie 10–20 cm i o 83,8% w warstwie 20–30 cm w porównaniu ze stanem wyjściowym.

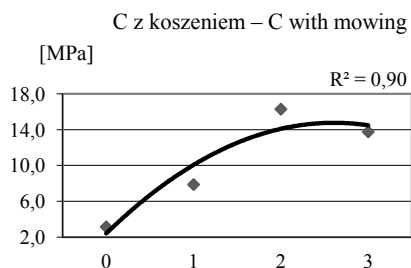
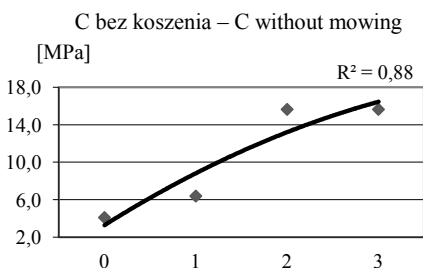
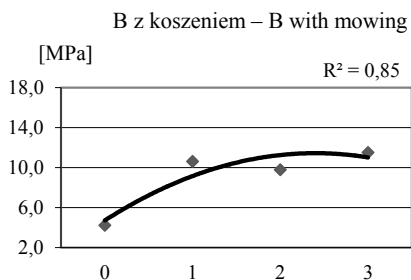
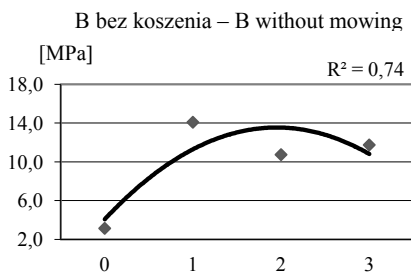
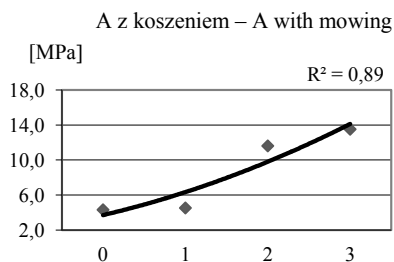
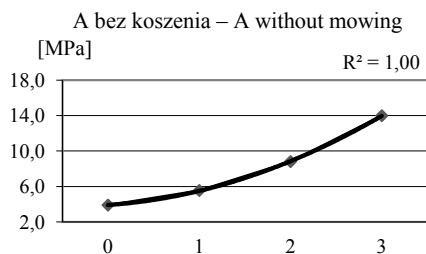
Zazwyczaj korzystniej na tę cechę oddziaływały rośliny motylkowe drobnonasienne w mieszance z trawami, co obserwowano w warstwie 20–30 cm, gdzie wartość ta była istotnie wyższa o 8,7% niż na polu, na którym samoistnie tworzyła się okrywa. Koszenie roślin porastających pola po zaniechaniu ich uprawy różnicowało istotnie wartość tego parametru tylko w warstwie 10–20 cm, zmniejszając go o 6,5%.



A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3
 0–3 – objaśnienia na rys. 1 – 0–3 – explanations see fig. 1

Rys. 23. Zwięzłość gleby średniej w warstwie 20–30 cm w okresie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego
 Fig. 23. Compaction of medium soil in layer 20–30 cm during field lying fallowed

Wpływ sposobów zagospodarowania pola w kolejnych latach eksperymentu na analizowaną cechę był zmienny. W warstwie 0–10 cm MWDa w stanowisku, na którym rozwój chwastów ograniczano poprzez stosowanie herbicydu Roundup 360 SL (obiekt A), w pierwszych dwóch latach badań zmniejszał się w porównaniu ze stanem wyjściowym, osiągając w drugim roku wartość istotnie niższą w stosunku do wartości uzyskanej w trzecim roku. Na polach pokrytych roślinnością (zarówno wysiewaną, jak i pojawiającą się samoistnie) po zakończeniu eksperymentu, w porównaniu ze stanem przed jego rozpoczęciem, wykazano istotny wzrost wartości analizowanego parametru niezależnie od badanych warstw gleby. Podobną zależność stwierdzono także dla obiektu A w warstwach 10–20 cm i 20–30 cm. Po trzyletnim okresie wyłączenia pola z uprawy stwierdzono, iż gleba na powierzchni, na której zastosowano zabieg koszenia roślinności, charakteryzowała się większą średnią ważoną średnicą agregatu.



A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3
 0-3 – objaśnienia na rys. 1 – 0-3 – explanations see fig.1

Rys. 24. Zwięzłość gleby średniej w warstwie 0–30 cm w okresie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego

Fig. 24. Compaction of medium soil in layer 0–30 cm during field lying fallowed

Największe agregaty w warstwie 0–10 cm wystąpiły w trzecim roku bez uprawy na polkach koszonych z samojstnie tworzącą się okrywą (1,15 mm), a najmniejsze w tym samym stanowisku, ale w drugim roku badań (0,54 mm). W warstwie 10–20 cm dla analizowanej cechy najwyższą wartość uzyskano w trzecim roku badań na obiektach koszonych A i C (1,37 mm) i różniła się ona od najniżej w tej warstwie o 0,69 mm (obiekt B niekoszony w drugim roku badań). Największe agregaty (1,74 mm) stwierdzono w trzecim roku na obiekcie B, na którym zastosowano zabieg koszenia w warstwie 20–30 cm.

Tabela 27. Średnia ważona średnica agregatu (MWDa) na glebie lekkiej [mm]
Table 27. Weighted mean of aggregate diameter (MWDa) on light soil

Sposób zago- spodarowania pola Method of field management II	Koszenie roślin Mowing of plants III	Warstwa [cm] Layer												średnio mean		
		0-10			10-20			20-30			średnio mean					
		okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I	średnio mean	0	1	2	3	okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I	średnio mean	0		1	2		3	
A	nie - no	1,23	0,93	0,92	0,81	0,97	1,39	1,13	0,88	1,12	1,13	1,18	1,20	0,94	1,00	1,08
	tak - yes	0,94	0,83	0,73	1,08	0,90	0,59	1,08	0,82	1,37	0,97	0,59	1,17	1,03	1,53	1,08
B	średnio - mean	1,09	0,88	0,83	0,94	0,93	0,99	1,11	0,85	1,24	1,05	0,88	1,19	0,99	1,26	1,08
	nie - no	0,60	1,08	0,71	1,04	0,86	0,69	1,34	0,68	1,21	0,98	0,59	1,21	1,06	1,35	1,05
C	tak - yes	0,82	1,22	0,75	1,08	0,97	0,72	1,43	0,81	1,10	1,01	0,60	1,43	0,96	1,74	1,18
	średnio - mean	0,71	1,15	0,73	1,06	0,91	0,70	1,39	0,75	1,15	1,00	0,59	1,32	1,01	1,54	1,12
Średnio Mean	nie - no	0,83	0,88	0,81	1,08	0,90	0,93	1,25	0,96	1,27	1,10	0,83	1,30	0,73	1,46	1,08
	tak - yes	0,87	0,88	0,54	1,15	0,86	0,60	1,24	0,89	1,37	1,03	0,67	1,27	0,91	1,11	0,99
Średnio Mean	średnio - mean	0,85	0,88	0,68	1,11	0,88	0,77	1,25	0,93	1,32	1,06	0,75	1,29	0,82	1,28	1,03
	nie - no	0,89	0,96	0,81	0,97	0,91	1,00	1,24	0,84	1,20	1,07	0,86	1,24	0,91	1,27	1,07
Średnio - Mean	tak - yes	0,88	0,98	0,67	1,10	0,91	0,64	1,25	0,84	1,28	1,00	0,62	1,29	0,97	1,46	1,08
	średnio - mean	0,88	0,97	0,74	1,04	-	0,82	1,25	0,84	1,24	-	0,74	1,26	0,94	1,36	-

A-C - objaśnienia w tabeli 3 - explanations in table 3

NIR_(0,05) dla lat I

LSD_(0,05) for years I

NIR_(0,05) dla sposobu zagospodarowania pola II

LSD_(0,05) for method of field management II

NIR_(0,05) dla koszenia roślin III

LSD_(0,05) for mowing of plants III

NIR_(0,05) dla współdziałania

LSD_(0,05) for interaction

r.n. - różnica nieistotna - not significant difference

0,14

r.n.

r.n.

0,15

0,09

0,09

0,07

r.n.

r.n.

0,04

0,14

0,09

0,10

0,08

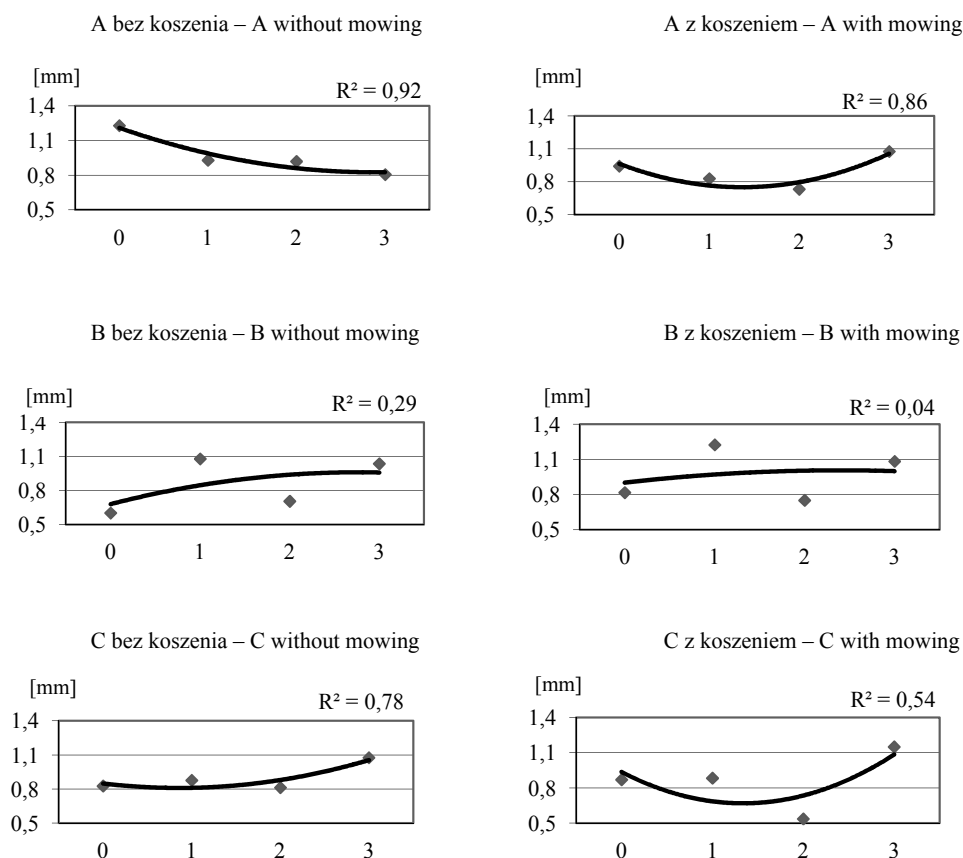
0,15

0,07

0,15

0,18

Wpływ współdziałania czynników doświadczenia w latach badań na zaistniałe różnice w wielkości agregatów był zazwyczaj istotny i charakteryzował się odmiennymi tendencjami w zależności od sposobów zagospodarowania pola, jak i czasu bez uprawy. W warstwie 0–10 cm, na polu zagospodarowanym przy użyciu herbicydu (obiekt A), wartość średniej ważonej średnicy agregatu zależała od dodatkowego zabiegu ograniczającego rozwój roślin – koszenia (rys. 25). W stanowiskach niekoszonych wielkość ta malała zaś w koszonych – w pierwszych dwóch zmalała, a następnie wzrosła. Natomiast po wprowadzeniu do obsiewu pola mieszanki z wieloletnich roślin motylkowo-trawiastych (obiekt B) zmieniała się nieistotnie w tej warstwie, jak i kolejnej. W stanowisku, w którym okrywa roślinna tworzyła się samoistnie (obiekt C), wielkość agregatów wodoodpornych zależała od zabiegu koszenia. Na poletkach niekoszonych była ona z każdym rokiem większa, zaś na koszonych najpierw obniżyła się, a następnie wzrosła.



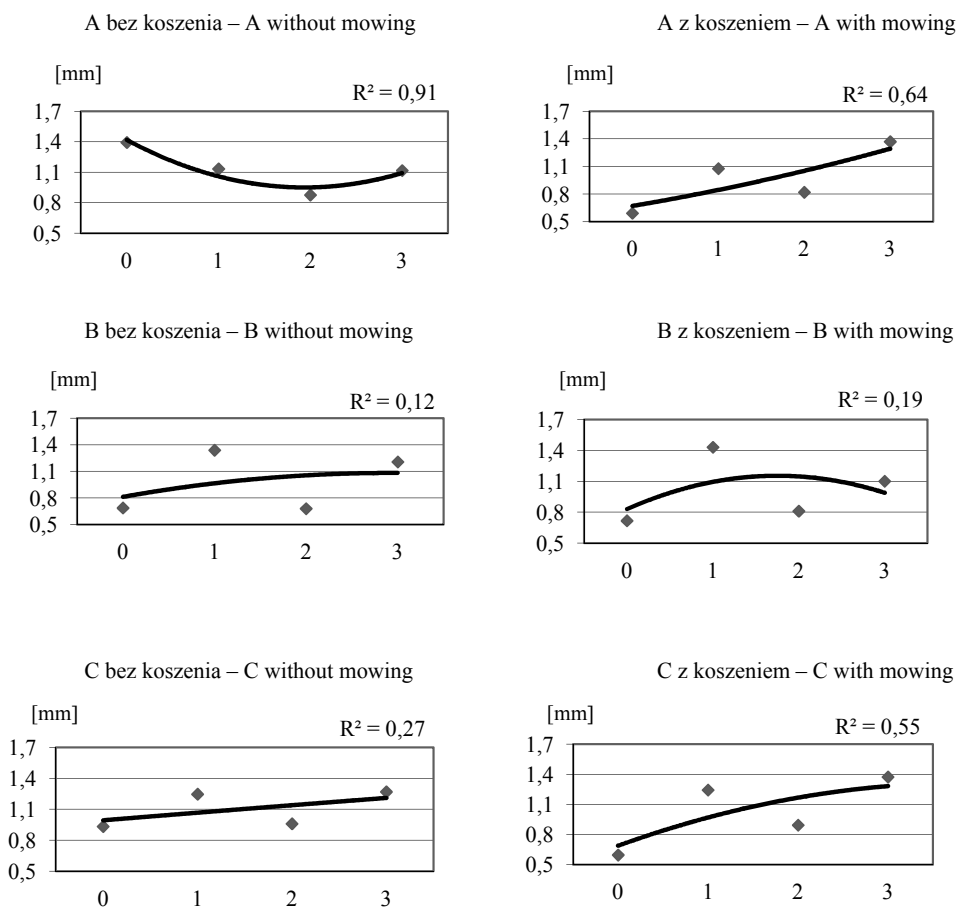
A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3
 0-3 – objaśnienia na rys. 1 – 0-3 – explanations see fig. 1

Rys. 25. Średnia ważona średnicy agregatu (MWDa) gleby lekkiej w warstwie 0–10 cm w okresie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego

Fig. 25. Weighted mean of aggregate diameter (MWDa) for light soil in layer 0–10 cm of field lying fallowed

Linia trendu obrazująca zmiany wartości MWDa w warstwie 10–20 cm pokazuje, iż na obiekcie niekoszonym A i C były podobne jak w warstwie omówionej powyżej, a zmieniły się dla obiektu koszonego (rys. 26). W tym stanowisku, w pierwszym roku badań, wartość ta wzrosła, w drugim zmniejszyła się, by wzrosnąć ponownie w trzecim.

Kierunek zmian wielkości agregatów wodoodpornych gleby lekkiej w warstwie 20–30 cm pola zagospodarowanego z użyciem herbicydu i z samoistnie tworzącą się okrywą wykazywał podobny trend jak we wcześniej analizowanej warstwie (rys. 27). Inne zależności zaobserwowano dla obiektu B – zaznaczył się wpływ czasu, jaki upłynął od zaniechania uprawy na wielkość omawianej cechy.

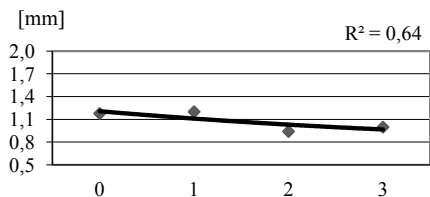


A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3;
0–3 – objaśnienia na rys. 1 – 0–3 – explanations see fig.1

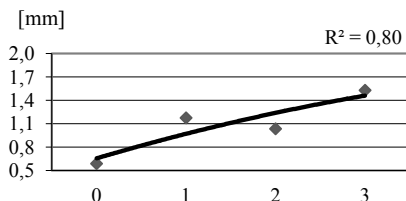
Rys. 26. Średnia ważona średnicy agregatu (MWDa) gleby lekkiej w warstwie 10–20 cm w okresie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego

Fig. 26. Weighted mean of aggregate diameter (MWDa) for light soil in layer 10–20 cm of field lying fallowed

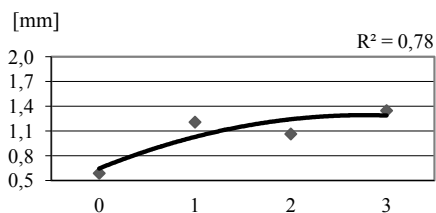
A bez koszenia – A without mowing



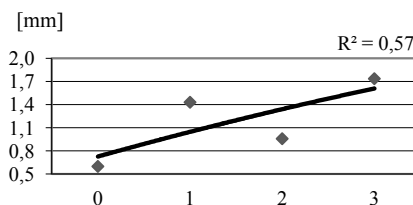
A z koszeniem – A with mowing



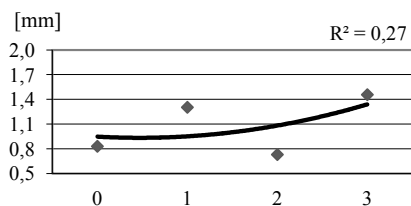
B bez koszenia – B without mowing



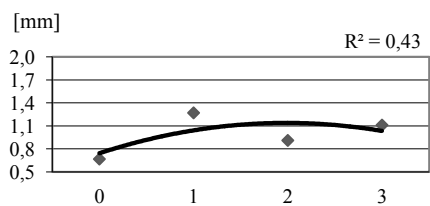
B z koszeniem – B with mowing



C bez koszenia – C without mowing



C z koszeniem – C with mowing



A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3
 0-3 – objaśnienia na rys. 1 – 0-3 – explanations see fig.1

Rys. 27. Średnia ważona średnica agregatu (MWDa) gleby lekkiej w warstwie 20-30 cm w okresie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego

Fig. 27. Weighted mean of aggregate diameter (MWDa) for light soil in layer 20-30 cm of field lying fallowed

Średnia ważona średnica agregatu wodoodpornego na polu bez uprawy na glebie średniej zmieniała się w czasie trwania eksperymentu (tab. 28). W pierwszym i drugim roku badań ulegała zmniejszeniu. W trzecim roku nastąpił jej wzrost – zbliżając się do tych wartości określonych przy rozpoczęciu. Różne sposoby zagospodarowania pola wpłynęły znacząco na średnią ważoną średnicę agregatu gleby średniej w całej warstwie ornej. Różnice istotne w warstwie 0-10 cm wystąpiły pomiędzy polem samozarastającym (obiekt C), na którym stwierdzone wartości badanej cechy miały najwyższe parametry w porównaniu z uzyskanymi dla pola z celowo wysianą roślinnością (obiekt B) i z herbicydem (obiekt A) – odpowiednio o 40,4 i 16,5%. W tej warstwie potwierdzone statystycznie różnice określono także pomiędzy obiektem B i A. Podobne zależności wystąpiły w warstwie 10-20 cm. Natomiast w najgłębszej z badanych warstw najwyższą wartość parametr ten uzyskał na obiekcie A,

Tabela 28. Średnia ważona średnica agregatu (MWDa) na glebie średniej [mm]
 Table 28. Weighted mean of aggregate diameter (MWDa) on medium soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management II	Koszenie roślin Mowing of plants III	Warstwa [cm] Layer																						
		0-10						10-20						20-30										
		okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean			okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean			okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean							
0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	
A	nie - no	2,51	1,37	1,27	2,80	1,99	2,26	2,10	1,75	3,33	2,36	2,56	2,00	2,15	2,94	2,41								
	tak - yes	2,63	1,07	1,27	2,16	1,78	1,97	1,40	1,34	2,10	1,70	1,91	1,37	2,03	1,50	1,70								
B	średnio - mean	2,57	1,22	1,27	2,48	1,88	2,12	1,75	1,54	2,71	2,03	2,23	1,69	2,09	2,22	2,06								
	nie - no	1,94	1,64	0,95	2,43	1,74	2,16	1,84	1,56	2,77	2,09	2,22	1,94	1,84	2,64	2,16								
C	tak - yes	2,01	1,13	0,70	1,65	1,37	2,37	1,23	0,81	1,92	1,58	1,91	1,36	1,05	1,05	1,34								
	średnio - mean	1,97	1,39	0,83	2,04	1,56	2,27	1,54	1,19	2,35	1,83	2,07	1,65	1,45	1,85	1,75								
Średnio Mean	nie - no	3,17	1,73	1,73	3,19	2,45	2,89	2,61	1,08	2,67	2,31	2,50	2,41	1,77	2,65	2,33								
	tak - yes	2,46	1,60	1,56	2,09	1,93	2,39	1,89	1,72	1,73	1,93	1,52	2,01	1,69	1,73	1,74								
Średnio Mean	średnio - mean	2,81	1,66	1,65	2,64	2,19	2,64	2,25	1,40	2,20	2,12	2,01	2,21	1,73	2,19	2,03								
	nie - no	2,54	1,58	1,32	2,81	2,06	2,44	2,18	1,46	2,92	2,25	2,42	2,12	1,92	2,74	2,30								
Średnio Mean	tak - yes	2,36	1,27	1,18	1,97	1,69	2,25	1,51	1,29	1,92	1,74	1,78	1,58	1,59	1,43	1,59								
	średnio - Mean	2,45	1,42	1,25	2,39	-	2,34	1,84	1,38	2,42	-	2,12	1,85	1,76	2,09	-								

A-C - objaśnienia w tabeli 3 - explanations in table 3

NIR_(0,05) dla lat I

LSD_(0,05) for years I

NIR_(0,05) dla sposobu zagospodarowania pola II

LSD_(0,05) for method of field management II

NIR_(0,05) dla koszenia roślin III

LSD_(0,05) for mowing of plants III

NIR_(0,05) dla współdziałania

LSD_(0,05) for interaction

IxII

IxIII

IixIII

IxIixIII

0,30

0,22

0,13

r.n.

0,26

r.n.

0,29

0,13

0,12

0,26

0,25

r.n.

0,15

0,10

0,09

0,21

0,17

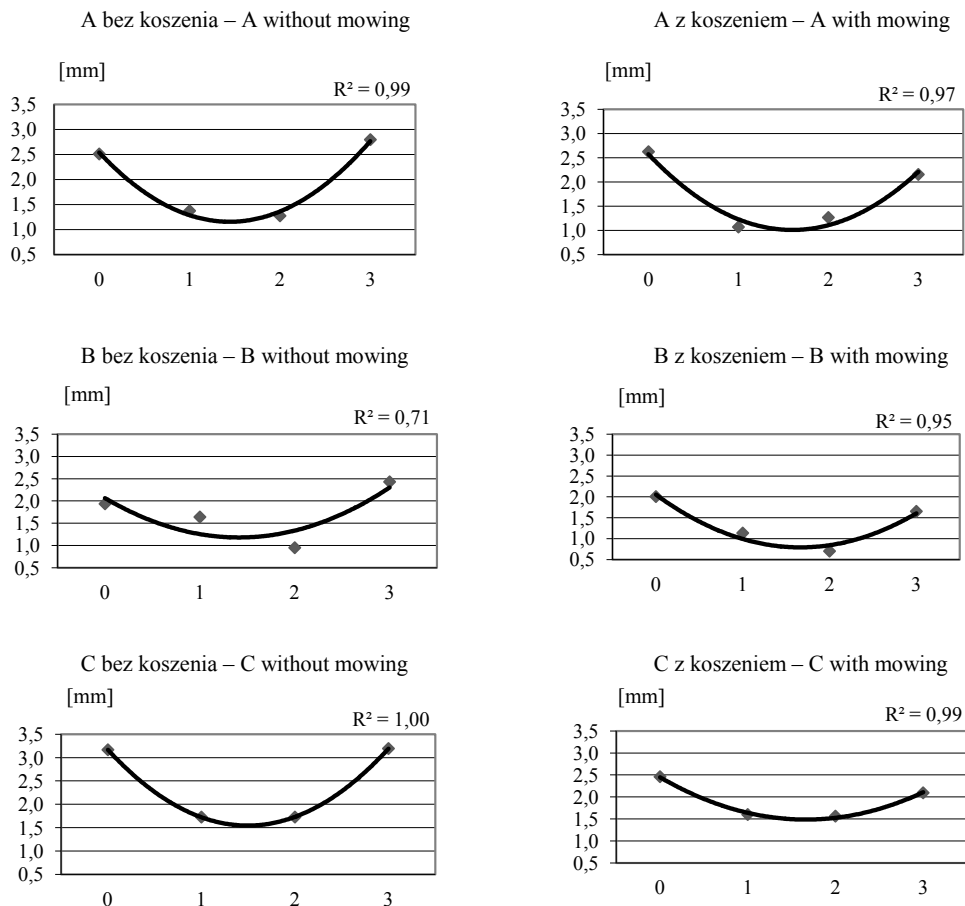
r.n.

0,29

r.n. - różnica nieistotna - not significant difference

a różnica w stosunku do wartości najniższej wykazanej na obiekcie B wynosiła 17,7%. Koszenie roślin na polach istotnie obniżało wartość analizowanej cechy odpowiednio w kolejności dla warstw od najpłytszej o 18,0, 22,7 i 30,9%.

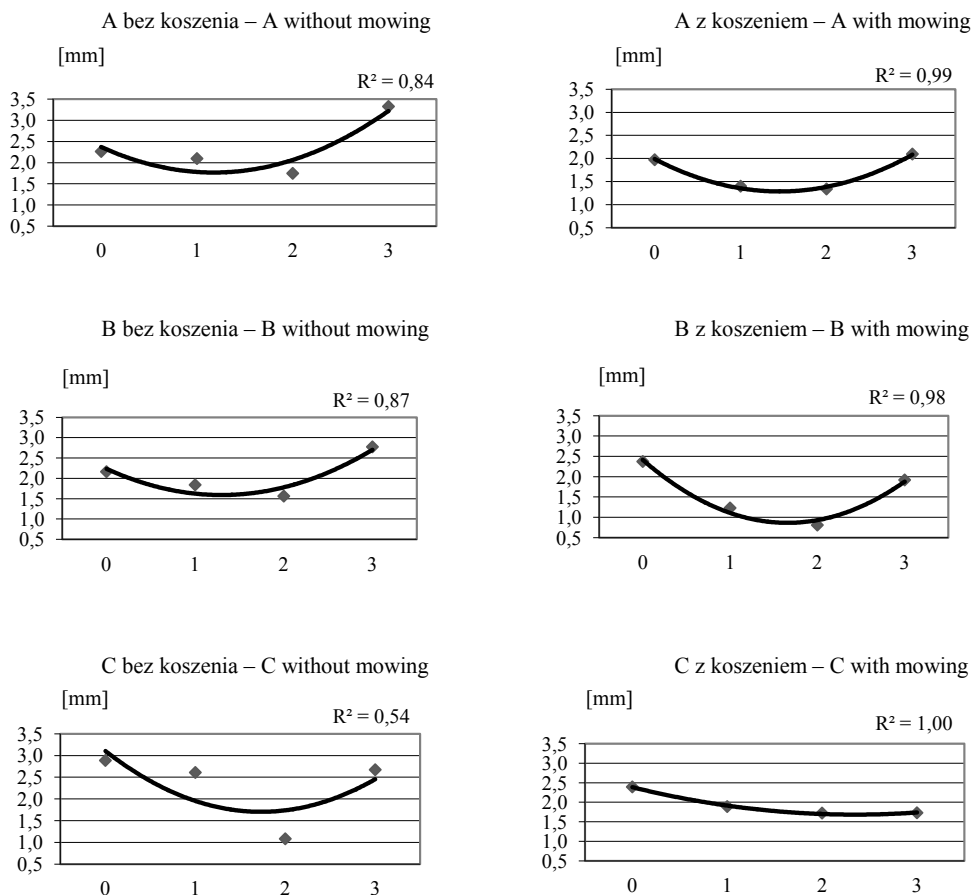
Przy współdziałaniu czasu, jaki upłynął od wyłączenia pola z użytkowania rolniczego ze sposobami zagospodarowania pola jak i postępowania z roślinnością, obserwowano, iż zazwyczaj w pierwszych dwóch latach wartość MWDa zmniejszała się, osiągając w drugim roku najniższą wartość, a w trzecim powróciła do stanu zbliżonego przed zaniechaniem uprawy. Zależność tę obserwowano zarówno dla każdego z badanych sposobów zagospodarowania pola, jak i przy koszeniu lub jego braku roślinności tam występującej.



A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3
 0-3 – objaśnienia na rys. 1 – 0-3 – explanations see fig. 1

Rys. 28. Średnia ważona średnica agregatu (MWDa) gleby średniej w warstwie 0–10 cm w okresie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego
 Fig. 28. Weighted mean of aggregate diameter (MWDa) for medium soil in layer 0–10 cm of field lying fallowed

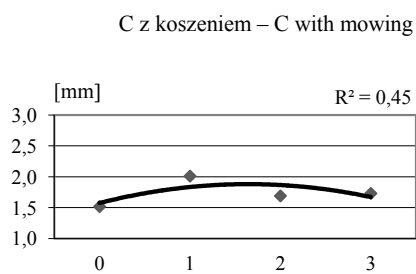
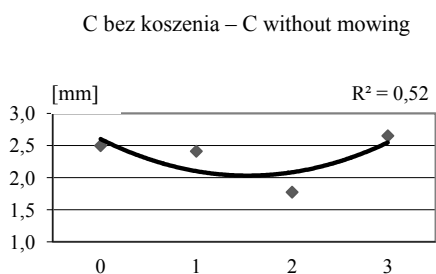
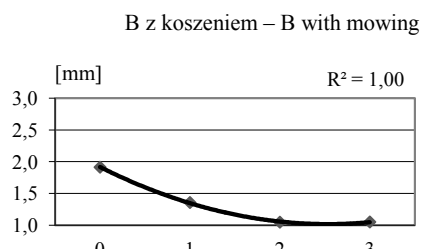
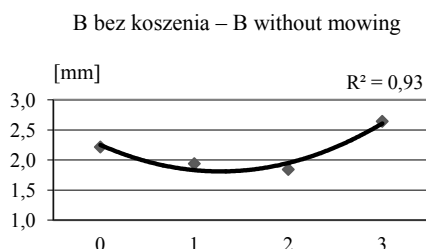
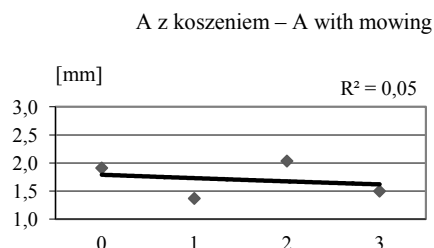
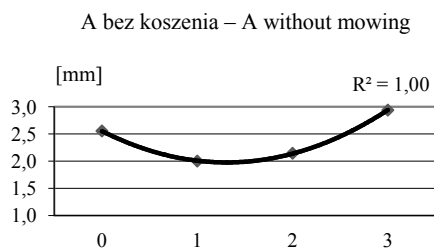
Średnia ważona średnica agregatu wodoodpornego w warstwie 0–10 cm wykazywała wyraźną tendencję do zmniejszenia się w pierwszych dwóch latach badań, a następnie wzrosła w każdym z badanych obiektów (rys. 28). W warstwie 10–20 cm dla obiektu A, B i C bez koszenia tendencje były podobne i tylko dla powierzchni samoistnie zarastającej roślinami po koszeniu linia trendu wskazuje na obniżanie wartości MWDa (rys. 29). Kierunki zmian w wielkości agregatów wodoodpornych w warstwie 20–30 cm dla proponowanych w pracy sposobów zagospodarowania pola po zaniechaniu uprawy dla stanowisk nieskoszonych wykazywały podobny trend (rys. 30). Odmienne ukształtowały się one dla stanowisk, na których nie wykonywano koszenia roślin. Zastosowanie herbicydu na obiekcie A bądź samorzutne zarastanie pola roślinami (obiekt C) nie różnicowały wielkości tego parametru. Trwała okrywa roślinna utworzona przez podsiew (obiekt B) przyczyniła się do systematycznego obniżenia jego wartości.



A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3
0–3 – objaśnienia na rys. 1 – 0–3 – explanations see fig.1

Rys. 29. Średnia ważona średnica agregatu (MWDa) gleby średniej w warstwie 10–20 cm w okresie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego

Fig. 29. Weighted mean of aggregate diameter (MWDa) for medium soil in layer 10–20 cm of field lying fallowed



A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3
 0-3 – objaśnienia na rys. 1 – 0-3 – explanations see fig. 1

Rys. 30. Średnia ważona średnica agregatu (MWDa) gleby średniej w warstwie 20–30 cm w okresie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego

Fig. 30. Weighted mean of aggregate diameter (MWDa) for medium soil in layer 20–30 cm of field lying fallowed

Rezygnacja z uprawy pól na glebie lekkiej, jak i czas trwania bez uprawy, istotnie wpłynął na współczynnik wodoodporności agregatów glebowych w warstwach 0–10 cm i 10–20 cm (tab. 29). Zazwyczaj po początkowym jego wzroście obniżał się w trzecim roku bez uprawy. Na polstkach, na których zastosowano herbicyd (obiekt A), stwierdzono wyraźnie niższy współczynnik wodoodporności (odpowiednio dla warstwy: 85,2, 81,3, 80,1) w porównaniu z pozostałymi zaproponowanymi sposobami zagospodarowania pól (objekty B i C). Różnice były zazwyczaj istotne i wynosiły odpowiednio 3,1, 4,6 i 5,0% dla obiektu B, oraz 6,3, 7,2 i 2,9% dla obiektu C. Dla powierzchni koszonych dla warstwy 0–10 cm i 10–20 cm uzyskano niższą wartość badanego parametru. Dla najgłębszej z badanych warstw gleby stwierdzono zależność odwrotną.

Tabela 29. Współczynnik wodoodporności agregatu (WOD) na glebie lekkiej [%]
Table 29. Aggregate waterproofness factor (WOD) on light soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management II	Koszenie roślin of plants III	Warstwa [cm] Layer														
		0–10					10–20					20–30				
		okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean	okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean	okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean			
A	nie – no	90,0	76,4	92,2	82,8	85,3	70,9	84,7	75,2	81,9	78,2	73,2	80,5	71,1	85,5	77,5
	tak – yes	85,5	76,9	93,2	85,0	85,2	91,9	83,2	76,1	86,3	84,4	87,3	78,1	81,7	83,5	82,7
B	średnio – mean	87,7	76,7	92,7	83,9	85,2	81,4	84,0	75,6	84,1	81,3	80,3	79,3	76,4	84,5	80,1
	nie – no	85,7	87,0	86,0	91,4	87,5	80,4	91,1	91,7	78,4	85,4	82,9	81,0	81,4	81,8	81,8
C	tak – yes	81,5	89,5	91,5	89,6	88,0	71,6	90,8	97,1	80,4	85,0	90,1	80,7	94,2	82,2	86,8
	średnio – mean	83,6	88,2	88,7	90,5	87,8	76,0	91,0	94,4	79,4	85,2	86,5	80,9	87,8	82,0	84,3
Średnio Mean	nie – no	92,7	93,0	95,8	83,8	91,3	92,3	91,6	95,5	90,8	92,5	90,9	81,5	75,0	84,1	82,9
	tak – yes	91,3	92,1	95,2	83,5	90,5	85,3	88,5	83,0	74,1	82,7	90,3	80,0	79,7	78,4	82,1
Średnio Mean	średnio – mean	92,0	92,6	95,5	83,6	90,9	88,8	90,1	89,3	82,4	87,6	90,6	80,8	77,4	81,2	82,5
	nie – no	89,5	85,5	91,3	86,0	88,1	81,2	89,2	87,5	83,7	85,4	82,3	81,0	75,8	83,8	80,7
Średnio Mean	tak – yes	86,1	86,2	93,3	86,0	87,9	82,9	87,5	85,4	80,3	84,0	89,3	79,6	85,2	81,4	83,9
	średnio – Mean	87,8	85,8	92,3	86,0	–	82,1	88,3	86,4	82,0	–	85,8	80,3	80,5	82,6	–

A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

NIR_(0,05) dla lat I

LSD_(0,05) for years I

NIR_(0,05) dla sposobu zagospodarowania pola II

LSD_(0,05) for method of field management II

NIR_(0,05) dla koszenia roślin III

LSD_(0,05) for mowing of plants III

NIR_(0,05) dla współdziałania

LSD_(0,05) for interaction

IxII

IxIII

IIXIII

IxIIXIII

r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

5,12

4,19

r.n.

8,38

r.n.

r.n.

r.n.

4,36

1,78

r.n.

3,55

r.n.

3,34

8,05

r.n.

3,45

2,18

6,89

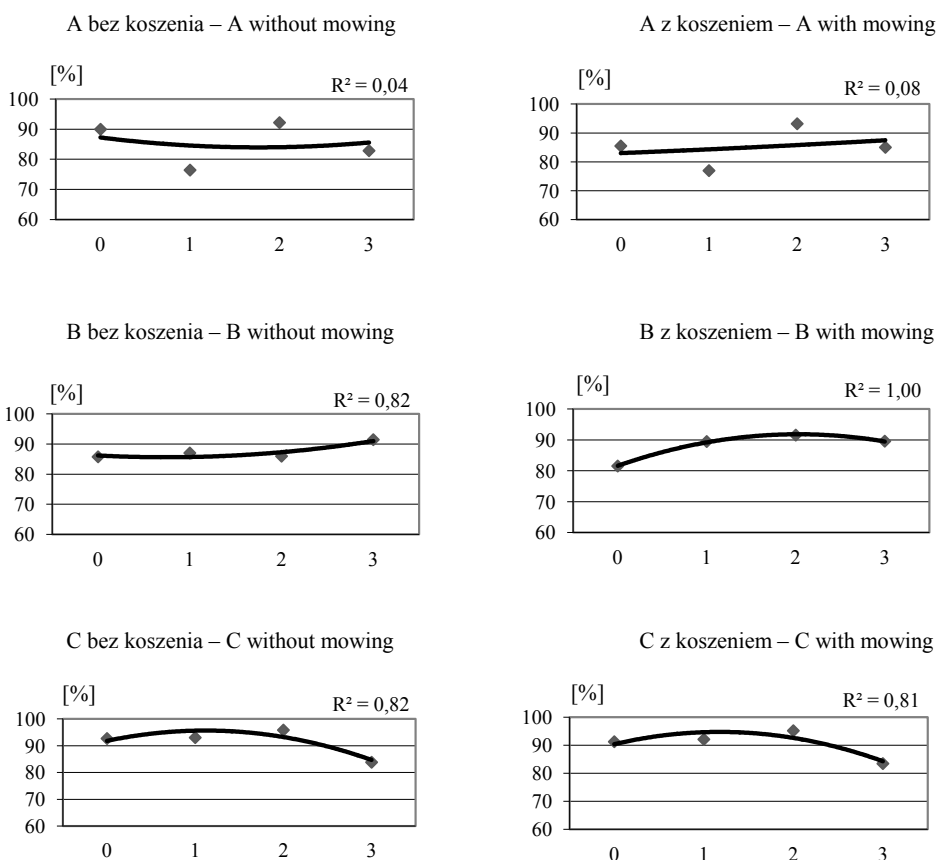
4,37

r.n.

r.n.

W trzyletnim okresie zaniechania użytkowania rolniczego pola – na glebie lekkiej nie wykazano jednoznacznej zależności współdziałania czynników doświadczenia na współczynnik wodoodporności agregatu w badanych warstwach. Najwyższym współczynnikiem wodoodporności dla warstwy 0–10 cm cechowała się gleba w trzecim roku wyłączenia z uprawy w stanowisku z samoistnie tworzącą się okrywą (średnio dla obiektu 95,5) a najniższym na polu w pierwszym roku badań po zastosowaniu Roundupu 360 SL. Różnica wynosiła 24,5%. W warstwach głębszych (10–20 cm i 20–30 cm) najwyższe parametry analizowanej cechy notowano w drugim roku bez uprawy pola, po zastosowaniu wysiewanej okrywy i po jej koszeniu.

Linia trendu obrazująca zmiany wartości współczynnika wodoodporności agregatu w warstwie 0–10 cm pokazuje, iż na obiekcie A były one nieznaczne i niezależne od czasu badań (rys. 31). W stanowisku po zastosowaniu celowego obsiewu z roślin współczynnik utrzymywał tendencję wzrostową, a z samotworzącą się okrywą – spadkową.



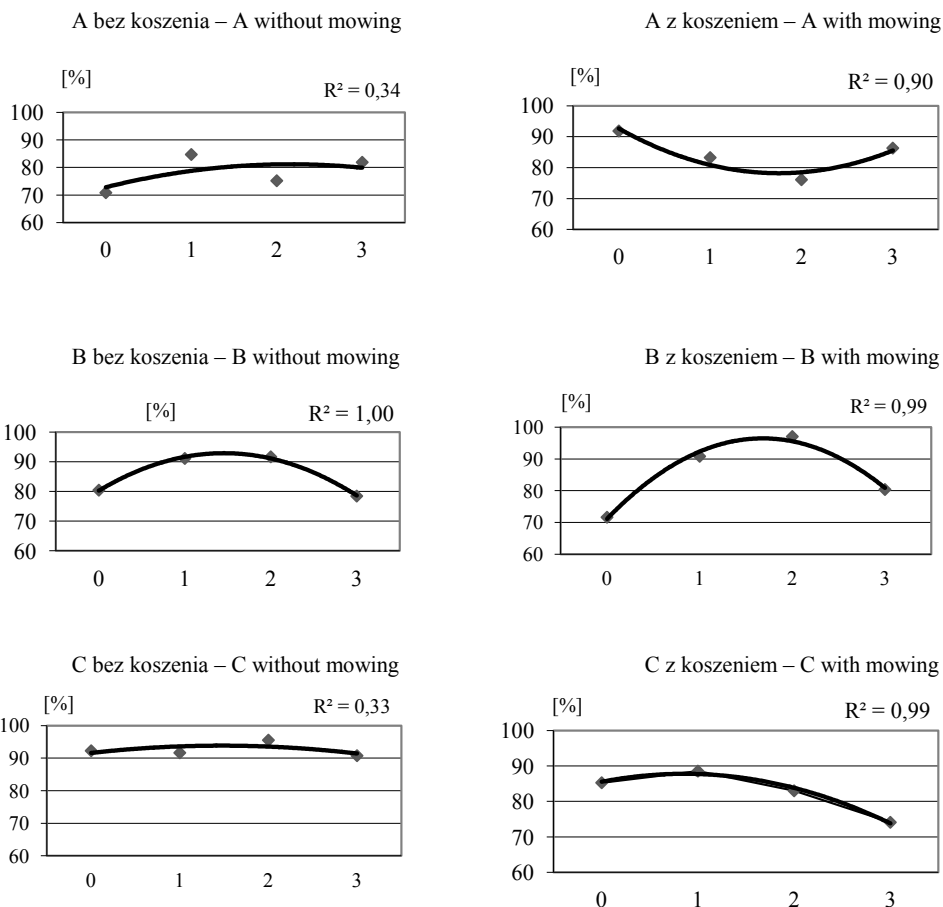
A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3;

0–3 – objaśnienia na rys. 1 – 0–3 – explanations see fig. 1

Rys. 31. Współczynnik wodoodporności agregatu (WOD) dla gleby lekkiej w warstwie 0–10 cm w okresie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego

Fig. 31. Aggregate waterproofness factor (WOD) for light soil in layer 0–10 cm of field lying fallowed

W warstwie 10–20 cm, na niekoszonych obiektach A i C zmiany wartości współczynnika WOD były niewielkie i nie zależały od czasu wyłączenia pola z użytkowania (rys. 32). Jednak po zastosowaniu koszenia w pierwszych dwóch latach od zaniechania uprawy współczynnik obniżył się, a w trzecim wzrósł na obiekcie A oraz utrzymał tendencję spadkową na obiekcie C. Linia trendu obrazująca wpływ czasu występowania wysiewanej okrywy (obiekt B) na analizowaną cechę wskazuje, iż współczynnik WOD wzrastał w pierwszych dwóch latach badań, a następnie zmniejszył się w trzecim.



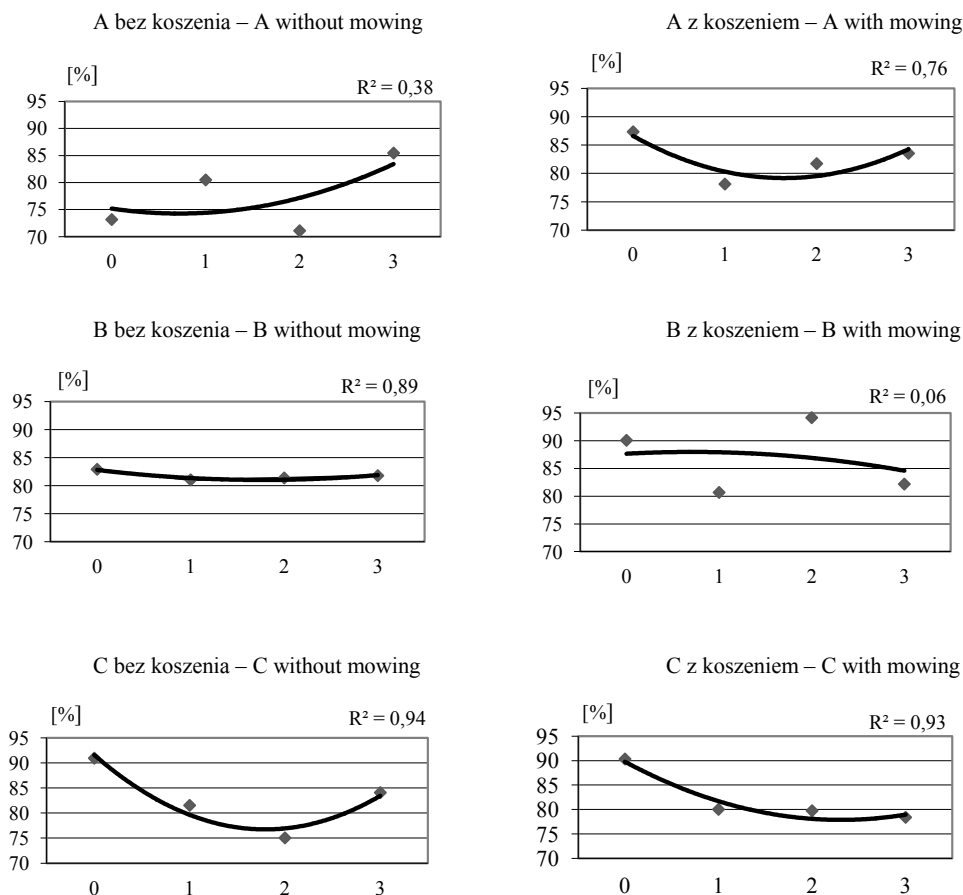
A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

0–3 – objaśnienia na rys. 1 – 0–3 – explanations see fig. 1

Rys. 32. Współczynnik wodoodporności agregatu (WOD) gleby lekkiej w warstwie 10–20 cm w okresie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego

Fig. 32. Aggregate waterproofness factor (WOD) for light soil in layer 10–20 cm of field lying fallowed

Kierunki zmian współczynnika WOD dla gleby lekkiej w warstwie 20–30 cm dla pola zagospodarowanego z użyciem herbicydu bez koszenia są nieproporcjonalne ze wskazaniem do jego wzrostu, a na koszonym po obniżeniu w pierwszym roku w kolejnych latach zaczyna wzrastać (rys. 33). Dla stanowiska z samoistnie tworzącą się okrywą niekoszoną zmiany współczynnika wodoodporności w latach badań były podobne jak dla koszonego obiektu A. Natomiast dla obiektu C po koszeniu parametr ten obniżał się w miarę wydłużania okresu bez uprawy. W stanowisku z wysiewanymi roślinami bez koszenia współczynnika WOD w pierwszym roku obniżył wartość, w kolejnych latach pozostawał na zbliżonym poziomie.



A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3
 0–3 – objaśnienia na rys. 1 – 0–3 – explanations see fig. 1

Rys. 33. Współczynnik wodoodporności agregatu (WOD) gleby lekkiej w warstwie 20–30 cm w okresie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego

Fig. 33. Aggregate waterproofness factor (WOD) for light soil in layer 20–30 cm of field lying fallowed

Tabela 30. Współczynnik wodoodporności agregatu (WOD) na glebie średniej [%]
Table 30. Aggregate waterproofness factor (WOD) on medium soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management II	Koszenie roślin of plants III	Warstwa [cm] Layer																						
		0–10						10–20						20–30										
		okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean			okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean			okres wyłączenia pola (lata) duration of field exclusion (years) I			średnio mean							
0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	
A	nie – no	71,2	67,5	37,8	89,0	66,4	73,5	69,4	48,9	89,3	70,3	68,1	70,3	63,1	85,5	71,8								
	tak – yes	72,3	37,1	40,3	69,1	54,7	57,9	43,0	36,7	64,6	50,6	51,2	45,9	61,4	44,7	50,8								
B	średnio – mean	71,8	52,3	39,1	79,1	60,5	65,7	56,2	42,8	76,9	60,4	59,7	58,1	62,3	65,1	61,3								
	nie – no	57,8	67,5	29,1	74,2	57,1	59,7	68,9	48,4	80,6	64,4	62,7	69,4	54,2	79,9	66,5								
C	tak – yes	57,1	41,7	20,4	34,9	38,5	74,1	40,5	23,7	59,8	49,5	56,7	46,8	38,4	31,9	43,5								
	średnio – mean	57,4	54,6	24,7	54,6	47,8	66,9	54,7	36,0	70,2	57,0	59,7	58,1	46,3	55,9	55,0								
Średnio Mean	nie – no	96,8	68,3	55,0	88,8	77,2	83,1	67,9	37,2	80,3	67,1	77,2	63,1	54,5	81,7	69,1								
	tak – yes	77,8	66,0	45,3	63,9	63,2	81,1	51,4	51,8	47,5	57,9	46,8	54,8	45,0	73,4	55,0								
Średnio Mean	średnio – mean	87,3	67,1	50,1	76,3	70,2	82,1	59,6	44,5	63,9	62,5	62,0	59,0	49,7	77,6	62,1								
	nie – no	75,3	67,7	40,6	84,0	66,9	72,1	68,7	44,9	83,4	67,3	69,3	67,6	57,3	82,4	69,1								
Średnio – Mean	tak – yes	69,1	48,3	35,4	56,0	52,2	71,0	45,0	37,4	57,3	52,7	51,6	49,2	48,3	50,0	49,8								
	średnio – mean	72,2	58,0	38,0	70,0	–	71,6	56,8	41,1	70,3	–	60,5	58,4	52,8	66,2	–								

A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

NIR_(0,05) dla lat I

LSD_(0,05) for years I

NIR_(0,05) dla sposobu zagospodarowania pola II

LSD_(0,05) for method of field management II

NIR_(0,05) dla koszenia roślin III

LSD_(0,05) for mowing of plants III

NIR_(0,05) dla współdziałania

LSD_(0,05) for interaction

IxII
IxIII
IIXIII
IxIIXIII
IxIIXIII
IrxIII
IrxIII

7,97

6,94

4,69

13,88

10,03

r.n.

r.n.

r.n.

7,23

2,16

2,92

4,33

5,84

4,16

10,11

10,11

3,52

3,05

2,06

6,05

4,12

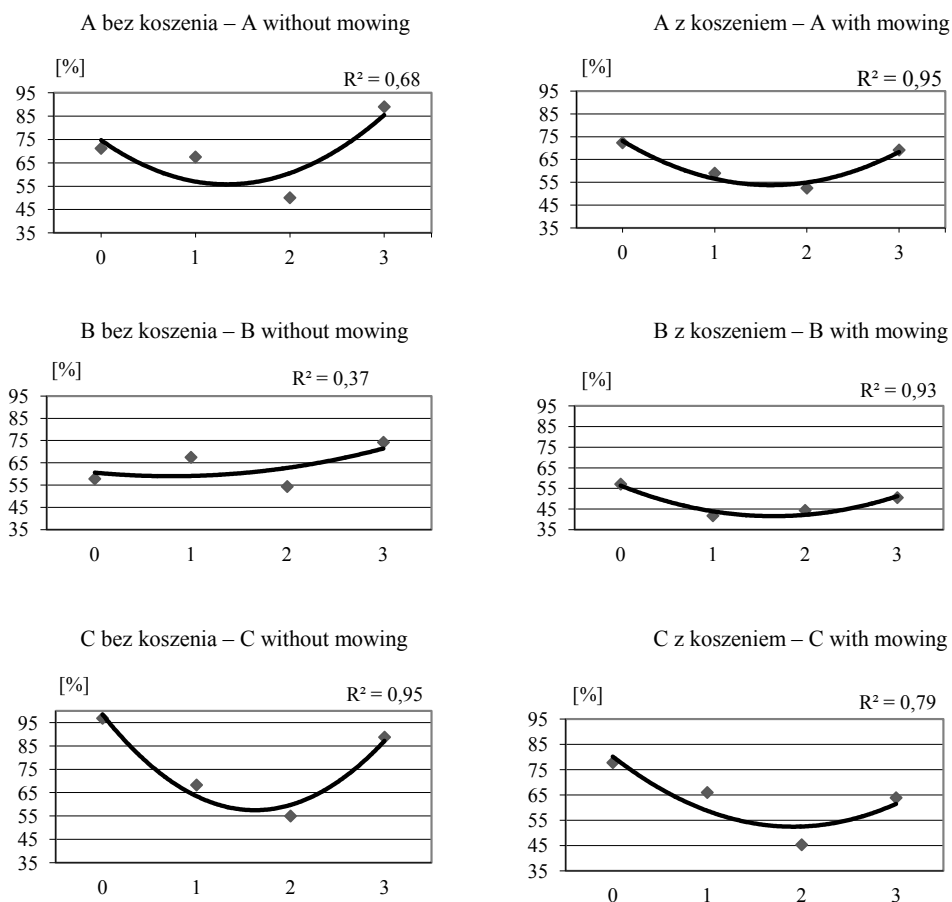
3,56

7,13

7,13

r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

Krótkotrwałe zaniechanie uprawy pola na glebie średniej znacząco różnicowało współczynnik wodoodporności agregatu glebowego (tab. 30). W pierwszych dwóch latach wartość współczynnika WOD istotnie malała w porównaniu ze stanem przed eksperymentem. W trzecim roku wartość tego parametru wzrastała dla każdej badanej warstwy. Takie same zależności utrzymały się także w poszczególnych sposobach utrzymania pola, jak i przy analizowanym postępowaniu z roślinnością w poszczególnych latach trwania eksperymentu. Nieograniczony rozwój roślin na obiekcie C wydawał się dodatnio oddziaływać na wartość tej cechy. W tych warunkach wartość analizowanego parametru była wyższa niż na obiektach A i B dla każdej z warstw. Różnice były zazwyczaj istotne i wynosiły odpowiednio w warstwach 16,0, 3,5 i 1,3% w porównaniu z obiektem A oraz 46,9, 9,6 i 12,9% dla obiektu B. Koszenie roślinności zasiedlającej pola istotnie obniżało wartość analizowanej cechy odpowiednio, w kolejności dla warstw od najpłytszej, o 22,0, 21,7 i 27,9%.

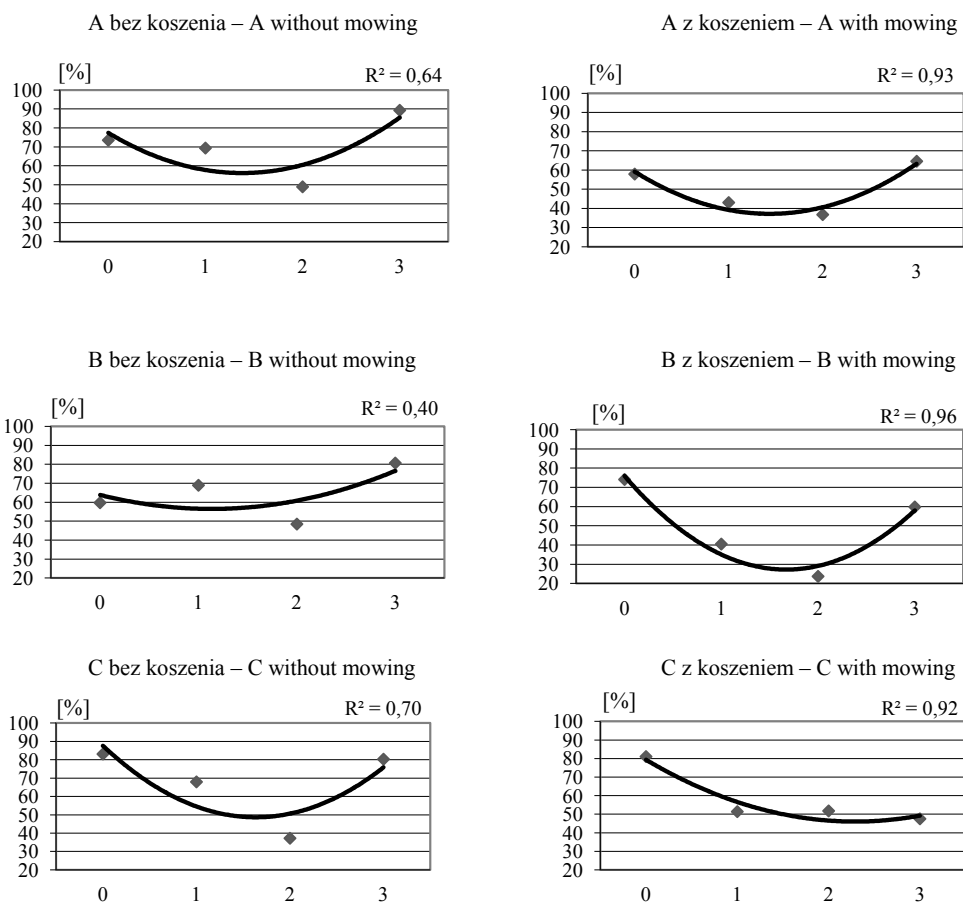


A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3
 0-3 – objaśnienia na rys. 1 – 0-3 – explanations see fig. 1

Rys. 34. Współczynnik wodoodporności agregatu (WOD) gleby średniej w warstwie 0–10 cm w okresie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego

Fig. 34. Aggregate waterproofness factor (WOD) for medium soil in layer 0–10 cm of field lying fallowed

Wykazano istotny wpływ współdziałania czynników doświadczenia na współczynnik wodoodporności agregatu dla gleby średniej. Po dwuletnim okresie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego obserwowano znaczące obniżenie badanej cechy w stosunku do stanu wyjściowego, a różnice w warstwach wynosiły odpowiednio w warstwach: dla obiektu z herbicydem 45,5 i 34,9% oraz nieznaczny wzrost dla warstwy 20–30 cm, dla pola z celowo wysianą okrywą 57,0, 46,2, 22,4%, a dla pola samozarastającego 42,6, 45,8 i 19,8%. Zastosowanie bądź brak zabiegu koszenia roślinności porastającej pola różnicowało daną cechę w latach w każdej z analizowanych warstw gleby. Istotnie najniższym współczynnikiem WOD charakteryzowała się gleba z pola koszonego w drugim roku wyłączenia z uprawy.



A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

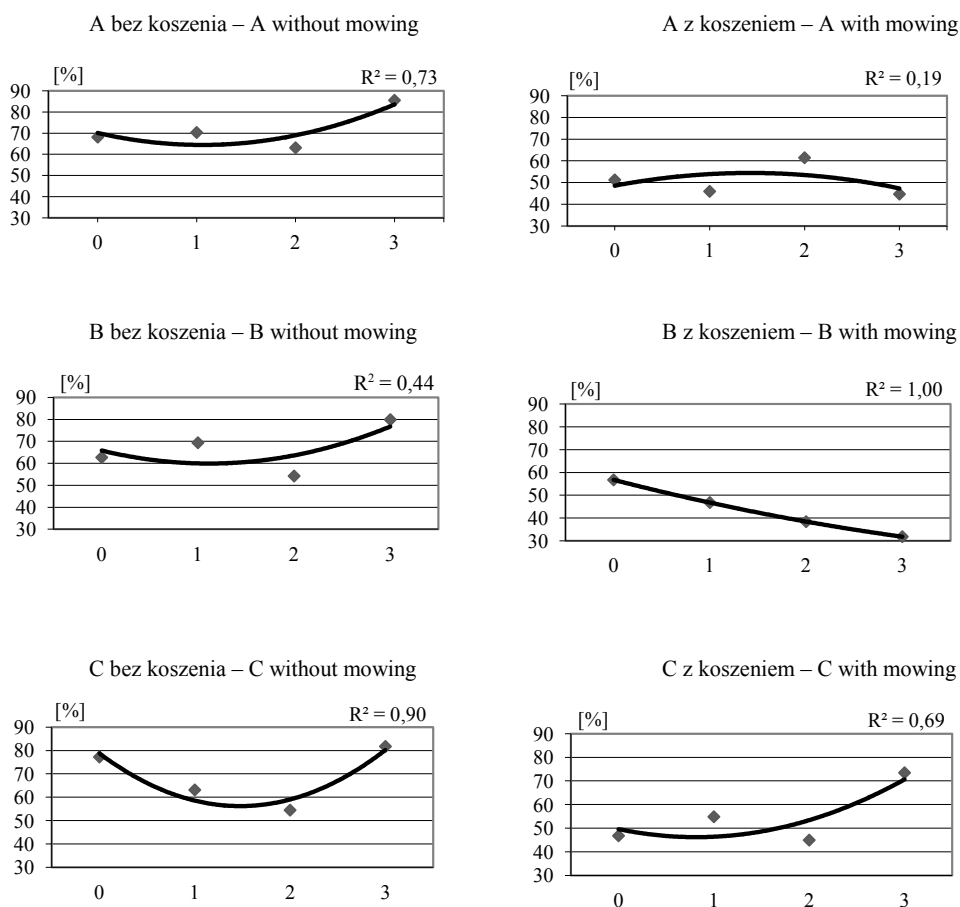
0-3 – objaśnienia na rys. 1 – 0-3 – explanations see fig. 1

Rys. 35. Współczynnik wodoodporności agregatu (WOD) gleby średniej w warstwie 10–20 cm w okresie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego

Fig. 35. Aggregate water proofness factor (WOD) for medium soil in layer 10–20 cm of field lying fallow

Brak trwałej okrywy roślinnej (obiekt A) bądź utworzenie jej w procesie samozarastania pola (obiekt C), w warstwie 0–10 cm, przyczynił się do obniżenia wartości analizowanej cechy w pierwszych dwóch latach, następnie zaś do jej wzrostu (rys. 34). W stanowisku, na którym celowo utworzono trwałą okrywę, współczynnik WOD wykazywał tendencję do wzrostu na powierzchniach bez koszenia i do obniżenia po koszeniu.

Podobieństwa z omówionymi wcześniej obiektami A i C zostały wykazane w warstwie 10–20 cm we wszystkich zaproponowanych wariantach zagospodarowania pola w czasie wyłączenia ich z uprawy, z wyjątkiem obiektu C po koszeniu, na którym wartość ta obniżała się przez cały czas badań (rys. 35). W warstwie 20–30 cm współczynnik WOD zazwyczaj malał w pierwszych dwóch latach badań, a następnie wzrastał w przypadku większości obiektów w doświadczeniu (rys. 36). Wyjątkiem było stanowisko z podsiewaną okrywą roślinnością (obiekt B) po koszeniu, na którym tendencja spadkowa utrzymała się przez cały czas badań.



A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

0-3 – objaśnienia na rys. 1 – 0-3 – explanations see fig. 1

Rys. 36. Współczynnik wodoodporności agregatu (WOD) gleby średniej w warstwie 20–30 cm w okresie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego

Fig. 36. Aggregate waterproofness factor (WOD) for medium soil in layer 20–30 cm of field lying fallowed

4.3. Zmiany w składzie gatunkowym nadziemnej flory zasiedlającej grunty czasowo wyłączone z użytkowania rolniczego

W tabeli 31 zamieszczono listę gatunków roślin, które pojawiły się na polu zlokalizowanym na glebie lekkiej w okresie bez uprawy i występujących w uprawie ziemniaka poprzedzającej ten czas. Zaznaczono w niej rok badań, w jakim dany gatunek wystąpił na polu oraz stałość fitosocjologiczną, jaką uzyskał w poszczególnych obiektach. W składzie flory zasiedlającej pola na glebie lekkiej, w trzyletnim okresie zaniechania ich uprawy, stwierdzono łącznie obecność 58 gatunków reprezentujących 19 rodzin, spośród których *Astraceae* była najliczniej reprezentowaną (14 gatunków). Pole samozarastające (obiekt C) w okresie badań charakteryzowało się dość wysoką bioróżnorodnością flory. Liczba oznaczonych tam gatunków była najwyższa i wynosiła 47 z 58. Wprowadzenie trwałej okrywy z roślin motylkowatych w mieszance z trawami (obiekt B) ograniczało liczbę roślin samoistnie zasiedlających pole. Dla tych powierzchni oznaczono najmniejszą liczbę gatunków w czasie badań (30).

Liczba pojawiających się gatunków oraz nasilenie ich występowania zmieniało się w zależności od długości okresu wyłączenia z użytkowania pola. W pierwszym roku liczba gatunków była zbliżona na wszystkich obiektach i mieściła się w przedziale 19–23 gatunki (tab. 32). Podobnie średnia liczba gatunków na powierzchni badawczej w tym czasie zmieniała się w niewielkim stopniu w zależności od sposobu zagospodarowania pola. Czynniki te różnicowały stałość występowania poszczególnych gatunków. Na powierzchniach z samoistnie odtwarzającą się okrywą roślinną niekoszoną aż 9 gatunków uzyskało IV i V stopień stałości, a po wykonanym zabiegu koszenia liczba gatunków o wysokim stopniu stałości obniżyła się do 6. W tych warunkach wrastała liczba gatunków o niższych klasach stałości. W uprawie ziemniaka poprzedzającej wyłączenie gruntu z użytkowania rolniczego oznaczono 12 gatunków chwastów, wśród których 4 uzyskały IV i V stopień stałości. Średnie pokrycie powierzchni przez spontanicznie zasiedlające pola gatunki roślin jednoliściennych było stosunkowo wysokie na poletkach z samoistnie tworzącą się okrywą roślinną, podobnie to wygląda na poletkach pielęgowanych z wykorzystaniem herbicydu. W stanowisku z roślinnością okrywową wysianą zaobserwowano ograniczenie rozwoju chwastów jednoliściennych, jednak w tych warunkach suma współczynników pokrycia przez gatunki dwuliścienne była najwyższa. Chwasty w ziemniaku występowały w niewielkim nasileniu, o czym świadczą niskie wartości współczynników pokrycia. Wyższe wskaźniki dominacji, świadczące o dużej liczebności niektórych gatunków w stosunku do bogactwa całego zbiorowiska, stwierdzono w pierwszym roku dla pól z posianymi roślinami okrywowymi i w stanowisku utrzymywanym przy użyciu herbicydu koszonym. Z tym związane są wskaźniki różnorodności i równomierności, które uzyskały niższe wartości. W uprawie ziemniaka wskaźnik dominacji miał najniższą wartość, co może świadczyć, iż żaden z gatunków tam występujących nie był dominującym.

Niezależnie od sposobu zagospodarowania pola wyłączonego z rolniczego użytkowania gatunkami dominującymi w pierwszym roku badań były chwasty jednoroczne, charakterystyczne w siedliskach segetalnych (tab. 33), takie jak: *Chenopodium album*, *Echinochloa crusgalli*, *Fallopia convolvulus* i *Setaria pumila*. Skład ten pokrywał się ze składem gatunków występujących na polu w czasie uprawy ziemniaka. W stanowiskach chronionych przed samozarastaniem chwastami poprzez zabieg herbicydowy bądź celowe podsiewanie roślin obfitsze występowanie określono dla *Chenopodium album*, zaś niechronionych – *Fallopia convolvulus* i *Setaria pumila*.

Tabela 31. Lista gatunków roślin oznaczonych w czasie trwania doświadczenia w poszczególnych obiektach na glebie lekkiej
 Table 31. The list of plant species found during the experiment in individual objects on light soil

Gatunki Species	Sposób zagospodarowania pola Method of field management									
	A		B		C		D			
	koszenie roślin – mowing of plants		nie – no		tak – yes		nie – no		tak – yes	
	nie – no	tak – yes	nie – no	tak – yes	nie – no	tak – yes	nie – no	tak – yes	nie – no	tak – yes
Amaranthaceae										
<i>Amaranthus retroflexus</i> L. – An, T, K	1 _I				1 _{II}	2 _I		1 _I		0 _I
Asteraceae										
<i>Coryza canadensis</i> (L.) Cronquist – An, H, T, K	2 _V	3 _V	2 _{III}	3 _I	1 _I		3 _I	1 _I	2 _V	3 _V
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav. – An, T, K	1 _{II}	2 _I	1 _{III}		1 _{III}			1 _{III}	2 _{II}	1 _{II}
<i>Anthemis arvensis</i> L. – An, T, K	1 _I	2 _{II}	1 _I		1 _I			1 _I	2 _{II}	2 _I
<i>Arctium lappa</i> L. – Ap, H, K									2 _{II}	
<i>Artemisia vulgaris</i> L. – Ap, H, W	2 _{II}			2 _{II}		2 _I				3 _{II}
<i>Lactuca serriola</i> L. – An, H, K				3 _{II}		3 _I			2 _{II}	3 _{III}
<i>Taraxacum officinale</i> F. H. Web. – Ap, H, W	2 _{III}	3 _{III}	2 _I	3 _V				2 _V	3 _V	2 _{II}
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop. – Ap, G, W				3 _I			3 _I		3 _I	2 _I
<i>Erigeron acris</i> L. – Ap, H, T, K	2 _I			2 _I					2 _I	3 _I
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers. – An, T, H, K		3 _I		3 _I					3 _I	
<i>Matricaria maritima</i> L. subsp. <i>inodora</i> L. Dostal – An, H, T, K	1 _I				1 _I			1 _I		1 _I
<i>Tanacetum vulgare</i> L. – Ap, H, W							3 _{II}			3 _I
<i>Chamomilla recutita</i> (L.) Rauschert – An, T, K										3 _{II}
<i>Solidago canadensis</i> L. – An, H, G, W										3 _{II}
Boraginaceae										
<i>Anchusa arvensis</i> (L.) M. Bieb. – An, T, H, K	1 _I	2 _I	3 _I	1 _I	3 _I	1 _I		1 _{II}	2 _I	1 _I
Brachythecaceae										
<i>Brachythecium</i> sp.		3 _V			3 _{II}				3 _{III}	3 _{II}
Brassicaceae										
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik. – An, H, T, K	2 _I	3 _{IV}			2 _I	3 _I				2 _{III}
<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl – An, T, K		3 _I						2 _I	3 _{IV}	2 _{II}

Tabela 31 cd.
Table 31 cont.

<i>Raphanus raphanistrum</i> L. – An, T, K	1 _I	1 _I	1 _I	1 _I	1 _I	1 _I		
<i>Erysimum cheiranthoides</i> L. – An, T, K					1 _I	2 _{II}	1 _I	
<i>Barbarea vulgaris</i> R. BR. – Ap, H, K				1 _I				
Caryophyllaceae								
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke – Ap, C, H, W	2 _I							3 _{III}
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill. – Ap, H, T, K								
Chenopodiaceae								
<i>Chenopodium album</i> L. – Ap, T, K	1 _V	2 _{III}	1 _V	2 _{II}	1 _V	2 _V	1 _V	2 _V
Convolvulaceae								
<i>Convolvulus arvensis</i> L. – Ap, G, H, W	3 _I		3 _I					
Equisetaceae								
<i>Equisetum arvense</i> L. – Ap, G, W	1 _{IV}	2 _{II}	3 _I	1 _{IV}	2 _{II}	3 _{III}	1 _{IV}	2 _I
Fabaceae								
<i>Trifolium repens</i> L. – Ap, H, C, W	1 _{III}	2 _I	3 _{II}	1 _{IV}	2 _I	3 _I	1 _{II}	2 _I
<i>Vicia tetrasperma</i> (L.) Schreb. – An, T, K	1 _I	2 _{II}	3 _I	1 _I	3 _I	1 _I	1 _I	2 _{II}
<i>Robinia pseudoacacia</i> L. (juv.) – An, F, W	2 _I			2 _I	3 _I		2 _I	3 _I
<i>Vicia cracca</i> L. – Ap, H, W			3 _{II}					3 _{II}
<i>Lotus corniculatus</i> L. – Ap, H, W			3 _I					3 _{II}
<i>Melilotus alba</i> Medik. – An, T, H, K				2 _I			2 _I	
Geraniaceae								
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hérit. – An, H, T, K	1 _{IV}	2 _{III}	3 _{III}	1 _V	2 _I	3 _{III}	1 _{IV}	2 _{II}
<i>Geranium pusillum</i> Burm. F. ex L. – An, T, K	1 _I	2 _V	3 _V	1 _I	3 _V	1 _{III}	1 _{IV}	2 _{III}
Onagraceae								
<i>Epilobium hirsutum</i> L. – Ap, H, W			3 _I				2 _I	3 _{II}
Papaveraceae								
<i>Papaver rhoeos</i> L. – An, T, K	2 _I			2 _I	1 _I		2 _I	3 _{II}
Poaceae								
<i>Elymus repens</i> (L.) Gould – Ap, G, W	1 _{IV}	2 _V	3 _V	1 _{III}	2 _{III}	3 _{IV}	1 _{II}	2 _{II}
<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult. – An, T, K	1 _V	2 _{II}	3 _{II}	1 _V	2 _{II}	3 _I	1 _V	2 _V
					1 _V	2 _V	3 _{II}	2 _V
					1 _V	2 _V	3 _{II}	3 _{IV}
					1 _V	2 _V	3 _{II}	3 _V
					1 _V	2 _V	3 _{II}	0 _V

Tabela 31 cd.
Table 31 cont.

<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv. – An, T, K	I _{III}	2 _I	I _{III}	2 _I	I _{IV}	I _V	2 _{III}	1 _{IV}	2 _{II}	0 _I		
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop. – An, T, K	I _I	3 _I	I _{III}		I _I	I _I	2 _{II}	I _I	2 _I			
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv. – An, T, K	I _V		I _{IV}		I _{IV}	I _V	2 _I	I _V	2 _{II}	0 _{II}		
<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. Beauv. – An, T, H, K		3 _I	3 _I				3 _{IV}	3 _{IV}	2 _{II}	3 _{III}		
<i>Bromus tectorum</i> L. – An, T, K		3 _I	3 _I					3 _I		3 _I		
<i>Bromus willdenowii</i> Kunth – An, H, W			3 _{II}					3 _{II}		3 _{II}		
<i>Poa annua</i> L. – Ap, H, T, K								3 _I		3 _I		
<i>Dactylis glomerata</i> L. – Ap, H, W						3 _I						
Polygonaceae												
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á. Löve – An, T, K	I _V	2 _I	3 _I	I _V	2 _I	3 _{II}	I _V	3 _I	1 _V	2 _V	3 _{III}	0 _{IV}
<i>Polygonum lapathifolium</i> L. subsp. <i>lapathifolium</i> – Ap, T, K	I _I		I _{II}		I _{IV}		I _V	1 _{II}	2 _{III}	1 _{IV}	2 _{II}	0 _{IV}
<i>Rumex acetosella</i> L. – Ap, H, G, W				3 _I					2 _I	3 _I		
<i>Polygonum aviculare</i> L. – Ap, T, K	I _I											
Primulaceae												
<i>Anagallis arvensis</i> L. – An, T, K			I _{II}		I _{II}		I _{II}		I _{II}			
Scrophulariaceae												
<i>Véronica persica</i> Poit. – An, T, K					I _I			I _I				
<i>Véronica arvensis</i> L. – An, T, K				3 _{II}								
Tiliaceae												
<i>Tilia cordata</i> Mill. (juv.) – Ap, F, W					3 _I				3 _I			
Violaceae												
<i>Viola arvensis</i> Murray – An, T, K	I _{III}	2 _{II}	3 _{III}	1 _{III}	2 _I	3 _V	1 _{III}	I _I	1 _{IV}	2 _{III}	3 _V	0 _{III}

A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3; D – pole uprawne – arable land

N_n – N okres wyłączenia pól z użytkowania (od 1 do 3 lat)/N duration of field exclusion (from 1 to 3 years)

n – stałość fitosocjologiczna/ phytosociological stability

An – antropofit/anthrophyte, Ap – apofit/apophyte, T – terofit/therophyte, H – hemikryptofit/hemicryptophyte, G – geofil/geophyte, C – chamefit zielny/herbaceous chamaephyte, F – fanerofit/phanerophyte, K – gatunek krótkotrwały/short-lived species, W – gatunek wieloletni/perennial species

Tabela 32. Ogólna charakterystyka flory w pierwszym roku wyłączenia pola z użytkowania rolniczego na glebie lekkiej

Table 32. Generally description of flora in the first year of field lying fallowed on light soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management	A		B		C		D
	nie no	tak yes	nie no	tak yes	nie no	tak yes	
Koszenie roślin Mowing of plants							
Średnie pokrycie przez rośliny okrywowe [%] Mean cover with crop plant	0	0	60,5	65	0	0	0
Suma współczynników pokrycia przez rośliny okrywowe Total coefficient of crop plant coverage	0	0	3000	3200	0	0	0
Łączna liczba gatunków Total number of species	19	20	22	23	23	22	12
Liczba gatunków w IV i V klasie stałości Number of species with IV and V constancy class	6	8	7	7	9	6	4
Liczba gatunków w II i III klasie stałości Number of species with II and III constancy class	5	5	5	5	5	6	5
Liczba gatunków w I klasie stałości Number of species with I constancy class	8	7	10	11	9	10	3
Średnie pokrycie przez rośliny jednoliścienne [%] Mean cover with monocotyledons plants	37,5	25,0	17,5	15,0	55,0	55,0	12,5
Średnie pokrycie przez rośliny dwuliścienne [%] Mean cover with dicotyledons plants	50,0	62,5	70,0	70,0	65,0	62,5	15,0
Suma współczynników pokrycia przez rośliny jednoliścienne Total coefficient of coverage of monocotyledons plants	616	416	120	99	1998	1809	68
Suma współczynników pokrycia przez rośliny dwuliścienne Total coefficient of coverage of dicotyledons plants	2427	3575	5378	5356	3402	3503	75
Suma współczynników pokrycia przez rośliny dwuliścienne i jednoliścienne Total coefficient of coverage of dicotyledons and monocotyledons plants	3043	3991	5498	5455	5400	5312	143
Wskaźnik różnorodności Shannona-Wienera Shannon-Wiener diversity index	1,25	1,04	1,09	0,98	1,57	1,55	2,04
Wskaźnik równomierności Homogeneity index	0,42	0,35	0,35	0,32	0,50	0,50	0,82
Wskaźnik dominacji Simpsona Simpson domination index	0,43	0,56	0,51	0,56	0,29	0,28	0,18

A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3; D – pole uprawne – arable land

Tabela 33. Gatunki w V i IV klasie stałości w pierwszym roku wyłączenia pola z użytkowania rolniczego na glebie lekkiej
 Table 33. Species with V and IV constancy class in the first year of field lying fallowed on light soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management	A				B				C				D	
	nie no		tak yes		nie no		tak yes		nie no		tak yes			
	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W
<i>Chenopodium album</i> L.	V	1885	V	2935	V	3800	V	4000	V	550	V	900	V	34
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á. Löve	V	432	V	456	V	490	V	505	V	2320	V	2250	IV	11
<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult.	V	55	V	60	V	60	V	60	V	1535	V	1310	V	55
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	V	448	V	265	IV	26	IV	26	V	307	V	432		
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hérit.	IV	32	IV	41	V	773	IV	574	IV	34		+		+
<i>Equisetum arvense</i> L.		+	IV	49	IV	214		+	IV	40		+		+
<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.		+		+		-	IV	7	V	54	IV	44		+
<i>Polygonum lapathifolium</i> L. subsp. <i>lapathifolium</i>		+		+	IV	43		+	V	408	IV	218	IV	22
<i>Viola arvensis</i> Murray		+	IV	7		+		+	IV	7		+		+
<i>Elymus repens</i> (L.) Gould	IV	97		+		+		+		+		+		+
<i>Trifolium repens</i> L.		+	IV	31		+		+		+		+		-
<i>Geranium pusillum</i> Burm. F. ex L.		+		+		+	IV	7		+		-		-

A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3; D – pole uprawne – arable land
 S – stałość fitosocjologiczna – constancy class W – współczynnik pokrycia – coverage index
 + gatunki występujące w I, II, III klasie stałości – species in I, II, III constancy class
 - występowania gatunku nie stwierdzono – species were not occurred

W drugim roku trwania wyłączenia pól z użytkowania, szczególnie na obiektach z samoodtwarzającą się okrywą roślinną, zwiększyła się liczba zasiedlających je gatunków – do 28 (tab. 34). Widać także korzystny wpływ na ograniczanie rozwoju chwastów celowo posianych roślin okrywowych poprzez ograniczenie ich liczby do zaledwie 3 gatunków. Na tych polach nasilenie występowanie roślinności synantropijnej określone sumą współczynników pokrycia, zarówno gatunkami jedno-, jak i dwuliściennymi w odniesieniu do stanowisk samozarastających i utrzymywanych przy użyciu herbicydu było znikome. Wskaźnik różnorodności przyjmował wartości od 0,55 do 2,09. Najniższą wartość stwierdzono na obiekcie B koszonym, najwyższą na polu samoistnie zarastającym bez koszenia.

Tabela 34. Ogólna charakterystyka flory w drugim roku wyłączenia pól z użytkowania rolniczego na glebie lekkiej

Table 34. Generally description of flora in the second year of fields lying fallowed on light soil

Sposób zagospodarowania pól Method of fields management	A		B		C	
	nie no	tak yes	nie no	tak yes	nie no	tak yes
Koszenie roślin Mowing of plants						
Średnie pokrycie przez rośliny okrywowe [%] Mean cover with crop plant	0	0	67,5	75	0	0
Suma współczynników pokrycia przez rośliny okrywowe Total coefficient of crop plant coverage	0	0	5500	6750	0	0
Łączna liczba gatunków Total number of species	21	17	3	3	28	19
Liczba gatunków w IV i V klasie stałości Number of species with IV and V constancy class	2	0	0	0	4	5
Liczba gatunków w II i III klasie stałości Number of species with II and III constancy class	9	5	1	1	14	12
Liczba gatunków w I klasie stałości Number of species with I constancy class	10	12	2	2	10	3
Średnie pokrycie przez rośliny jednoliścienne [%] Mean cover with monocotyledons plants	15	18	0	0	30	34
Średnie pokrycie przez rośliny dwuliścienne [%] Mean cover with dicotyledons plants	55	15	5	2	62	66
Suma współczynników pokrycia przez rośliny jednoliścienne Total coefficient of coverage of monocotyledons plants	504	418	0	0	1433	1952
Suma współczynników pokrycia przez rośliny dwuliścienne Total coefficient of coverage of dicotyledons plants	2174	813	34	14	2409	2780
Suma współczynników pokrycia przez rośliny dwuliścienne i jednoliścienne Total coefficient of coverage of dicotyledons and monocotyledons plants	2678	1231	34	14	3842	4732
Wskaźnik różnorodności Shannona-Wienera Shannon-Wiener diversity index	1,41	1,92	1,09	0,55	2,09	1,72
Wskaźnik równomierności Homogeneity index	0,46	0,68	0,99	0,50	0,63	0,58
Wskaźnik dominacji Simpsona Simpson domination index	0,37	0,17	0,34	0,54	0,19	0,25

A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

W drugim roku zaniechania uprawy na glebie lekkiej stwierdzono zmniejszenie częstości występowania chwastów oraz zmiany w składzie gatunkowym flory (tab. 35). Wyraźnie widać ustępowanie typowych gatunków segetalnych i wkraczanie gatunków charakterystycznych dla miejsc ruderalnych (*Conyza canadensis*) oraz wieloletnich (*Elymus repens*, *Taraxacum officinale*). Po zagospodarowaniu pól z wykorzystaniem herbicydu nieselektywnego, w porównaniu z obiektem samozarastającym, obserwowano ograniczenie rozwoju roślin z grupy krótkotrwałych gatunków jednoliściennych, których status zmienił się z gatunków stałych na sporadyczne. Gatunkami o dużej stałości (V i IV stopień) były w drugim roku wyłączenia pól *Setaria pumila*, *Chenopodium album*, *Conyza canadensis* i *Taraxacum officinale* na polu samozarastającym, natomiast na obiekcie herbicydowym dominował *Elymus repens* i *Conyza canadensis*. Na polu z wysiewaną rośliną okrywową to ona dominowała – ograniczając zarówno liczbę chwastów, jak i pokrycie przez nie gleby.

Tabela 35. Gatunki w V i IV klasie stałości w drugim roku wyłączenia pola z użytkowania rolniczego na glebie lekkiej

Table 35. Species with V and IV constancy class in the second year of field lying fallowed on light soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management	A				B				C			
	nie no		tak yes		nie no		tak yes		nie no		tak yes	
Gatunki Species	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	V	1485	+		-		-		V	735	V	640
<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult		+	+		-		-		V	1345	V	1850
<i>Chenopodium album</i> L.		+	+		-		-		V	660	V	650
<i>Taraxacum officinale</i> F. H. Web.		+	+		-		-		V	97	IV	76
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á. Löve		+	+		-		-		+		V	1135
<i>Elymus repens</i> (L.) Gould	V	490	+		-		-		+			+

A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

S – stałość fitosocjologiczna – constancy class W – współczynnik pokrycia – coverage index

+ gatunki występujące w I, II, III klasie stałości – species in I, II, III constancy class

- występowania gatunku nie stwierdzono – species were not occurred

W trzecim roku wyłączenia z użytkowania skala zjawiska nasiliła się (tab. 36). Na polu bez jakiegokolwiek interwencji (obiekt C bez koszenia) oznaczono aż 32 gatunki roślin pojawiających się spontanicznie. Po tym czasie zwiększyła się również liczba gatunków stałych i częstych (V i IV klasa stałości). W tym stanowisku obserwowano także wzrost sumy współczynników pokrycia przez rośliny dwuliścienne przy jednoczesnym zmniejszeniu znaczenia traw. Zabieg koszenia zmniejszał zróżnicowanie gatunkowe ładu, jak również nasilenie występowania samorzutnie pojawiających się roślin, szczególnie na obiekcie C. Związany z tym jest ściśle wskaźnik dominacji, dla którego uzyskano niższe wartości oraz jednoczesny wzrost wartości wskaźnika różnorodności i równomierności.

Tabela 36. Ogólna charakterystyka flory w trzecim roku wyłączenia pola z użytkowania rolniczego na glebie lekkiej

Table 36. Generally description of flora in the third years of field lying fallowed on light soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management	A		B		C	
	nie no	tak yes	nie no	tak yes	nie no	tak yes
Koszenie roślin Mowing of plants						
Średnie pokrycie przez rośliny okrywowe [%] Mean cover with crop plant	0	0	90	95	0	0
Suma współczynników pokrycia przez rośliny okrywowe Total coefficient of crop plant coverage	0	0	4684	5563	0	0
Łączna liczba gatunków Total number of species	24	24	7	3	32	28
Liczba gatunków w IV i V klasie stałości Number of species with IV and V constancy class	5	6	0	0	8	7
Liczba gatunków w II i III klasie stałości Number of species with II and III constancy class	8	6	3	1	11	11
Liczba gatunków w I klasie stałości Number of species with I constancy class	11	12	4	2	13	10
Średnie pokrycie przez rośliny jednoliścienne [%] Mean cover with monocotyledons plants	17,5	22	1	1	20	29
Średnie pokrycie przez rośliny dwuliścienne [%] Mean cover with dicotyledons plants	55	60	4	5	66	62
Suma współczynników pokrycia przez rośliny jednoliścienne Total coefficient of coverage of monocotyledons plants	203	382	2	10	581	448
Suma współczynników pokrycia przez rośliny dwuliścienne Total coefficient of coverage of dicotyledons plants	1280	1736	93	30	3759	2764
Suma współczynników pokrycia przez rośliny dwuliścienne i jednoliścienne Total coefficient of coverage of dicotyledons and monocotyledons plants	1483	2118	95	40	4340	3212
Wskaźnik różnorodności Shannona-Wienera Shannon-Wiener diversity index	2,09	2,01	1,27	1,04	1,63	1,76
Wskaźnik równomierności Homogeneity index	0,66	0,63	0,65	0,95	0,47	0,53
Wskaźnik dominacji Simpsona Simpson domination index	0,22	0,22	0,36	0,38	0,42	0,37

A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

Po trzech latach bez uprawy w największym nasileniu na obiekcie herbicydowym występowały *Elymus repens*, *Conyza canadensis* oraz *Geranium pusillum* (tab. 37), dla których współczynnik pokrycia mieścił się w przedziale 157–835. Na polu samozarastającym największą wartość współczynnika pokrycia stwierdzono w przypadku *Conyza canadensis* (1990 w stanowisku koszonym i 2750 niekoszonym).

Tabela 37. Gatunki w V i IV klasie stałości w trzecim roku wyłączenia pola z użytkowania rolniczego na glebie lekkiej

Table 37. Species with V and IV constancy class in the third year of field lying fallowed on light soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management	A				B				C			
	nie no		tak yes		nie no		tak yes		nie no		tak yes	
Gatunki Species	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	V	670	V	835	+		-		V	2750	V	1900
<i>Elymus repens</i> (L.) Gould	V	157	IV	274	+		-		V	255	V	281
<i>Equisetum arvense</i> L.	+		IV	64	+		+		+		+	
<i>Geranium pusillum</i> Burm. F. ex L.	V	237	V	403	-		-		+		IV	44
<i>Viola arvensis</i> Murray	+		V	91	-		-		V	55	V	100
<i>Taraxacum officinale</i> F. H. Web.	+		V	45	-		-		V	82	IV	50
<i>Trifolium repens</i> L.	+		+		-		-		IV	216	IV	89
<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. Beauv.	+		+		-		-		IV	266	+	
<i>Brachythecium</i> sp.	V	120	+		-		-		+		+	
<i>Lactuca serriola</i> L.	-		+		+		-		IV	43	+	
<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult	+		+		-		-		+		IV	44
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	IV	52	+		-		-		-		+	
<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl	+		-		-		-		IV	91	+	

A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

S – stałość fitosocjologiczna – constancy class W – współczynnik pokrycia – coverage index

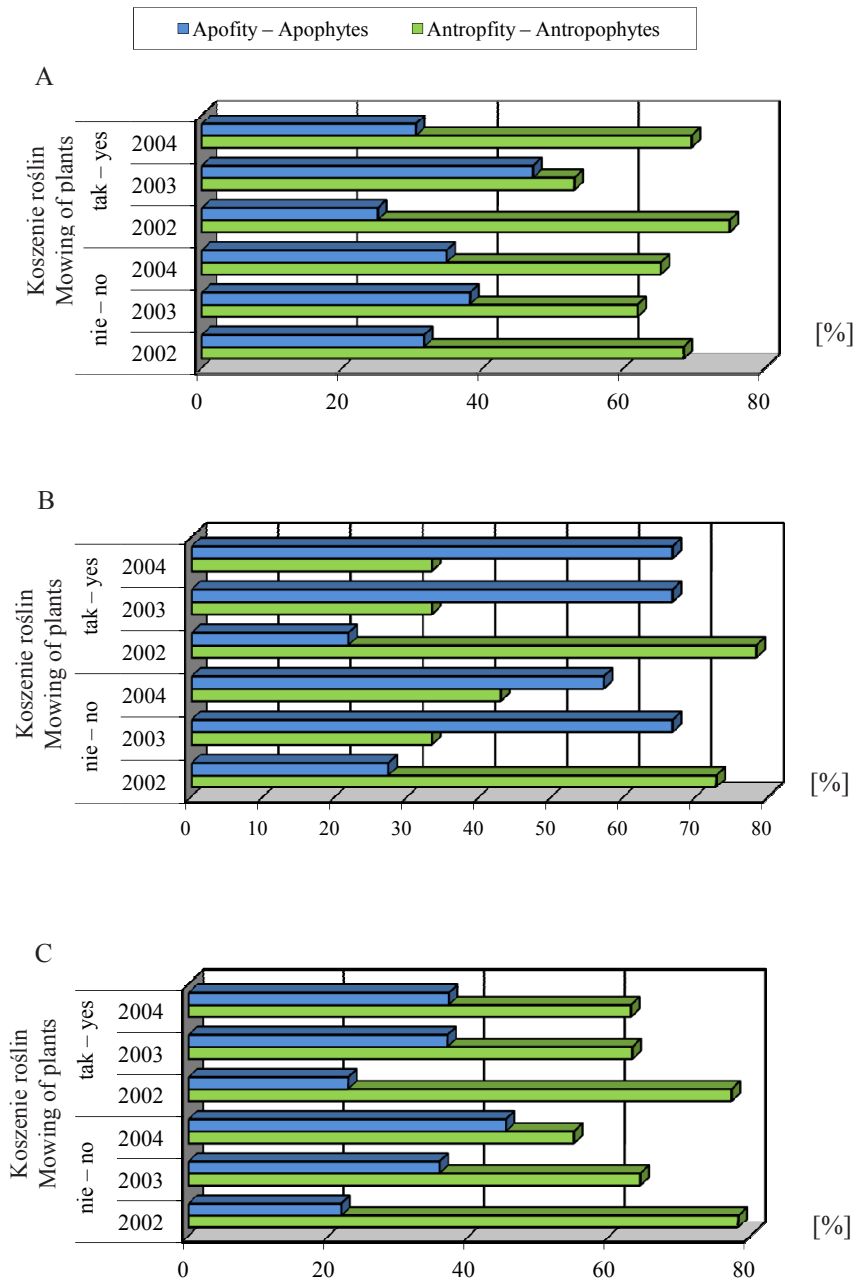
+ gatunki występujące w I, II, III klasie stałości – species in I, II, III constancy class

- występowania gatunku nie stwierdzono – species were not occurred

W pierwszym roku wyłączenia pól z użytkowania we florze dominowały gatunki z grupy antropofitów, do których należą typowe chwasty pól uprawnych (rys. 37). W miarę wydłużania czasu zaniechania uprawy pól obserwowano wzrost udziału we florze gatunków miejscowych (apofitów).

Także analiza spektrum biologicznego (rys. 38) wykazała ścisłą zależność długości okresu zaniechania uprawy pól i udziału poszczególnych grup biologicznych we florze na tych gruntach. W trzyletnim okresie zaniechania rolniczego użytkowania obserwowano we florze wzrost udziału gatunków należących do hemikryptofitów i geofitów, zaś ubywanie terofitów. Już od drugiego roku notowano na obiektach samozarastających niekoszonych pojawianie się niezdrewniałych siewek drzew (fanerofitów).

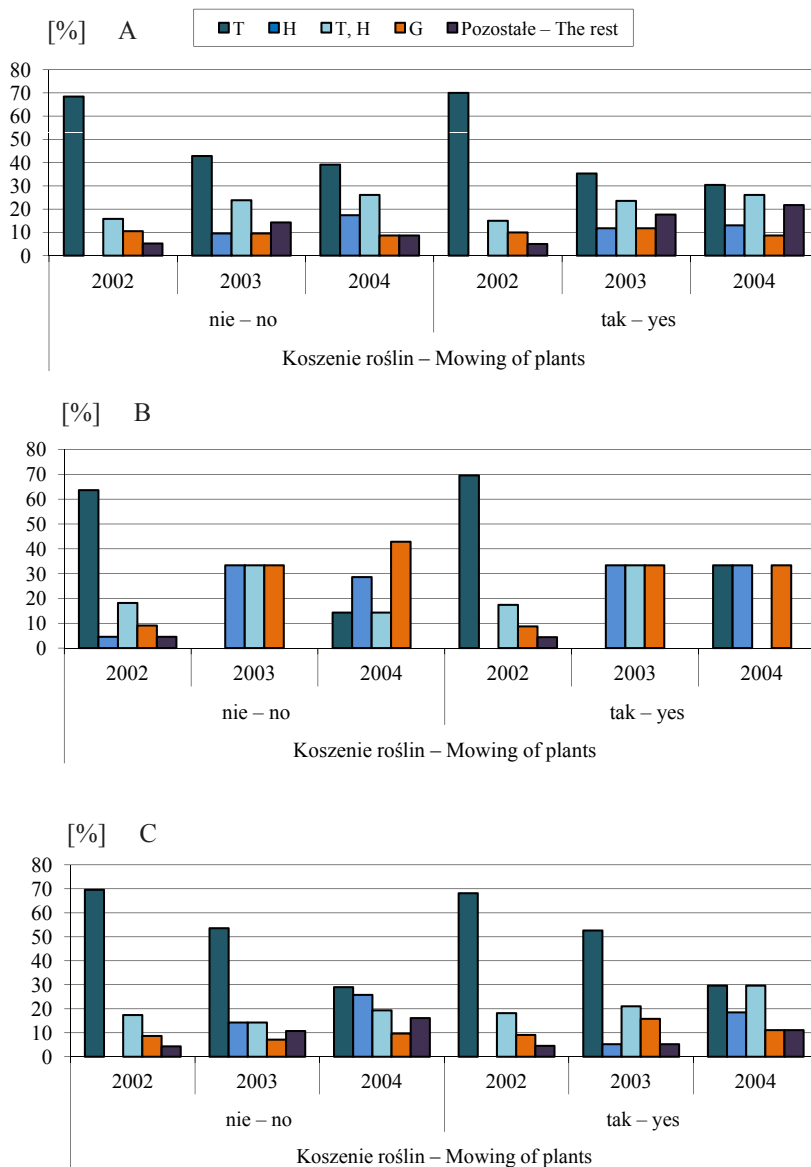
W pierwszym roku widać wyraźną dominację krótkotrwałych gatunków nasiennych oraz ich stopniowy zanik w miarę upływu czasu, na rzecz taksonów wieloletnich, o formach życiowych umożliwiających przetrwanie w trudniejszych warunkach (rys. 39).



A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

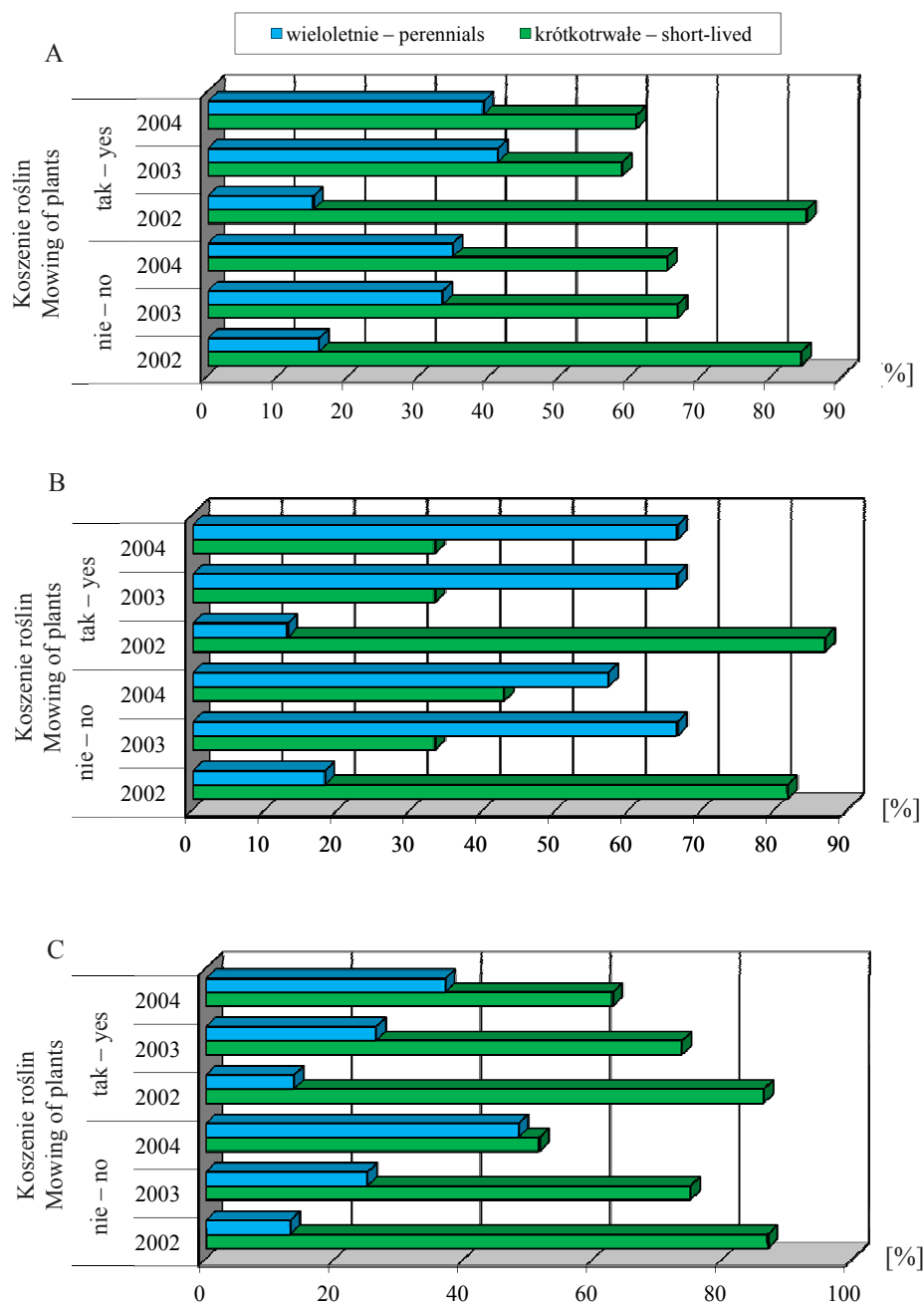
Rys. 37. Udział grup geograficzno-historycznych we florze pól wyłączonych z użytkowania rolniczego na glebie lekkiej

Fig. 37. Share of geographical and historical groups in the flora of fields lying fallowed on light soil



T – terofity – therophytes; H – hemikryptofty – hemicryptophytes; G – geofity – geophytes
 A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

Rys. 38. Udział form życiowych we florze pól wyłączonych z użytkowania rolniczego na glebie lekkiej
 Rys. 38. Share of life forms in the flora of fields lying fallowed on light soil



A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

Rys. 39. Trwałość gatunków we florze pól wyłączonych z użytkowania rolniczego w warunkach gleby lekkiej

Fig. 39. Species stability in the flora of fields lying fallowed in light soil conditions

Tabela 38. Lista gatunków roślin oznaczonych w czasie trwania doświadczenia w poszczególnych obiektach na glebie średniej
 Table 38. The list of plant species found during period of the experiment in individual objects on medium soil

Gatunki Species	Sposób zagospodarowania pola Method of field management												D			
	A			B			C			D						
	nie - no	tak - yes	nie - no	tak - yes	nie - no	tak - yes	nie - no	tak - yes	nie - no	tak - yes	nie - no	tak - yes				
Amaranthaceae																
<i>Amaranthus retroflexus</i> L. - An, T, K	1 _V	2 _I	3 _I	1 _V	2 _I	3 _I	1 _V	2 _I	3 _I	1 _{IV}	2 _I	3 _I	1 _V	2 _I	3 _I	0 _V
Asteraceae																
<i>Galinosa parviflora</i> Cav. - An, T, K	1 _{IV}	2 _I	3 _{III}	1 _{IV}	2 _{IV}	3 _{III}	1 _{IV}	2 _I	3 _I	1 _{II}	2 _{II}	3 _{II}	1 _{IV}			3 _V
<i>Matricaria maritima</i> L. subsp. <i>inodora</i> L. Dostal - An, H, T, K	1 _V	2 _V	3 _{IV}	1 _{IV}	2 _{IV}	3 _{IV}	1 _{IV}	2 _V	3 _I	1 _V	2 _V	3 _V	1 _{IV}	2 _V	3 _V	0 _V
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop. - Ap, G, W	1 _I	2 _I		1 _I	2 _I	3 _I	1 _I	2 _I	3 _{II}	1 _{II}	2 _I	3 _{II}	1 _I	2 _{III}	3 _{III}	
<i>Galinsoga ciliata</i> (Raf.) S. F. Blake - An, T, K	1 _{IV}			1 _{II}	2 _I		1 _{II}	2 _I	3 _{III}	1 _{II}	2 _I	3 _{III}	1 _{III}	2 _I	3 _{II}	
<i>Lactuca serriola</i> L. - An, H, K	2 _I	3 _I		3 _{IV}			3 _{III}			3 _{III}	2 _I	3 _{II}	2 _{III}	3 _V		
<i>Artemisia vulgaris</i> L. - Ap, H, W	3 _I			3 _{IV}	2 _I	3 _{III}	3 _I	1 _I	2 _I	3 _I	1 _I	2 _I	3 _{III}	2 _I	3 _{II}	
<i>Centaurea cyanus</i> L. - An, T, H, K	1 _I	2 _I	3 _I	3 _I	1 _I		3 _I	1 _I					1 _I	1 _I	2 _I	
<i>Coryza canadensis</i> (L.) Cronquist - An, H, T, K	2 _{III}	3 _{IV}		3 _{IV}	1 _I	3 _I	1 _{IV}	1 _I	3 _I	3 _{II}	2 _{IV}	3 _V	1 _I	2 _V	3 _V	
<i>Arctium lappa</i> L. - Ap, H, K				3 _I	1 _I	3 _I	1 _I	2 _I	3 _I	1 _I	2 _I	3 _I	1 _{II}	2 _I	3 _I	
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill - An, T, K	1 _{II}			3 _{II}	1 _I	2 _I							3 _{II}	2 _I	3 _I	
<i>Tanacetum vulgare</i> L. - Ap, H, W	2 _I			3 _I									3 _I		3 _I	
<i>Taraxacum officinale</i> F. H. Web. - Ap, H, W	2 _{II}	3 _V		2 _{II}	3 _V						2 _{III}	3 _{IV}	2 _{IV}	3 _V		
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers. - An, T, H, K	3 _I			3 _I					3 _I				3 _I		3 _I	
<i>Solidago canadensis</i> L. - An, H, G, W	3 _I			3 _I							2 _I	3 _I	2 _I	3 _I		
<i>Chamomilla suaveolens</i> (Pursh) Rydb. - An, T, K										1 _I			1 _{II}			0 _I
<i>Achillea millefolium</i> L. s. str. - Ap, H, W											2 _I	3 _I			3 _I	
<i>Sonchus arvensis</i> L. - Ap, G, H, W	3 _I											3 _{III}			3 _I	
<i>Cirsium oleraceum</i> (L.) Scop. - Ap, H, W															3 _I	
<i>Erigeron acris</i> L. - Ap, H, T, K				3 _{III}												
<i>Inula britannica</i> L. - Ap, H, W																3 _I

Tabela 38 cd.
Table 38 cont.

Boraginaceae									
<i>Anchusa arvensis</i> (L.) M. Bieb. – An, H, T, K	1 _I	2	3	1 _I	2 _I	3 _I	1 _I		
Brachytheciaceae									
<i>Brachythecium</i> sp.			3 _{III}				3 _{III}		3 _{III}
Brassicaceae									
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik. – An, H, T, K	1 _{IV}	2 _{III}	3 _{III}	1 _{II}	2 _{II}	3 _{III}	1 _{IV}		
<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl – An, T, K	1 _{IV}	2 _{II}	3 _I	1 _{III}	2 _{II}	3 _I	1 _{III}	3 _I	1 _{IV}
<i>Thlaspi arvense</i> L. – An, T, H, K	1 _{III}	2 _I	3 _I	1 _{III}	2 _I	3 _I	1 _{II}	2 _{II}	1 _{IV}
<i>Brassica napus</i> L. subsp. <i>napus</i> – An, T, K	1 _{IV}	2 _I		1 _{III}	2 _{II}	3 _I	1 _{III}	1 _{IV}	1 _{IV}
<i>Sisymbrium officinale</i> (L.) Scop. – An, T, K							1 _I		
Caryophyllaceae									
<i>Spergula arvensis</i> L. – An, T, K	1 _{II}		3 _I	1 _V	2 _I		1 _I		1 _I
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill. – Ap, H, T, K						3 _{II}	1 _{II}		3 _I
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke – Ap, C, H, W								2 _I	3 _I
<i>Cerastium arvense</i> L. s. str. – Ap, C, W									3 _I
Chenopodiaceae									
<i>Chenopodium album</i> L. – Ap, T, K	1 _V	2 _{III}	3 _{II}	1 _V	2 _{III}	3 _{II}	1 _V	2 _I	1 _V
							3 _I	1 _V	2 _{III}
								3 _{II}	3 _{II}
									0 _{II}
Euphorbiaceae									
<i>Euphorbia helioscopia</i> L. – An, T, K	1 _I			1 _{II}			1 _I	2 _I	1 _I
									0 _I
Equisetaceae									
<i>Equisetum arvense</i> L. – Ap, G, W									2 _I
Fabaceae									
<i>Trifolium pratense</i> L. – Ap, H, W			3 _I					3 _I	3 _I
<i>Vicia hirsuta</i> (L.) Gray – An, T, K			3 _I					3 _I	3 _I
<i>Trifolium repens</i> L. – Ap, H, C, W								3 _I	2 _{II}
<i>Melilotus alba</i> Medik. – An, T, H, K							2 _I		
<i>Vicia cracca</i> L. – Ap, H, W									1 _I

Tabela 38 cd.
Table 38 cont.

Geraniaceae														
<i>Geranium pusillum</i> Burm. F. ex L. – An, T, K	1 _v	2 _{ii}	3 _v	1 _v	2 _{ii}	3 _v	1 _{iv}	2 _{ii}	3 _{iv}	1 _{iv}	2 _{iii}	3 _v	0 _v	
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér. – An, H, T, K	1 _{iii}			1 _i		1 _{iii}				1 _{ii}	2 _i	1 _{iii}	0 _i	
Onagraceae														
<i>Epilobium hirsutum</i> L. – Ap, H, W			3 _{ii}			3 _i				2 _i	3 _{ii}	2 _i	3 _i	
Lamiaceae														
<i>Lamium amplexicaule</i> L. – An, T, K												2 _i		
<i>Lamium album</i> L. – An, H, W												3 _{ii}		
Papaveraceae														
<i>Papaver rhoeas</i> L. – An, T, K	1 _{ii}	2 _i	3 _{ii}	1 _{ii}	2 _i	3 _{ii}	1 _{ii}	3 _i	1 _i	3 _i	1 _{ii}	2 _i	3 _{ii}	0 _i
Poaceae														
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv. – An, T, K	1 _v		3 _i	1 _v	2 _{ii}	3 _i	1 _v	2 _i	3 _i	1 _v	2 _i	1 _v	2 _i	3 _i
<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. Beauv. – An, T, H, K		2 _i	3 _{ii}			3 _{ii}					2 _i	3 _{iii}		
<i>Bromus tectorum</i> L. – An, T, K			3 _i			3 _i				3 _i		3 _i	3 _i	
<i>Agrostis capillaris</i> L. – Ap, H, W												3 _i	3 _i	
<i>Bromus hordeaceus</i> L. – Ap, T, K			3 _i									3 _i	3 _i	
<i>Bromus sterilis</i> L. – An, T, K			3 _i									3 _i	3 _i	
<i>Lolium perenne</i> L. – Ap, H, W												3 _i	3 _i	
<i>Poa annua</i> L. – Ap, H, T, K												3 _i	3 _i	
<i>Holcus mollis</i> L. – Ap, H, G, W												3 _i	3 _i	
<i>Trisetum flavescens</i> (L.) P. Beauv. – Ap, H, W												3 _i	3 _i	
Plantaginaceae														
<i>Plantago lanceolata</i> L. – Ap, H, W											2 _i	3 _i	3 _i	
<i>Plantago major</i> L. s. str. – Ap, H, W											2 _i	3 _i	3 _i	
Polygonaceae														
<i>Polygonum aviculare</i> L. – Ap, T, K			1 _i			1 _i			1 _{ii}		1 _i	2 _i	3 _i	1 _{ii}
<i>Polygonum lapathifolium</i> L. subsp. <i>lapathifolium</i> – Ap, T, K									1 _i				1 _i	
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á. Löve – An, T, K			1 _i											

Tabela 38 cd.
Table 38 cont.

Rosaceae														
<i>Potentilla anserina</i> L. – Ap, H, W										3 _I				
Rubiaceae														
<i>Galium aparine</i> L. – Ap, T, K										3 _I				
Scrophulariaceae														
<i>Veronica persica</i> Poir. – An, T, K	1 _{III}		1 _I	1 _{II}	1 _I	1 _I	3 _{II}	3 _I	1 _{III}	3 _{IV}				
Tiliaceae														
<i>Tilia cordata</i> Mill. – Ap, F, W (juv.)										3 _I				
Urticaceae														
<i>Urtica dioica</i> L. – Ap, H, W														
Violaceae														
<i>Viola arvensis</i> Murray – An, T, K	1 _{III}	2 _I	3 _{II}	1 _{III}	1 _{II}	3 _I	1 _{II}	3 _I	1 _{III}	2 _{III}	3 _{III}	1 _{II}	3 _I	0 _{III}

A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3; D – pole uprawne – arable land

Nn – N okres wyłączenia pól z użytkowania (od 0 do 3 lat)/N duration of field exclusion (from 0 to 3 years); n – stałość fitosocjologiczna/phytosociological stability
 Objaśnienia: Explanations: An – antropofit/antropophyte, Ap – apofit/apophyte, T – terofit/therophyte, H – hemikryptofit/hemicryptophyte, G – geofit/geophyte, C – chamefit zielny/herbaceous chamaephyte, F – fanerofit/phanerophyte, K – gatunek krótkotrwały/short-lived species, W – gatunek wieloletni/perennial species

Analiza flory przeprowadzona wśród obiektów zlokalizowanych na glebie średniej wykazała występowanie łącznie 67 taksonów z 23 rodzin (tab. 38). Dominowały gatunki należące do rodziny *Asteraceae* (20 gatunków). Najliczniej gatunki z tej rodziny wystąpiły na polu z samoodtwarzającą się okrywą roślinną koszoną – 19 z 20, najmniej licznie na poletkach pielęgowanych poprzez celowo wysiewaną mieszankę koniczyny czerwonej z życią trwałą, nieskoszoną – 9 gatunków. Część gatunków występowała przez cały okres badań, jednak pewna grupa przenosząca się z łatwością z wiatrem – zaczęła pojawiać się dopiero w trzecim roku.

Drugą grupę, pod względem liczebności, stanowiły gatunki z rodziny *Poaceae*. Łącznie w doświadczeniu zanotowano ich 10. Trawy najliczniej zasiedlały pola samozarastające niekoszone – 8 gatunków. Większość notowanych taksonów z tej rodziny pojawiła się w trzecim roku wyłączenia pola z użytkowania (8 z 10). Z pozostałych rodzin wykazano na obiektach badawczych obecność 5 gatunków z *Fabaceae* i *Brassicaceae*, 4 gatunków z rodziny *Caryophyllaceae*, 3 gatunki z rodziny *Polygonaceae* oraz 2 gatunki z rodziny *Geraniaceae*, *Plantaginaceae* i *Lamiaceae*. Pozostałe rodziny we florze analizowanych powierzchni miały pojedynczych reprezentantów. Tylko jeden gatunek, *Amaranthus retroflexus*, był we wszystkich obiektach doświadczenia przez cały okres badań. Jednak obniżyło się jego znaczenie w zbiorowisku – z gatunku stałego w pierwszym roku stał się gatunkiem rzadkim w kolejnych latach. Na obiekcie herbicydowym wykazano obecność 11 gatunków roślin, które występowały przez cały okres badań niezależnie od zabiegu koszenia. *Matricaria maritima* L. subsp. *indora* utrzymywała wśród nich wysoki stopień stałości przez cały czas trwania eksperymentu. Na polu podlegającym procesowi samozarastania bez koszenia obecnych było w każdym roku badań 13 taksonów, w tym *Matricaria maritima* L. subsp. *indora* i *Geranium pusillum*, jako gatunki stałe bądź częste w zbiorowisku. Z oznaczonych taksonów 22 (w tym 21 roślin naczyniowych) pojawiło się dopiero w trzecim roku wyłączenia pola z użytkowania rolniczego, a wśród nich 8 gatunków z rodziny traw.

W pierwszym roku wyłączenia z użytkowania rolniczego oznaczono, w zależności od sposobu ich ochrony przed degradacją, od 21 do 26 gatunków (tab. 39). Największą różnorodnością gatunkową charakteryzowały się w tym czasie pola samozarastające i z okrywą celowo wysiewaną, koszone (po 26 gatunków), a najmniejszą (21 gatunków) pole chronione za pomocą herbicydu nieselektywnego. Liczba gatunków dominujących w pierwszym roku badań była zróżnicowana. W zależności od zastosowanego sposobu zagospodarowania pola liczba gatunków o wysokiej klasie stałości (IV i V) wynosiła 10 na obiekcie samozarastającym koszonym, 9 na herbicydowym niekoszonym, 8 na polu z okrywą wysiewaną koszoną, 7 na stanowisku samoistnie zarastającym roślinnością, niekoszonym oraz 5 dla herbicydowego niekoszonego. Już w pierwszym roku zaprzestania użytkowania rolniczego pól roślinność stworzyła zwartą ruń, o czym świadczy wysoka wartość sum współczynników pokrycia, szczególnie na polach samozarastających. W uprawie rzepaku, która poprzedzała wyłączenie pola z uprawy, wystąpiło 11 gatunków chwastów, z których 4 to gatunki o wysokiej stałości występowania.

Wyższe wartości współczynnika dominacji przy niższym poziomie wskaźnika równomierności i różnorodności wśród obiektów samozarastających i herbicydowych koszonych, w porównaniu z polem z wysiewaną roślinnością okrywową, świadczą o dużej liczebności poszczególnych gatunków w stosunku do całego zbiorowiska wykazanego na obiektach badawczych.

Tabela 39. Ogólna charakterystyka flory w pierwszym roku wyłączenia pola z użytkowania rolniczego na glebie średniej

Table 39. Generally description of flora in the first year of field lying fallowed on medium soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management	A		B		C		D
	nie no	tak yes	nie no	tak yes	nie no	tak yes	
Koszenie roślin Mowing of plants							
Średnie pokrycie przez rośliny okrywowe [%] Mean cover with crop plant	0	0	78	80	0	0	0
Suma współczynników pokrycia przez rośliny okrywowe Total coefficient of crop plant coverage	0	0	7500	7250	0	0	0
Łączna liczba gatunków Total number of species	21	25	22	26	23	26	11
Liczba gatunków w IV i V klasie stałości Number of species with IV and V constancy class	9	5	7	8	7	10	4
Liczba gatunków w II i III klasie stałości Number of species with II and III constancy class	8	10	8	7	8	7	3
Liczba gatunków w I klasie stałości Number of species with I constancy class	4	10	7	11	8	9	4
Średnie pokrycie przez rośliny jednoliścienne [%] Mean cover with monocotyledons plants	37,5	52	14	5	68	62,5	0
Średnie pokrycie przez rośliny dwuliścienne [%] Mean cover with dicotyledons plants	40,0	37,5	28,0	37,5	42,0	29,0	12,5
Suma współczynników pokrycia przez rośliny jednoliścienne Total coefficient of coverage of monocotyledons plants	2785	4500	835	490	6250	5759	0
Suma współczynników pokrycia przez rośliny dwuliścienne Total coefficient of coverage of dicotyledons plants	3059	2148	1333	2297	4250	2478	225
Suma współczynników pokrycia przez rośliny dwuliścienne i jednoliścienne Total coefficient of coverage of dicotyledons and monocotyledons plants	5844	6648	2168	2787	10500	8237	225
Wskaźnik różnorodności Shannona-Wienera Shannon-Wiener diversity index	1,48	0,99	1,61	1,95	1,33	1,20	1,79
Wskaźnik równomierności Homogeneity index	0,49	0,31	0,52	0,60	0,42	0,37	0,84
Wskaźnik dominacji Simpsona Simpson domination index	0,31	0,51	0,30	0,19	0,41	0,51	0,24

A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

D – pole uprawne – arable land

Wśród gatunków o wysokiej stałości (V i IV klasa) większość stanowiły rośliny dwuliścienne, a z jednoliściennych tylko *Echinochloa crus-galli* (tab. 40). Jednak jej udział w zachwaszczeniu był znaczący – w większości obiektów miała najwyższe współczynniki pokrycia. Na obiekcie herbicydowym dość wysoką sumę współczynników pokrycia uzyskał jeszcze *Amaranthus retroflexus* a samozarastającym niekoszonym *Matricaria maritima* L. subsp. *inodora*. W uprawie rzepaku występowały tylko gatunki dwuliścienne – ich skład odpowiadał temu, który wystąpił na polu po wyłączeniu go z uprawy.

Tabela 40. Gatunki w V i IV klasie stałości w pierwszym roku wyłączenia pola z użytkowania rolniczego na glebie średniej

Table 40. Species with V and IV constancy class in the first year of field lying fallowed on medium soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management	A		B		C		D							
	nie no	tak yes	nie no	tak yes	nie no	tak yes	nie no	tak yes						
Gatunki – Species	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W		
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	V	2785	V	4500	V	835	V	490	V	6250	V	5759	–	
<i>Chenopodium album</i> L.	V	922	V	486	V	816	V	640	V	781	V	490	+	
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	V	1322	V	1415	V	108	IV	428	IV	620	V	630	V	13
<i>Matricaria maritima</i> L. subsp. <i>inodora</i> L. Dostal	V	375	IV	34	IV	101	V	792	V	2170	IV	655	V	105
<i>Geranium pusillum</i> Burm. F. ex L.	V	241	IV	50	IV	82	IV	58	IV	131	V	135	V	24
<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl	IV	31	+		+		V	63	IV	130	IV	257	+	
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	IV	8	+		IV	34	IV	40	+		IV	25	–	
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	IV	56	+		IV	58	IV	97	+		IV	77	+	
<i>Brassica napus</i> L. subsp. <i>napus</i>	IV	26	+		+		+		IV	58	IV	68	V	6500
<i>Thlaspi arvense</i> L.		+	+		+		+		+		IV	17	IV	55

A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3; D – pole uprawne – arable land

S – stałość fitosocjologiczna – constancy class; W – współczynnik pokrycia – coverage index

+ gatunki występujące w I, II, III klasie stałości – species in I, II, III constancy class

– występowania gatunku nie stwierdzono – species were not occurred

W drugim roku trwania wyłączenia pól z użytkowania rolniczego zaobserwowano w przypadku pola samozarastającego niekoszonego wzrost liczby oznaczonych gatunków chwastów (tab. 41). Ochrona pól przed zarastaniem uciążliwymi gatunkami chwastów poprzez wysiew roślin okrywowych była najskuteczniejsza. Oznaczona w tym stanowisku liczba gatunków zmniejszyła się blisko trzykrotnie w porównaniu z pierwszym rokiem. Była także kilkakrotnie niższa w porównaniu z pozostałymi sposobami postępowania z polami bez uprawy. Na polu utrzymywanym w sprawności za pomocą herbicydu Roundup 360 SL (obiekt A)

stwierdzono ograniczenie zasiedlania przez chwasty w stosunku do powierzchni samozarastających. Zabieg koszenia, jako dodatkowe zabezpieczenie przed niekontrolowanym pojawianiem się roślinności, na polach bez uprawy wpływał na ograniczenie stopnia zasiedlania przez chwasty, szczególnie dla obiektu C.

Tabela 41. Ogólna charakterystyka flory w drugim roku wyłączenia pola z użytkowania rolniczego na glebie średniej

Table 41. Generally description of flora in the second year of field lying fallowed on medium soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management	A		B		C	
	nie no	tak yes	nie no	tak yes	nie no	tak yes
Średnie pokrycie przez rośliny okrywowe [%] Mean cover with crop plant	0	0	66	85	0	0
Suma współczynników pokrycia przez rośliny okrywowe Total coefficient of crop plant coverage	0	0	3400	6250	0	0
Łączna liczba gatunków Total number of species	19	18	7	6	29	23
Liczba gatunków w IV i V klasie stałości Number of species with IV and V constancy class	1	2	0	0	5	3
Liczba gatunków w II i III klasie stałości Number of species with II and III constancy class	6	7	0	2	6	6
Liczba gatunków w I klasie stałości Number of species with I constancy class	12	9	7	4	18	14
Średnie pokrycie przez rośliny jednoliścienne [%] Mean cover with monocotyledons plants	5	5	4	0	5	2
Średnie pokrycie przez rośliny dwuliścienne [%] Mean cover with dicotyledons plants	88	30	6	7	66	69
Suma współczynników pokrycia przez rośliny jednoliścienne Total coefficient of coverage of monocotyledons plants	20	21	10	0	21	3
Suma współczynników pokrycia przez rośliny dwuliścienne Total coefficient of coverage of dicotyledons plants	7127	494	54	86	4515	4968
Suma współczynników pokrycia przez rośliny dwuliścienne i jednoliścienne Total coefficient of coverage of dicotyledons and monocotyledons plants	7147	515	64	86	4536	4971
Wskaźnik różnorodności Shannona-Wienera Shannon-Wiener diversity index	0,63	1,82	1,74	1,52	1,20	2,02
Wskaźnik równomierności Homogeneity index	0,21	0,63	0,89	0,85	0,36	0,64
Wskaźnik dominacji Simpsona Simpson domination index	0,78	0,32	0,20	0,24	0,51	0,23

A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

W drugim roku wyraźnie widać także zmniejszenie liczby gatunków o wysokim stopniu stałości (V i IV klasa stałości występowania). Dominanty najliczniej występowały na obiekcie C, a na polach chronionych przez wysiew roślin okrywowych żaden gatunek nie uzyskał wysokiej klasy stałości występowania. Wyrażna w tym okresie badań dominacja gatunków dwuliściennych ograniczała znaczenie roślin jednoliściennych, co obrazuje suma współczynników pokrycia przez poszczególne gatunki flory synantropijnej. Na obiekcie herbicydowym koszenie i rozdrobnienie zaschniętych roślin silniej ograniczało wschody nowych roślin w porównaniu z polem niekoszonym.

Także lista taksonów dominujących obrazuje zmiany w składzie gatunkowym roślinności zasiedlającej pola wyłączone z użytkowania rolniczego (tab. 42). Wynika z niej, iż ze zbiorowiska ustępują jednoroczne gatunki segetalne (np. *Echinochloa crus-galli*, *Amaranthus retroflexus*), a wkraczają ruderalne z grupy epekofitów (*Conyza canadensis*) bądź wieloletnie z grupy apofitów (*Taraxacum officinale*). Najwięcej gatunków stałych i częstych (5 taksonów) w zbiorowisku wystąpiło na polu samoistnie zarastającym bez koszenia. Najwyższą wartość współczynnika pokrycia uzyskała *Matricaria maritima* L. subsp. *indora* na obiekcie herbicydowym nieskoszonym (6300). Na polu samozarastającym dominował także wymieniony wyżej gatunek, lecz uzyskał niższe wartości danego parametru (3150 na polu koszonym i 2155 na niekoszonym). Najmniejszą różnorodnością flory charakteryzowało się niekoszone pole po zabiegu herbicydem, co potwierdzają najniższe wartości wskaźnika różnorodności oraz wysokie wartości wskaźnika dominacji, wskazujące na nasilenie występowania niektórych gatunków. Wykazano wyraźny wpływ na wielkość wskaźnika różnorodności zabiegu koszenia, szczególnie dla obiektu A i C, który w tych warunkach był wyższy, co wskazuje, iż we florze ładu występowała większa liczba gatunków o zbliżonej liczebności.

Tabela 42. Gatunki w V i IV klasie stałości w drugim roku wyłączenia pola z użytkowania rolniczego na glebie średniej

Table 42. Species with V and IV constancy class in the second year of field lying fallowed on medium soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management	A				B				C			
	nie no		tak yes		nie no		tak yes		nie no		tak yes	
Gatunki Species	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W
<i>Matricaria maritima</i> L. subsp. <i>indora</i> L. Dostal	V	6300	IV	281	-	-	V	3150	V	2155		
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	+		+		-		-		IV	251	+	
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	+		-		-		-		IV	131	V	285
<i>Chenopodium album</i> L.	+		+		+		+		IV	68	+	
<i>Geranium pusillum</i> Burm. F. ex L.	+		+		+		-		V	655	+	
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	-		IV	25	+		+		+		-	
<i>Taraxacum officinale</i> F. H. Web.	+		+		-		-		+		IV	76

A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

S – stałość fitosocjologiczna – constancy class; W – współczynnik pokrycia – coverage index

+ gatunki występujące w I, II, III klasie stałości – species in I, II, III constancy class

- występowania gatunku nie stwierdzono – species were not occurred

Kolejny rok wyłączenia pól z produkcji rolniczej w warunkach gleby średniej to dalszy wzrost liczby gatunków roślinności zasiedlającej pola w warunkach samoodtworzącej się okrywy roślinnej bez koszenia (z 29 w drugim roku do 42 gatunków w trzecim) (tab. 43). Także na pozostałych obiektach notowano wzrost liczby gatunków.

Tabela 43. Ogólna charakterystyka flory w trzecim roku wyłączenia pola z użytkowania rolniczego na glebie średniej

Table 43. Generally description of flora in the third years of field lying fallowed on medium soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management	A		B		C	
	nie no	tak yes	nie no	tak yes	nie no	tak yes
Koszenie roślin Mowing of plants	0	0	88	92	0	0
Średnie pokrycie przez rośliny okrywowe [%] Mean cover with crop plant	0	0	4102	4454	0	0
Suma współczynników pokrycia przez rośliny okrywowe Total coefficient of crop plant coverage	32	35	15	16	42	39
Łączna liczba gatunków Total number of species	4	7	1	0	4	9
Liczba gatunków w IV i V klasie stałości Number of species with IV and V constancy class	10	8	3	5	14	6
Liczba gatunków w II i III klasie stałości Number of species with II and III constancy class	18	20	11	10	22	24
Liczba gatunków w I klasie stałości Number of species with I constancy class	10	18	1	4	5	4
Średnie pokrycie przez rośliny jednoliścienne [%] Mean cover with monocotyledons plants	95	55	20	20	60	50
Średnie pokrycie przez rośliny dwuliścienne [%] Mean cover with dicotyledons plants	261	458	2	11	71	458
Suma współczynników pokrycia przez rośliny jednoliścienne Total coefficient of coverage of monocotyledons plants	6405	3615	1174	1071	4322	2159
Suma współczynników pokrycia przez rośliny dwuliścienne Total coefficient of coverage of dicotyledons plants	6666	4073	1176	1082	4393	2617
Suma współczynników pokrycia przez rośliny dwuliścienne i jednoliścienne Total coefficient of coverage of dicotyledons and monocotyledons plants	0,77	1,38	1,21	1,13	1,66	2,58
Wskaźnik różnorodności Shannona-Wienera Shannon-Wiener diversity index	0,22	0,38	0,45	0,42	0,45	0,70
Wskaźnik równomierności Homogeneity index	0,72	0,48	0,39	0,41	0,41	0,12
Wskaźnik dominacji Simpsona Simpson domination index						

*A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

Podobne zależności wykazano w stosunku do gatunków o wysokiej stałości występowania – obserwowany był wzrost ich liczby w strukturze flory zasiedlającej pola w okresie wyłączenia z rolniczego użytkowania. Zabieg koszenia, który odsłania dolne warstwy ładu i zmniejsza jego zacienienie przez stare łodygi, wpłynął na wzrost liczby gatunków o wysokiej stałości na obiekcie herbicydowym i samozarastającym. W trzecim roku wyłączenia pól z użytkowania rolniczego wzrosła wyraźnie suma współczynników pokrycia pola przez rośliny dwuliścienne na polu z herbicydem (Roundup 360 SL) w warunkach koszenia i z wysiewanymi roślinami okrywowymi. Na obiekcie, gdzie samoistnie wytwarzała się okrywa roślinna z chwastów, po ich koszeniu i rozdrobieniu stwierdzono zmniejszenie wartości omawianego parametru.

Wysoka wartość wskaźnika różnorodności i równomierności, a niższa dominacji na obiekcie samozarastającym koszonym świadczy, iż w tych warunkach nie ma wyraźnej przewagi liczebnej jednego gatunku i większa liczba gatunków uzyskała podobną liczebność.

Ograniczanie rozwoju roślinności w trakcie wegetacji poprzez zabieg herbicydowy wydaje się sprzyjać zwiększonemu pojawianiu się siewek *Geranium pusillum*, który masowo wystąpił na obiekcie herbicydowym niekoszonym (tab. 44), o czym świadczy uzyskana suma współczynników pokrycia – 5625. Dość wysokie sumy pokrycia gatunek ten uzyskał także na obiekcie herbicydowym koszonym (2770) oraz samozarastającym niekoszonym (2800). Jednocześnie należy zwrócić uwagę, iż w stanowiskach, w których zastosowano koszenie porastających pola roślin w przypadku każdego sposobu zagospodarowania, obserwowano ograniczenie występowania tego gatunku.

Tabela 44. Gatunki w V i IV klasie stałości w trzecim roku wyłączenia pola z użytkowania rolniczego na glebie średniej

Table 44. Species with V and IV constancy class in the third year of field lying fallowed on medium soil

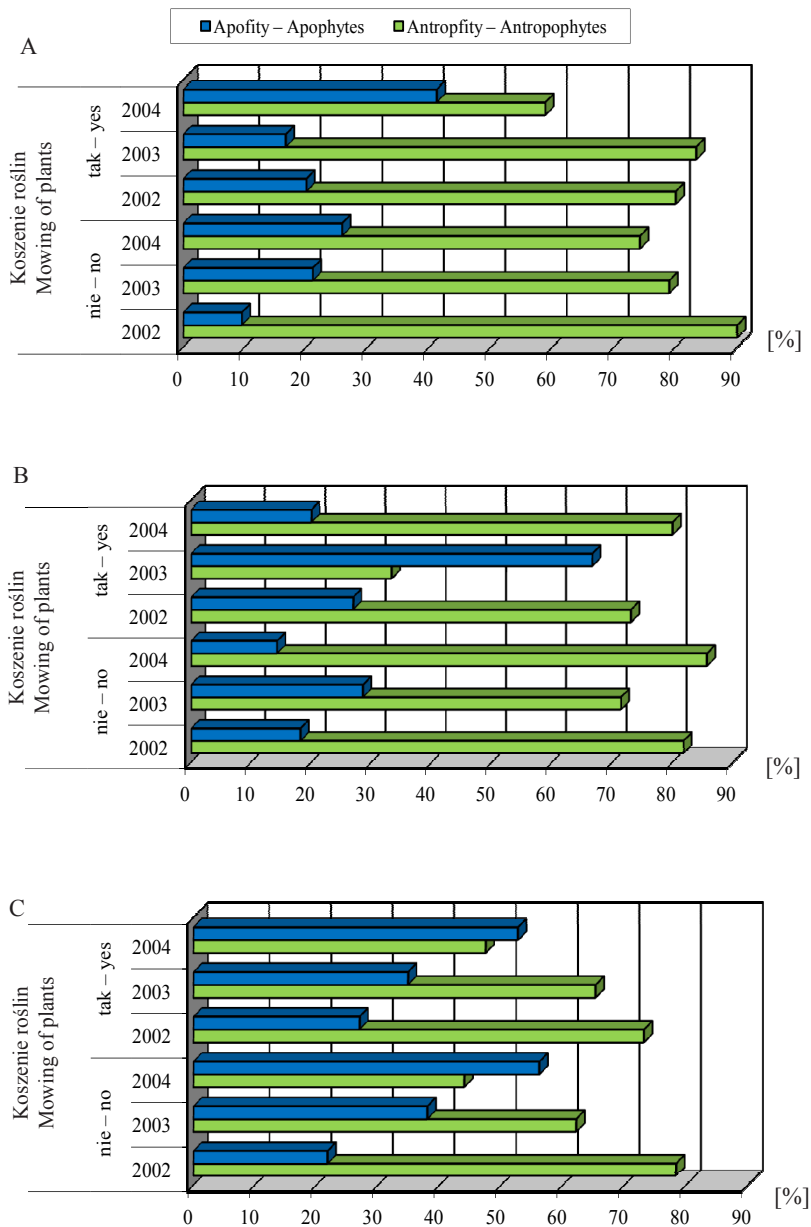
Sposób zagospodarowania pola Method of field management	A				B				C			
	nie no		tak yes		nie no		tak yes		nie no		tak yes	
Gatunki Species	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W
<i>Geranium pusillum</i> Burm. F. ex L.	V	5625	V	2770	IV	490		+	V	2800	V	495
<i>Matricaria maritima</i> L. subsp. <i>inodora</i> (L.) Dostal	IV	82	IV	437		+		+	V	135	V	75
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	IV	17	IV	58		+		+	V	315	V	99
<i>Taraxacum officinale</i> F. H. Web.	V	64	V	69		-		-	IV	76	V	81
<i>Lactuca serriola</i> L.		+	IV	16		+		+		+	V	415
<i>Artemisia vulgaris</i> L.		+	IV	25		+		+		+		+
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.		+		+		+		+		+	V	63
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.		+		+		-		+		+	IV	43
<i>Trifolium pratense</i> L.		+	IV	52		-		-		+		+
<i>Trifolium repens</i> L.		-		-		-		-		+	IV	241
<i>Veronica persica</i> Poir.		-		-		-		-		+	IV	26

A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

S – stałość fitosocjologiczna – constancy class; W – współczynnik pokrycia – coverage index

+ gatunki występujące w I, II, III klasie stałości – species in I, II, III constancy class

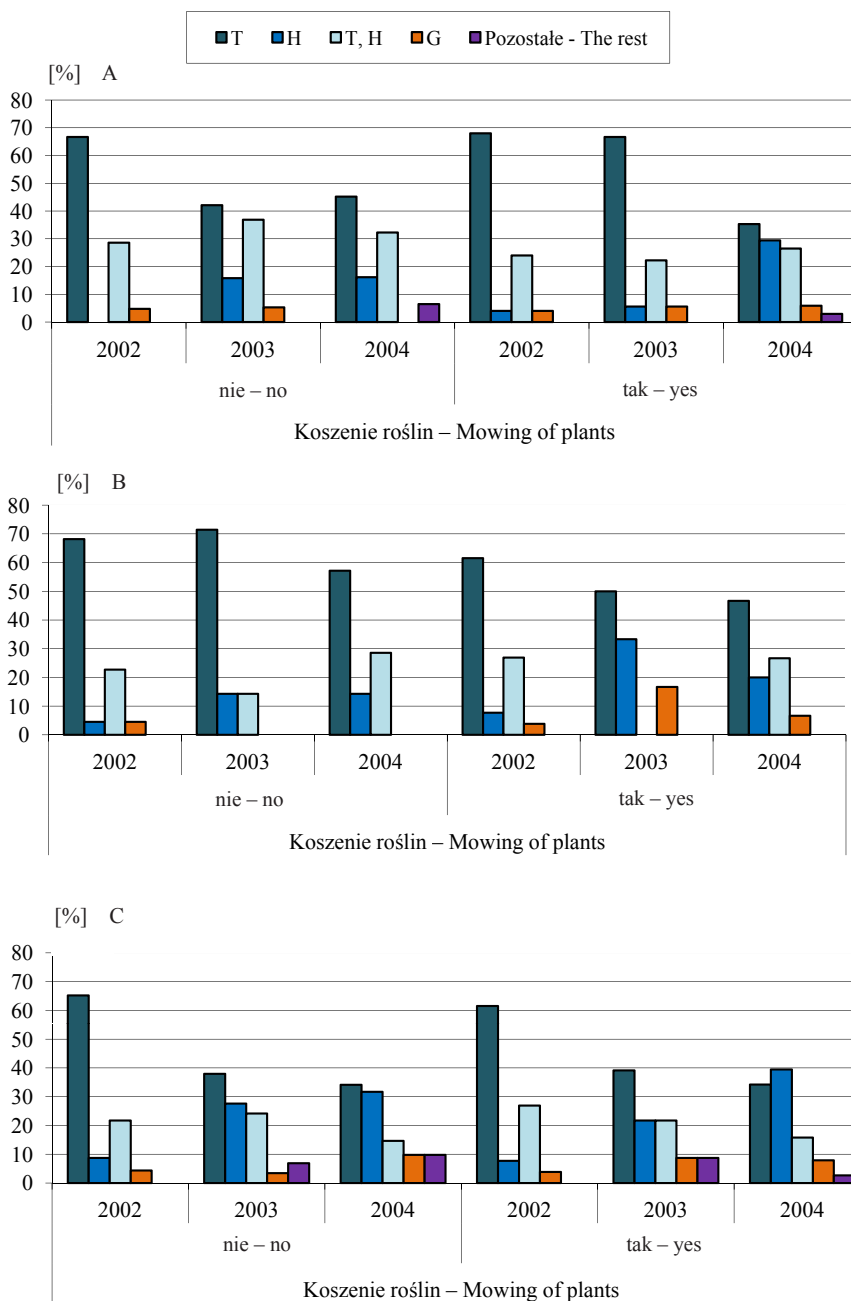
- występowania gatunku nie stwierdzono – species were not occurred



A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

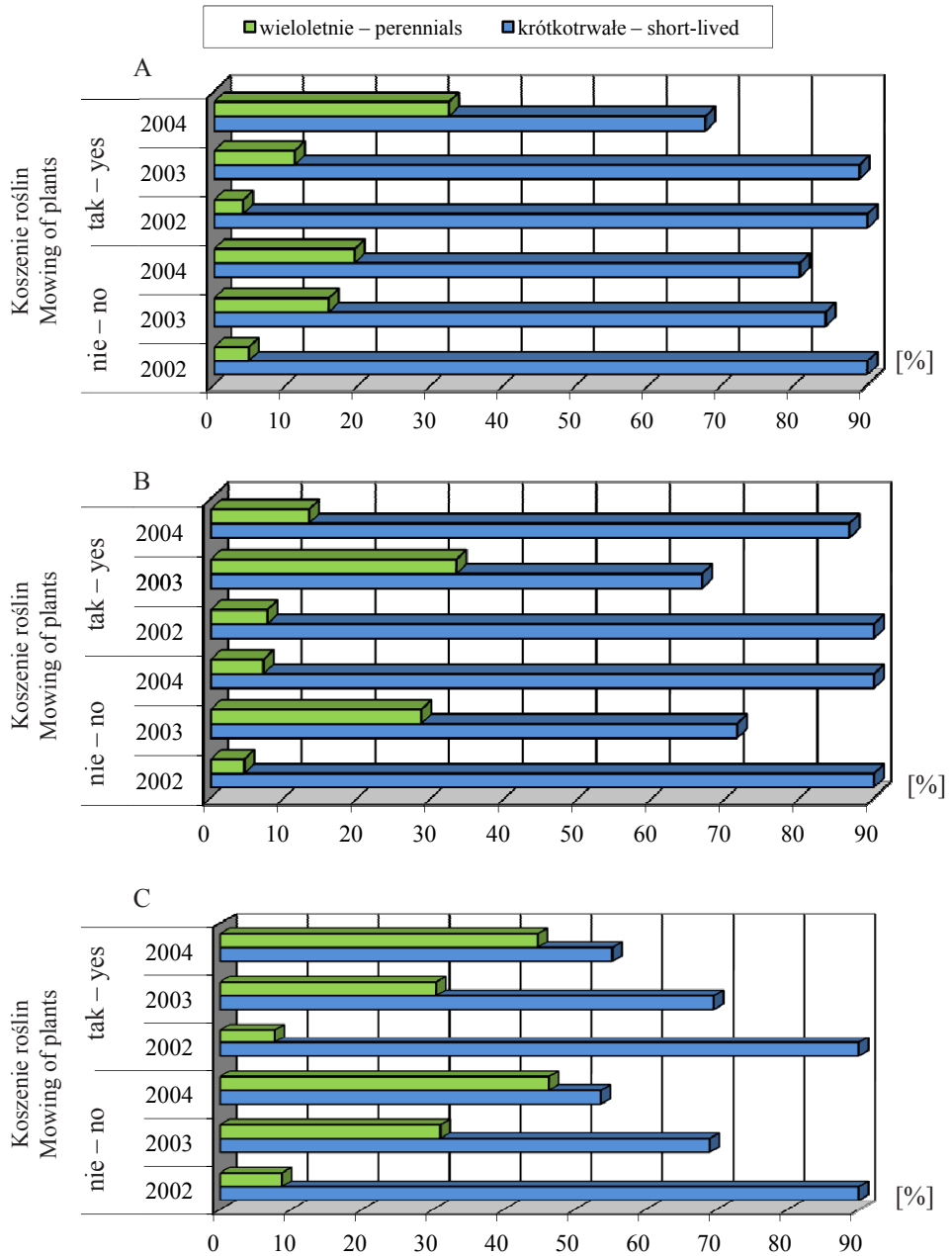
Rys. 40. Udział grup geograficzno-historycznych we florze pól wyłączonych z użytkowania rolniczego na glebie średniej

Fig. 40. Share of geographical and historical groups in the flora of fields lying fallow on medium soil



T - terofity - therophytes; H - hemikryptofty - hemicryptophytes; G - geofity - geophytes
 A-C - objaśnienia w tabeli 3 - explanations in table 3

Rys. 41. Udział form życiowych we florze pól wyłączonych z użytkowania rolniczego na glebie średniej
 Fig. 41. Share of life forms in the in the flora of fields lying followed on medium soil



A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

Rys. 42. Trwałość gatunków we florze pól wyłączonych z użytkowania rolniczego w warunkach gleby średniej

Fig. 42. Species stability in the flora of fields lying fallowed in medium soil conditions

W trzecim roku wyłączenia pól z użytkowania rolniczego, w porównaniu z drugim rokiem, obserwowano wzrost liczby gatunków stałych i częstych w danym zbiorowisku, co szczególnie widoczne było na obiektach koszonych – z 2 do 7 na obiekcie A i z 3 do 9 gatunków na obiekcie C. W tym samym roku wykazano także wzrost udziału w pokryciu pola przez gatunki ruderalne, takie jak *Conyza canadensis*, *Lactuca serriola*, *Artemisia vulgaris*.

W spektrum geograficzno-historycznym flory pól badanych przez pierwsze dwa lata obserwacji dominującą grupę stanowiły antropofity w stosunku do gatunków rodzimych (rys. 40). Jednak wydłużanie czasu wyłączenia pola z użytkowania o kolejny rok wpłynęło na wzrost udziału apofitów w strukturze flory. Szczególnie wyraźnie zaznaczyło się to w warunkach pozostawienia pól samoistnemu procesowi zarastania. Udział gatunków rodzimych we florze na tych polach zwiększył się średnio z 28,4% w pierwszym roku do 57% w trzecim. Z kolei wprowadzenie wysiewanej rośliny okrywowej najbardziej skutecznie ograniczała udział przedstawicieli flory rodzimej w zbiorowisku.

W zbiorowiskach roślinnych na polach wyłączonych z uprawy, w pierwszym roku, dominującą grupę stanowiły terofity, jednak w miarę wydłużania czasu wyłączenia pól z użytkowania rolniczego zaznaczyła się tendencja do stałego zwiększania w zbiorowiskach udziału gatunków wieloletnich, zwłaszcza z grupy hemikryptofitów i geofitów (rys. 41, 42). Wyjątek stanowi obiekt okryty roślinami motylkowatymi z trawami – w tym przypadku nie stwierdzono tak jednoznacznego wpływu czasu zaniechania uprawy, co ogranicza udziały gatunków krótkotrwałych w zbiorowiskach roślinnych.

4.4. Dynamika zmian w glebowym banku nasion

4.4.1. Zmiany w glebowym banku nasion na glebie lekkiej

Analiza glebowego banku nasion na polu wyłączonym z uprawy na glebie lekkiej wykazała obecność diaspor 51 gatunków roślin należących do 17 rodzin (tab. 45). Najliczniej reprezentowaną rodziną przez cały okres obserwacji była *Asteraceae* (14 gatunków). Do rodziny *Poaceae* zaliczono 8 gatunków, do *Brassicaceae* 5, do *Fabaceae* i *Polygonaceae* 4, pozostałe rodziny reprezentowane były zazwyczaj przez pojedyncze gatunki. Zróżnicowanie pod kątem przynależności do rodzin zależało w niewielkim stopniu od sposobu zagospodarowania i pielęgnacji powierzchni wyłączonych z uprawy. Miało natomiast wpływ na skład gatunkowy. Wśród oznaczonych taksonów 17 było obecnych w każdym roku badań, 4 tylko w pierwszym, 2 drugim, a 10 gatunków w trzecim.

Najbogatszymi w gatunki były powierzchniowe warstwy 0–1 cm i 1–10 cm. Wystąpiło tam aż 42 z 51 gatunków, a 35 w warstwie 10–20 cm. Z oznaczonych gatunków 16 notowano tylko w warstwach 0–1 cm i 1–10 cm, z których 7 pojawiło się dopiero w trzecim roku bez uprawy. W przypadku 6 gatunków (*Echinochloa crus-galli*, *Setaria pumila*, *Amaranthus retroflexus*, *Fallopia convolvulus*, *Viola arvensis* i *Chenopodium album*) wykazano obecność diaspor zazwyczaj w całym profilu glebowym.

Tabela 45. Lista gatunków nasion oznaczonych w czasie trwania doświadczenia w poszczególnych obiektach gleby lekkiej
 Table 45. The list of seeds species found in the experiment time on individual object on light soil

Gatunki Species	Sposób zagospodarowania pola – Method of field management								
	A		B		C		D		
	nie – no	tak – yes	nie – no	tak – yes	nie – no	tak – yes	nie – no	tak – yes	
Amaranthaceae									
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	1 _{1,2,3} 2 _{1,2,3} 3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3} 2 _{1,2,3} 3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3} 2 _{1,2,3} 3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3} 2 _{1,2,3} 3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3} 2 _{1,2,3} 3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3} 2 _{1,2,3} 3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3} 2 _{1,2,3} 3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3} 2 _{1,2,3} 3 _{1,2,3}	0 _{1,2,3}
Asteraceae									
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	1 ₂ 2 _{2,3} 3 _{2,3}	1 ₃ 2 _{2,3} 3 ₂	1 _{1,2,3} 2 _{1,2,3} 3 ₂	1 _{1,2,3} 2 _{2,3} 3 _{1,2,3}	1 _{1,2} 2 _{2,3} 3 _{1,2,3}	1 _{1,2} 2 _{2,3} 3 _{1,2,3}	1 _{1,3} 2 _{1,3} 3 ₃	1 _{1,3} 2 _{1,3} 3 ₃	0 _{1,2,3}
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	1 ₂	1 ₂	1 ₃ 2 ₁	1 ₂ 2 _{2,3}	1 ₂ 2 _{1,2}	1 ₂ 2 _{1,2}	1 ₂ 2 _{1,2}	1 ₂ 2 _{1,2}	3 ₃
<i>Coryza canadensis</i> (L.) Cronquist	3 _{1,2}	3 _{1,2}	3 _{1,2} 2 ₁	3 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	3 _{1,2}	3 ₃
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	3 _{1,2}	3 _{1,2}	3 ₁	3 ₁	3 _{1,2}	3 _{1,2}	3 _{1,2}	3 _{1,2}	3 _{1,2}
<i>Taraxacum officinale</i> F. H. Web.	2 ₁ 3 ₁	2 ₁ 3 ₁	3 _{1,3}	2 ₁ 3 ₁	2 ₁	2 ₁	2 ₁	2 _{1,2}	3 _{1,2}
<i>Anthemis arvensis</i> L.	1 ₂			1 _{1,2}	3 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}
<i>Artemisia vulgaris</i> L.					3 _{1,2}	3 _{1,2}	2 ₁ 3 ₁	2 ₁ 3 ₁	3 ₁
<i>Chamomilla recutita</i> (L.) Rauschert		2 ₁			3 ₃	3 ₃	2 ₁	2 ₁	3 ₁
<i>Gnaphalium uliginosum</i> L.			1 _{1,2,3} 2 ₃	1 _{2,3}	2 ₂	2 ₂	2 ₁ 3 ₁	2 ₁ 3 ₁	0 _{1,2,3}
<i>Sonchus arvensis</i> L.			1 _{2,3} 2 ₃ 3 ₁	3 _{1,2}	3 _{1,2}	3 _{1,2}	2 ₁ 3 ₁	2 ₁ 3 ₁	3 ₁
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill			3 ₃	3 ₃	3 _{1,2}	3 _{1,2}	3 _{1,2}	3 _{1,2}	3 ₁
<i>Matricaria maritima</i> L. subsp. <i>inodora</i> L. Dostal					3 ₃	3 ₃	3 _{1,3}	3 _{1,3}	3 _{1,3}
<i>Tanacetum vulgare</i> L.					3 _{1,2}	3 _{1,2}			
<i>Erigeron acris</i> L.					3 ₁	3 ₁			
Boraginaceae									
<i>Anchusa arvensis</i> (L.) M. Bieb.	1 ₁	1 ₁	1 ₃	2 ₂ 3 ₁	2 ₃	2 ₃	1 ₃ 2 ₂	1 ₃ 2 ₂	0 ₃
<i>Lithospermum arvense</i> L.							2 ₂	2 ₂	
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill					2 ₁	2 ₁			
Brassicaceae									
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	2 ₃ 3 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	3 _{2,3}	2 ₃	2 ₃ 3 _{1,2}	2 ₃ 3 _{1,2}	2 _{1,2,3} 3 ₁	2 _{1,2,3} 3 ₁	3 ₁
<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prandl	2 ₃ 3 _{1,2,3}	3 _{1,3}	3 _{1,3}	2 ₃	2 ₃ 3 _{1,2}	2 ₃ 3 _{1,2}	2 _{1,3} 3 ₁	2 _{1,3} 3 ₁	3 ₁

Tabela 45 cd.
Table 45 cont.

<i>Thlaspi arvense</i> L.	1 ₂	2 ₂	3 ₃	1 ₃	2 ₁	1 ₃	3 ₂	1 ₂	2 ₂	3 _{2,3}	1 ₂	3 _{2,3}	0 ₃		
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	1 ₂											2 ₃			
<i>Sinapis arvensis</i> L.							2 ₃								
Caryophyllaceae															
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	1 ₃		2 _{1,3}	3 _{1,3}					1 ₃	2 _{1,2}		3 ₂	0 ₃		
<i>Saponaria officinalis</i> L.									2 ₁						
Chenopodiaceae															
<i>Chenopodium album</i> L.	1 _{1,2,3}	2 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3}	2 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3}	2 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3}	2 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	0 _{1,2,3}
Euphorbiaceae															
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	1 ₂													0 _{2,3}	
Fabaceae															
<i>Lotus corniculatus</i> L.					2 ₁	3 ₁									
<i>Vicia hirsuta</i> (L.) Gray			3 ₃									3 _{1,2}		3 _{1,3}	
<i>Trifolium repens</i> L.									1 ₂					3 _{2,3}	
<i>Vicia tetrasperma</i> (L.) Schreb.												3 _{1,2}		3 ₁	
Geraniaceae															
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hérit.	2 ₁	3 _{1,2,3}	1 ₁	2 ₁	3 _{1,1,3}	2 _{1,3}	3 _{1,2}	1 _{1,3}	2 ₁	3 _{1,2}	3 ₁	1 ₁	2 _{1,2}	3 ₁	0 _{1,3}
<i>Geranium pusillum</i> Burm. F. ex L.	2 _{1,3}	3 _{1,2,3}	3 ₁					1 ₃	1 ₁	2 ₁	1 ₃	2 _{2,3}	3 _{1,2}		
Lamiaceae															
<i>Lamium purpureum</i> L.		3 ₃			2 ₁	2 _{1,2,3}		1 ₂	2 ₃	3 _{1,3}	2 _{1,2,3}				
Oxalidaceae															
<i>Oxalis fontana</i> Bunge								1 ₂						0 ₂	

Tabela 45 cd.
Table 45 cont.

Papaveraceae													
<i>Papaver rhoeas</i> L. – Arch, T, K									1 ₂				
Poaceae													
<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult.	1 _{1,2,3}	2 _{2,3}	3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3}	2 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3}	2 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3}	2 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	0 _{1,2,3}
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	1 _{1,2,3}	2 _{2,3}	3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3}	2 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3}	2 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3}	2 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	0 _{1,2,3}
<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.	1 ₁	2 ₁	3 ₁	1 ₂	2 ₃	3 _{1,2,3}	1 _{0,20}	2 ₃	3 _{1,2}	1 _{1,2,3}	2 _{1,2}	3 _{1,2,3}	0 ₂
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.		2 ₃					3 ₂	1 _{1,2}	3 ₂	1 ₃	2 _{1,3}	3 _{2,3}	3 ₁
<i>Bromus willdenowii</i> Kunth					2 ₁	3 ₁		2 ₁	3 ₁				
<i>Elymus repens</i> (L.) Gould					3 ₁					3 ₁	1 _{1,3}		
<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. Beauv.					3 ₁					3 _{1,2}			3 ₁
<i>Bromus tectorum</i> L.					3 _{1,2}								
Polygonaceae													
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á. Löve	1 _{1,2,3}	2 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3}	2 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3}	2 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3}	2 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	0 _{1,2,3}
<i>Polygonum lapathifolium</i> L. subsp. <i>lapathifolium</i>	1 _{2,3}	2 _{2,3}	3 _{2,3}	2 ₃	3 ₁	1 _{2,3}	2 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	2 _{2,3}	3 _{1,2,3}	2 ₂	3 _{1,2,3}	0 _{2,3}
<i>Polygonum aviculare</i> L.					1 _{1,3}	3 _{2,3}				1 ₁	3 _{1,2,3}		
Scrophulariaceae													
<i>Rhinanthus serotinus</i> (Schönh.) Oborny											2 ₂		
<i>Veronica arvensis</i> L. – Arch, T, K									1 ₂				1 ₃
Solanaceae													
<i>Solanum nigrum</i> L. Emend. Mill.													
Violaceae													
<i>Viola arvensis</i> Murray	1 _{1,2,3}	2 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3}	2 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3}	2 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3}	2 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	0 _{1,2,3}

A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanation in table 3; D – pole uprawne – arable land
 Nn – N: okres wyłączenia pól z użytkowania (od 1 do 3 lat)/N: duration of field exclusion (from 1 to 3 years); n: warstwa, w której stwierdzono obecność nasion
 (n: 1 – warstwa 0–1 cm, 2 – warstwa 1–10 cm, 3 – warstwa 10–20 cm, 1,2,3 – nasiona występowały w całym badanym profilu/n
 layer which seed presence (n: 1 – layer 0–1 cm, 2 – layer 1–10 cm, 3 – layer 10–20 cm, 1,2,3 – the seeds were present in the whole tested profile)

Liczba oznaczonych gatunków nasion była zróżnicowana przez wprowadzane sposoby zagospodarowania pola i zazwyczaj zwiększała się w porównaniu ze stanem określonym przed rozpoczęciem eksperymentu (łącznie w całej badanej warstwie 16 gatunków). Największą różnorodnością gatunkową charakteryzowały się powierzchnie z samoodtwarzającą się roślinnością (39 na polach niekoszonych i 35 na koszonych). Na pozostałych obiektach liczba gatunków zawierała się w przedziale od 25 do 28. Na polu z samoistnie tworzącą się okrywą (obiekt C), w miarę wydłużania czasu wyłączenia pola z użytkowania rolniczego, liczba gatunków wzrastała (średnio z 16 w pierwszym do 22 w drugim i 29 w trzecim roku). Dla stanowisk z celowo wysiewaną roślinnością okrywową (obiekt B) wykazano zależność odwrotną, a liczba gatunków obniżyła się średnio z 19 w pierwszym roku do 16 w trzecim. Wykorzystanie do zagospodarowania pola herbicydu Roundup 360 SL (obiekt A) wpłynęło na utrzymanie w miarę stałego składu gatunkowego glebowego banku nasion przez cały okres badań na obiektach niekoszonych. Jednak koszenie i rozdrobnienie pozostałości zaschniętych roślin spowodowało szybszy rozwój i osypywanie nasion chwastów krótkotrwałych, a przez to zwiększyło zróżnicowanie gatunkowe zapasu nasion.

Liczba nasion na jednostce powierzchni w warstwie gleby 0–20 cm była zależna zarówno od czynników doświadczenia, jak i od czasu, jaki upłynął od zaniechania rolniczego wykorzystania gruntów. Po pierwszym roku badań największy zasób nasion w warstwie 0–20 cm (średnio 365 760 sztuk·m⁻²) stwierdzono na obiekcie z rośliną okrywową (tab. 46). Mniejszym, ale również wysokim zapasem nasion charakteryzowała się gleba z pola samoistnie zarastającego koszonego (323 250 szt.·m⁻²). Na polu zagospodarowanym poprzez zabiegi herbicydowe zasób nasion skumulowanych w glebie był niższy średnio o 34,6% w porównaniu z wartościami na obiekcie B. Rozłożenie nasion w profilu glebowym było nierównomierne. W warstwie 0–1 cm najwięcej nasion oznaczono dla stanowiska z wysiewaną koszoną okrywą roślinną, a najmniej dla obiektu A bez koszenia. Natomiast w warstwach 1–10 cm i 10–20 cm najmniej zasobną w nasiona okazała się gleba na polu samozarastającym bez koszenia, a najbardziej dla obiektu B niekoszonego. Notowane wartości danego parametru były zawsze wyższe w porównaniu ze stanem przed wyłączeniem pola z użytkowania rolniczego średnio dla warstwy 0–20 cm o około dwa razy dla obiektu A i C i trzech dla B.

W glebowym banku nasion na polu po pierwszym roku wyłączenia z uprawy dominowały gatunki krótkotrwałe. Analiza wykazała, iż najbogatszym w gatunki było stanowisko z celowo posianą okrywą. W całości badanej warstwy (0–20 cm) było ich 19 na polu niekoszonym i 20 na koszonym, w tym krótkotrwałe odpowiednio 15 i 17 gatunków.

Jednocześnie udział gatunków krótkotrwałych w całej puli zgromadzonych nasion był prawie 100%, niezależnie od sposobu zagospodarowania pola bez uprawy.

Analiza glebowego banku nasion na polu po dwuletnim okresie wyłączenia z użytkowania wykazała na metrze kwadratowym, w warstwie gleby 0–20 cm, obecność średnio 167 400 sztuk·m⁻² nasion dla stanowiska z herbicydem, 319 300 sztuk·m⁻² dla stanowiska z roślinami okrywowymi i 248 750 sztuk·m⁻² dla stanowiska samozarastającego (tab. 47). Najwięcej gatunków tworzących zapas nasion w glebie oznaczono na obiekcie C odpowiednio 24 w stanowisku bez koszenia i 20 w stanowisku koszonym.

Warstwy gleby 1–10 cm i 10–20 cm były bardziej zasobne w nasiona niż warstwa wierzchnia, niezależnie od rodzaju zastosowanego w doświadczeniu sposobu zagospodarowania pola.

Wykaszenie roślinności w trakcie wyłączenia pola z użytkowania rolniczego ograniczało dojrzewanie i osypywanie nasion w stanowisku z herbicydem i wysiewaną okrywą, co skutkowało ograniczeniem ich zasobu gromadzonego w warstwie 0–1 cm. W stanowisku z samoistnie

tworzącą się okrywą obserwowano odwrotną zależność. Natomiast w warstwie 1–10 cm, w stanowiskach z koszoną roślinnością okrywową liczba nasion w glebie była niższa w porównaniu z obiektami niekoszonymi. Odwrotną zależność wykazano w stanowisku utrzymywanym za pomocą herbicydu Roundup 360 SL.

Tabela 46. Liczba gatunków roślin i ich nasion [szt.m⁻²] w warstwie 0–20 cm po pierwszym roku wyłączenia pola z użytkowania rolniczego na glebie lekkiej

Table 46. Number of plant species and seeds number [no.m⁻²] in layer 0–20 cm after the first year of field lying fallowed on light soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management	A		B		C		D
Koszenie roślin – Mowing of plants	nie – no	tak – yes	nie – no	tak – yes	nie – no	tak – yes	
0–1 cm							
Liczba gatunków ogółem Total number of species	8	8	10	12	10	12	9
Krótkotrwałe – Short-lived	8	8	9	12	10	11	9
[%]	100,0	100,0	90,0	100,0	100,0	91,7	100,0
Wieloletnie – Perennial	0	0	1	0	0	1	0
[%]	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0	8,3	0,0
Liczba nasion ogółem Total number of seeds	27 920	47 520	50 880	67 120	36 680	38 720	15 220
Krótkotrwałe – Short-lived	27 920	47 520	50 800	67 120	36 680	38 640	15 220
[%]	100,0	100,0	99,8	100,0	100,0	99,8	100,0
Wieloletnie – Perennial	0	0	80	0	0	80	0
[%]	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0
1–10 cm							
Liczba gatunków ogółem Total number of species	14	8	11	16	11	9	12
Krótkotrwałe – Short-lived	13	9	10	13	10	9	12
[%]	92,9	100,0	90,9	81,2	90,9	100,0	100,0
Wieloletnie – Perennial	1	0	1	3	1	0	0
[%]	7,1	0,0	9,1	18,8	9,1	0,0	0,0
Liczba nasion ogółem Total number of seeds	117 200	66 400	153 040	133 520	62 860	142 960	48 730
Krótkotrwałe – Short-lived	117 120	66 400	152 060	133 280	62 780	142 960	48 730
[%]	99,9	100,0	100,0	99,8	99,9	100,0	100,0
Wieloletnie – Perennial	80	0	80	240	80	0	0
[%]	0,1	0,0	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0
10–20 cm							
Liczba gatunków ogółem Total number of species	8	7	18	13	9	14	14
Krótkotrwałe – Short-lived	8	7	15	13	9	14	14
[%]	100,0	100,0	83,3	100,0	100,0	100,0	100,0
Wieloletnie – Perennial	0	0	3	0	0	0	0
[%]	0,0	0,0	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Liczba nasion ogółem Total number of seeds	125 520	93 680	178 000	148 960	57 340	141 840	56 880
Krótkotrwałe – Short-lived	125 520	93 680	177 760	148 960	57 340	141 840	56 880
[%]	100,0	100,0	99,9	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabela 46 cd.
Table 46 cont.

Wieloletnie – Perennial	0	0	240	0	0	0	0
[%]	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
0–20 cm							
Liczba gatunków ogółem Total number of species	17	11	19	20	15	17	16
Krótkotrwałe – Short-lived	16	11	15	17	14	16	16
[%]	94,1	100,0	78,9	85,0	93,3	94,1	100,0
Wieloletnie – Perennial	1	0	4	3	1	1	0
[%]	5,9	0,0	21,1	15,0	6,7	5,9	0,0
Liczba nasion ogółem Total number of seeds	270 640	207 600	381 920	349 600	156 880	323 520	120 830
Krótkotrwałe – Short-lived	270 560	207 600	381 520	349 360	156 800	323 440	120 830
[%]	100,0	100,0	99,9	99,9	100,0	100,0	100,0
Wieloletnie – Perennial	80	0	400	240	80	80	0
[%]	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0

A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3; D – pole uprawne – arable land

Tabela 47. Liczba gatunków roślin i ich nasion [szt. \cdot m⁻²] w warstwie 0–20 cm po drugim roku wyłączania pola z użytkowania rolniczego na glebie lekkiej

Table 47. Number of plant species and seeds number [no. \cdot m⁻²] in layer 0–20 cm after the second year of field lying fallowed on light soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management	A		B		C	
	nie – no	tak – yes	nie – no	tak – yes	nie – no	tak – yes
0–1 cm						
Liczba gatunków ogółem Total number of species	8	11	15	10	14	14
Krótkotrwałe – Short-lived	7	10	12	7	11	12
[%]	87,5	90,9	80,0	70,0	78,6	85,7
Wieloletnie – Perennial	1	1	3	3	3	2
[%]	12,5	9,1	20,0	30,0	21,4	14,3
Liczba nasion ogółem Total number of seeds	39 800	35 000	41 700	40 600	22 600	43 800
Krótkotrwałe – Short-lived	39 400	34 800	40 400	40 300	22 300	42 800
[%]	99,0	99,4	96,9	99,3	98,7	97,7
Wieloletnie – Perennial	400	200	1300	300	300	1000
[%]	1,0	0,6	3,1	0,7	1,3	2,3
1–10 cm						
Liczba gatunków ogółem Total number of species	9	7	9	9	14	13
Krótkotrwałe – Short-lived	9	7	9	8	13	13
[%]	100,0	100,0	100,0	88,9	92,9	100,0
Wieloletnie – Perennial	0	0	0	1	1	0
[%]	0,0	0,0	0,0	11,1	7,1	0,0
Liczba nasion ogółem Total number of seeds	34 000	89 600	137 600	125 500	118 000	93 200

Tabela 47 cd.
Table 47 cont.

Krótkotrwałe – Short-lived	34 000	89 600	137 600	125 400	117 800	93 200
[%]	100,0	100,0	100,0	99,9	99,8	100,0
Wieloletnie – Perennial	0	0	0	100	200	0
[%]	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0
10–20 cm						
Liczba gatunków ogółem Total number of species	12	10	13	13	13	13
Krótkotrwałe – Short-lived	12	10	12	12	13	13
[%]	100,0	100,0	92,3	92,3	100,0	100,0
Wieloletnie – Perennial	0	0	1	1	0	0
[%]	0,0	0,0	7,7	7,7	0,0	0,0
Liczba nasion ogółem Total number of seeds	70 000	66 400	158 500	134 700	126 900	93 000
Krótkotrwałe – Short-lived	70 000	66 400	158 400	134 600	126 900	93 000
[%]	100,0	100,0	99,9	99,9	100,0	100,0
Wieloletnie – Perennial	0	0	100	100	0	0
[%]	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0
0–20 cm						
Liczba gatunków ogółem Total number of species	16	14	19	18	24	20
Krótkotrwałe – Short-lived	15	13	15	14	21	18
[%]	93,8	92,9	78,9	77,8	87,5	90,0
Wieloletnie – Perennial	1	1	4	4	3	2
[%]	6,3	7,1	21,1	22,2	12,5	10,0
Liczba nasion ogółem Total number of seeds	143 800	191 000	337 800	300 800	267 500	230 000
Krótkotrwałe – Short-lived	143 400	190 800	336 400	300 300	267 000	229 000
[%]	99,7	99,9	99,6	99,8	100,0	99,6
Wieloletnie – Perennial	400	200	1400	500	500	1000
[%]	0,3	0,1	0,4	0,2	0,0	0,4

A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

Po drugim roku bez uprawy zaobserwowano na polach wzrost udziału w glebowym banku nasion gatunków wieloletnich, co szczególnie widoczne było w warstwie 0–1 cm. Najwięcej nasion tych gatunków stwierdzono w glebie stanowiska z wysiewanymi roślinami okrywowymi bez koszenia (1300 sztuk·m⁻², co stanowi 3,1% całości zgromadzonej puli) oraz dla obiektu C koszonego (1000 sztuk·m⁻², co stanowi 2,3% całości puli).

Kolejny rok wyłączenia pól z produkcji rolniczej skutkowało wzrostem liczby zgromadzonych w glebie nasion na polu z herbicydem i z samoistnie tworzącą się okrywą, a dla okrytego mieszanką stokłosa bezostnej z komonicą zwyczajną zmniejszeniem (tab. 48). Jednocześnie zaobserwowano także wzrost liczby gatunków tworzących glebowy bank nasion. Ich liczba w badanym profilu zawierała się w przedziale 16–29. Najbogatszym w gatunki było stanowisko z samoistnie tworzącą się okrywą, a najuboższe pole obsiane mieszanką motylkowo-trawiastrą. Podobną zależność obserwowano w poszczególnych warstwach, zaś najbardziej zróżnicowaną gatunkowo warstwą była warstwa 0–1 cm.

Tabela 48. Liczba gatunków roślin i ich nasion [szt. \cdot m⁻²] w warstwie 0–20 cm po trzecim roku wyłączenia pola z użytkowania rolniczego na glebie lekkiej

Table 48. Number of plant species and seeds number [no. \cdot m⁻²] in layer 0–20 cm after the third years of field lying fallowed on light soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management	A		B		C	
Koszenie roślin Mowing of plants	nie – no	tak – yes	nie – no	tak – yes	nie – no	tak – yes
0–1 cm						
Liczba gatunków ogółem Total number of species	13	19	12	13	24	22
Krótkotrwałe – Short-lived	12	17	9	10	20	19
[%]	92,3	89,5	75	76,9	83,3	86,4
Wieloletnie – Perennial	1	2	3	3	4	3
[%]	7,7	9,5	25	23,1	16,7	13,6
Liczba nasion ogółem Total number of seeds	50 500	63 000	48 100	46 600	74 200	80 800
Krótkotrwałe – Short-lived	49 600	62 000	47 400	46 200	71 100	79 500
[%]	98,2	98,4	98,5	99,1	94,5	98,4
Wieloletnie – Perennial	900	1000	700	400	4100	1300
[%]	1,8	1,6	1,5	0,9	5,5	1,6
1–10 cm						
Liczba gatunków ogółem Total number of species	13	10	10	12	23	15
Krótkotrwałe – Short-lived	13	10	10	12	20	13
[%]	100,0	100,0	100,0	100,0	87,0	86,7
Wieloletnie – Perennial	0	0	0	0	3	2
[%]	0,0	0,0	0,0	0,0	13,0	13,3
Liczba nasion ogółem Total number of seeds	88 900	81 500	103 000	104 600	181 700	121 600
Krótkotrwałe – Short-lived	88 900	81 500	103 000	104 600	180 900	121 300
[%]	100,0	100,0	100,0	100,0	99,6	99,8
Wieloletnie – Perennial	0	0	0	0	800	300
[%]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,2
10–20 cm						
Liczba gatunków ogółem Total number of species	14	9	8	9	16	14
Krótkotrwałe – Short-lived	14	9	8	9	16	13
[%]	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	92,9
Wieloletnie – Perennial	0	0	0	0	0	1
[%]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1
Liczba nasion ogółem Total number of seeds	125 800	113 400	142 400	115 100	114 200	100 300
Krótkotrwałe – Short-lived	125 800	113 400	142 400	115 100	114 200	99 900
[%]	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,6
Wieloletnie – Perennial	0	0	0	0	0	400
[%]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4

Tabela 48 cd.
Table 48 cont.

0–20 cm						
Liczba gatunków ogółem Total number of species	17	22	16	17	29	28
Krótkotrwałe – Short-lived	16	20	13	14	25	24
[%]	94,1	90,9	81,2	82,4	86,2	85,7
Wieloletnie – Perennial	1	2	3	3	4	4
[%]	5,9	9,1	18,8	17,6	13,8	14,3
Liczba nasion ogółem Total number of seeds	265 200	257 900	293 500	266 300	370 100	302 700
Krótkotrwałe – Short-lived	264 300	256 900	292 800	265 900	365 200	300 700
[%]	99,7	99,6	99,8	99,9	98,7	99,3
Wieloletnie – Perennial	900	1000	700	400	4900	2000
[%]	0,3	0,4	0,2	0,2	1,3	0,7

A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

W warstwie 0–1 cm najwięcej nasion oznaczono w przypadku stanowiska z samoistnie tworzącą się okrywą po zabiegu koszenia (80 800 sztuk·m⁻²) i była ona wyższa o 1,8 razy niż w roku drugim. Najmniej nasion zanotowano także dla stanowiska koszonego, ale z wysiewaną okrywą (46 600 sztuk·m⁻²). Gleba na polu zagospodarowanym w okresie bez uprawy za pomocą herbicydu Roundup 360 SL była mniej zasobna w nasiona w porównaniu z obiektem C, ale bardziej zasobna w porównaniu z obiektem B. W warstwie 1–10 cm najbogatszą w nasiona była gleba na obiekcie C niekoszonym (181 700 sztuk·m⁻²) i była ona wyższa o 100 200 sztuk·m⁻² w stosunku do wartości najniższej stwierdzonej na obiekcie A koszonym.

Trzeci rok wyłączenia pola z użytkowania rolniczego skutkowało dalszym wzrostem udziału w glebowym banku nasion gatunków wieloletnich. Było to szczególnie zauważalne w warstwie 0–1 cm, w której nasiona gatunków wieloletnich stanowiły w całości zgromadzonego zasobu średnio 1,7% dla obiektu z herbicydem, 1,2% dla obiektu z roślinami wysiewanymi i 3,6% dla obiektu samoistnie zarastającego.

W każdej z warstw, niezależnie od sposobu zagospodarowania pola wyłączonego z rolniczego użytkowania, jak i czasu jego trwania, dominowała w glebowym banku nasion *Chenopodium album*. Jej zawartość w glebie w pierwszym roku wahała się w przedziale 46,7–79,7% dla warstwy 0–1 cm, 60,5–83,7% dla warstwy 1–10 cm, 59–78,1% dla warstwy 10–20 cm oraz 59,4–75,4% dla warstwy 0–20 cm (tab. 49). Podobnie kształtował się jej udział przed rozpoczęciem doświadczenia. Zazwyczaj najwięcej komosy białej notowano w stanowisku z komonicą rożkową w mieszance ze stokłosą bezostną, najmniej zaś przy samoistnie tworzącej się okrywie. Do gatunków dominujących, oprócz komosy, zaliczono jeszcze 6 innych, zaś kryterium stanowiło przekroczenie przez dany gatunek co najmniej 2,5% udziału w glebowym banku – przynajmniej na jednym obiekcie. Wymienione gatunki w żadnym z omawianych stanowisk jednocześnie nie spełniły przyjętego kryterium dominacji, najwięcej – 6 z 7 gatunków – wystąpiło na obiekcie samoistnie zarastającym w warstwie 0–1 cm. Wśród nich najczęściej notowane w pierwszym roku były jeszcze *Fallopia convolvulus*, *Amaranthus retroflexus* i *Setaria pumila*.

Tabela 49. Procentowy udział dominujących gatunków roślin w ogólnej liczbie nasion po pierwszym roku wyłączenia pola z użytkowania rolniczego na glebie lekkiej

Table 49. Percentage of dominant plant species in the total number of seeds after the first year of field lying fallowed on light soil

Koszenie roślin Mowing of plants	Nie No			Tak Yes			D
	A	B	C	A	B	C	
Sposób zagospodarowania pola Method of field management							
0–1 cm							
<i>Chenopodium album</i>	75,6	79,7	57,6	78,1	75,0	46,7	80,6
<i>Fallopia convolvulus</i>	11,5	+	15,4	2,9	3,3	19,6	–
<i>Amaranthus retroflexus</i>	8,3	15,1	+	13,0	16,0	9,3	15,0
<i>Echinochloa crus-galli</i>	+	+	4,2	+	+	5,2	–
<i>Setaria pumila</i>	+	+	10,1	2,5	+	9,5	+
<i>Polygonum lapathifolium</i>	–	–	+	–	–	6,8	–
<i>Viola arvensis</i>	+	+	2,5	+	+	+	–
1–10 cm							
<i>Chenopodium album</i>	72,9	73,7	60,5	68,2	83,7	72,0	73,7
<i>Amaranthus retroflexus</i>	14,1	22,1	29,7	19,6	11,3	20,2	21,5
<i>Setaria pumila</i>	6,2	+	+	4,9	+	+	+
<i>Echinochloa crus-galli</i>	+	+	2,8	2,9	+	+	+
<i>Fallopia convolvulus</i>	+	+	+	+	+	2,5	+
<i>Polygonum lapathifolium</i>	–	–	3,1	–	–	+	–
<i>Viola arvensis</i>	+	+	+	+	+	+	+
10–20 cm							
<i>Chenopodium album</i>	73,7	75,7	59,3	78,1	66,5	77,6	74,1
<i>Amaranthus retroflexus</i>	12,5	19,8	32,7	13,6	26,2	15,1	22,2
<i>Setaria pumila</i>	6,5	+	+	3,5	+	+	+
<i>Fallopia convolvulus</i>	3,7	+	+	+	+	+	+
<i>Echinochloa crus-galli</i>	2,5	+	+	+	+	+	+
<i>Viola arvensis</i>	+	+	2,5	+	+	+	+
<i>Polygonum lapathifolium</i>	–	–	+	–	–	+	+
0–20 cm							
<i>Chenopodium album</i>	73,5	75,4	59,4	74,9	74,7	71,4	74,7
<i>Amaranthus retroflexus</i>	12,8	20,1	25,3	15,3	18,6	16,7	21,0
<i>Setaria pumila</i>	5,9	+	3,7	3,6	+	+	+
<i>Fallopia convolvulus</i>	3,7	+	4,4	+	+	4,3	+
<i>Echinochloa crus-galli</i>	+	+	2,6	+	+	+	+
<i>Viola arvensis</i>	+	+	2,5	+	+	+	+
<i>Polygonum lapathifolium</i>	–	–	+	–	–	+	+

A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3; D – pole uprawne – arable land

+ udział nasion poniżej 2,5% – percentage of the seeds below 2.5%

– występowania nasion nie stwierdzono – seeds were not occurred

W drugim roku bez uprawy do dominujących w glebowym banku nasion zaliczono 6 gatunków (tab. 50). Podobnie jak po pierwszym roku wysoki udział utrzymała w nim *Chenopodium album*. W żadnym ze stanowisk nie wystąpiły jednocześnie wszystkie zaliczone do dominujących gatunki. Najwięcej z nich (5 gatunków) wykazano w przypadku warstw: 0–1 cm w stanowisku utrzymywanym z wykorzystaniem herbicydu koszonym i samozarastającym oraz 1–10 cm dla pierwszego z omawianych stanowisk bez koszenia. Najczęściej wymienianymi gatunkami dominującymi w poszczególnych obiektach były, oprócz komosy białej, *Amaranthus retroflexus*, *Fallopia convolvulus* i *Setaria pumila*. Na uwagę zasługuje fakt pojawienia się na polu samozarastającym koszonym w warstwie 0–1 cm niełupek *Conyza canadensis*, których udział wyniósł 17,6%.

Tabela 50. Procentowy udział dominujących gatunków roślin w ogólnej liczbie nasion po drugim roku wyłączenia pola z użytkowania rolniczego na glebie lekkiej

Table 50. Percentage of dominant plant species in the total number of seeds after the second year of field lying fallowed on light soil

Koszenie roślin Mowing of plants	Nie No			Tak Yes		
Sposób zagospodarowania pola Method of field management	A	B	C	A	B	C
0–1 cm						
<i>Chenopodium album</i>	76,4	76,2	70,8	70,8	87,9	62,1
<i>Amaranthus retroflexus</i>	12,1	10,1	3,5	9,1	3,4	–
<i>Fallopia convolvulus</i>	3,5	+	8,0	8,6	2,7	6,4
<i>Viola arvensis</i>	–	2,9	5,6	2,8	+	2,7
<i>Setaria pumila</i>	–	3,1	3,5	4,0	+	3,6
<i>Conyza canadensis</i>	–	+	–	–	–	17,6
1–10 cm						
<i>Chenopodium album</i>	54,1	84,1	72,9	87,3	80,7	82,4
<i>Amaranthus retroflexus</i>	27,1	11,5	20,0	6,2	14,0	10,3
<i>Setaria pumila</i>	5,9	+	3,1	2,9	+	+
<i>Viola arvensis</i>	4,7	+	+	+	+	+
<i>Fallopia convolvulus</i>	4,1	+	+	+	+	+
<i>Conyza canadensis</i>	–	–	–	–	–	+
10–20 cm						
<i>Chenopodium album</i>	70,0	75,1	74,3	74,1	77,6	86,9
<i>Amaranthus retroflexus</i>	19,7	18,7	18,0	16,0	14,7	3,9
<i>Setaria pumila</i>	2,8	+	2,7	3,0	3,2	+
<i>Viola arvensis</i>	2,8	+	+	+	+	+
<i>Fallopia convolvulus</i>	+	+	+	+	+	2,6
<i>Conyza canadensis</i>	–	–	–	–	–	–
0–20 cm						
<i>Chenopodium album</i>	68,0	78,9	73,3	79,7	80,3	80,3
<i>Amaranthus retroflexus</i>	19,3	14,7	17,7	10,2	12,9	5,7
<i>Setaria pumila</i>	2,8	+	2,9	3,1	+	+
<i>Fallopia convolvulus</i>	2,6	+	+	2,8	+	3,0
<i>Viola arvensis</i>	3,5	+	+	+	+	+
<i>Conyza canadensis</i>	–	+	–	–	–	3,4

A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

+ udział nasion poniżej 2,5% – percentage of the seeds below 2.5%

– występowania nasion nie stwierdzono – seeds were not occurred

Po trzyletnim okresie zaniechania rolniczego wykorzystania gruntów ornych na glebie lekkiej w glebowym banku nasion do dominujących zaliczono 10 gatunków (tab. 51). *Chenopodium album* nadal należała do gatunków o wyraźnej dominacji w zasobie nasion zgromadzonych w glebie. Zauważono jednak zmniejszenie jej zapasu w wierzchniej warstwie gleby (0–1 cm) w przypadku obiektu z herbicydem i samoistnie zarastającego. W żadnym z badanych obiektów nie wystąpiły razem wszystkie zaliczone do dominujących gatunki. Najwięcej z nich (7 z 10 gatunków) wystąpiło w warstwie 0–1 cm na polu utrzymywanym za pomocą herbicydu niezależnie od sposobu pielęgnacji i samozarasatającym niekoszonym. Najmniej gatunków dominujących notowano w głębszych z badanych warstw, tj. 1–10 cm i 10–20 cm, bo tylko od 2 do 3 gatunków. Obecność niełupek *Conyza canadensis* wykazano już w 5 na 6 badanych obiektów, a w trzech z nich uzyskały one ponad 3% udział w zasobie nasion w warstwie 0–1 cm. Obecność tego gatunku notowano także w głębszych warstwach.

Tabela 51. Procentowy udział dominujących gatunków roślin w ogólnej liczbie nasion po trzecim roku wyłączenia pól z użytkowania rolniczego na glebie lekkiej

Table 51. Percentage of dominant plant species in the total number of seeds after the third years of field lying fallowed on light soil

Koszenie roślin Mowing of plants	Nie No			Tak Yes		
	A	B	C	A	B	C
Sposób zagospodarowania pola Method of field management						
0–1 cm						
<i>Chenopodium album</i>	62,0	74,0	49,3	57,6	79,4	54,3
<i>Amaranthus retroflexus</i>	5,9	18,1	4,6	14,8	12,4	6,4
<i>Setaria pumila</i>	2,8	+	4,6	3,0	+	7,2
<i>Viola arvensis</i>	4,4	+	3,2	3,6	+	2,8
<i>Fallopia convolvulus</i>	+	+	4,8	+	2,8	8,8
<i>Conyza canadensis</i>	+	+	8,0	3,2	–	9,3
<i>Erodium cicutarium</i>	7,7	+	+	4,4	+	–
<i>Geranium pusillum</i>	4,2	–	–	3,0	–	+
<i>Apera spica-venti</i>	–	–	6,6	+	–	+
<i>Echinochloa crus-galli</i>	2,9	–	+	+	+	–
1–10 cm						
<i>Chenopodium album</i>	78,3	74,1	67,7	80,8	83,8	71,5
<i>Amaranthus retroflexus</i>	14,8	19,4	25,6	12,3	10,7	21,7
<i>Viola arvensis</i>	+	3,1	+	2,8	3,1	+
<i>Setaria pumila</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Fallopia convolvulus</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Erodium cicutarium</i>	+	+	–	–	+	+
<i>Geranium pusillum</i>	+	–	–	–	–	+
<i>Apera spica-venti</i>	–	–	+	–	–	–
<i>Echinochloa crus-galli</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Conyza canadensis</i>	+	–	+	+	–	–
10–20 cm						
<i>Chenopodium album</i>	77,9	81,2	65,5	72,8	84,4	64,2
<i>Amaranthus retroflexus</i>	16,1	12,6	25,7	17,8	9,9	29,2
<i>Viola arvensis</i>	+	3,1	+	+	3,6	+

Tabela 51 cd.
Table 51 cont.

<i>Setaria pumila</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Fallopia convolvulus</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Echinochloa crus-galli</i>	+	+	+	4,0	+	+
<i>Erodium cicutarium</i>	+	-	-	-	-	+
<i>Geranium pusillum</i>	+	-	-	-	-	-
<i>Apera spica-venti</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Conyza canadensis</i>	-	-	+	-	-	-
0–20 cm						
<i>Chenopodium album</i>	75,0	77,5	63,3	71,6	83,3	64,5
<i>Amaranthus retroflexus</i>	13,7	15,9	21,4	15,3	10,7	20,1
<i>Viola arvensis</i>	+	3,0	+	2,6	2,9	+
<i>Fallopia convolvulus</i>	+	+	+	+	+	3,4
<i>Setaria pumila</i>	+	+	+	+	+	2,9
<i>Erodium cicutarium</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Geranium pusillum</i>	+	-	-	+	-	+
<i>Apera spica-venti</i>	-	-	+	+	-	+
<i>Echinochloa crus-galli</i>	+	-	+	+	+	+
<i>Conyza canadensis</i>	+	-	+	+	-	2,5

A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

+ udział nasion poniżej 2,5% – percentage of the seeds below 2.5%

- występowania nasion nie stwierdzono – seeds were not occurred

4.4.2. Zmiany w glebowym banku nasion na glebie średniej

Glebowy bank nasion w glebie średniej tworzyło w okresie badań 67 gatunków z 21 rodzin (tab. 52). Najwięcej gatunków przynależało do rodziny *Asteraceae* (22), druga rodzina pod względem bogactwa gatunkowego to *Poaceae*, do której zaliczono 6 z oznaczonych gatunków. Liczniejszymi w gatunki rodzinami były jeszcze *Brassicaceae* (5 gatunków), *Polygonaceae* i *Caryophyllaceae* (po 4 gatunki), *Fabaceae* i *Lamiaceae* (po 3 gatunki), *Geraniaceae*, *Scrophulariaceae* i *Euphorbiaceae* (po 2 gatunki). Pozostałe rodziny miały pojedynczych reprezentantów wśród oznaczonych gatunków. Liczba gatunków na poszczególnych polach poddanych różnemu zagospodarowaniu wahała się od 27 na polu z wysiewanymi roślinami okrywowymi bez koszenia (wartość najniższa notowana w doświadczeniu) do 49 na polu samoistnie zarastającym roślinami w wariacie z koszeniem (wartość najwyższa). Z oznaczonych gatunków od 9 do 12 było obecnych w każdym roku badań, zaś 8 do 12 pojawiło się dopiero w trzecim roku. Trzy gatunki *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album* i *Echinochloa crus-galli* były obserwowane w warstwie ornej we wszystkich obiektach przez cały czas trwania eksperymentu.

Liczba gatunków na polu samozarastającym oraz zagospodarowanym przez obsiew roślinami okrywowymi niekoszonymi wzrosła w drugim roku badań, a następnie zmalała w trzecim roku. Na polu pielęgnowanym za pomocą herbicydu bez koszenia oraz pokrytym okrywą z roślin wysiewanych koszonych systematycznie wzrastała w miarę upływu czasu. Gatunki z rodziny *Asteraceae* zwiększały swoją obecność w zasobie diaspor gleb badanych pól od zerowej obecności w pierwszym roku na polu koszonym zagospodarowanym za pomocą herbicydu i z wysiewaną roślinnością okrywową do 14 gatunków w trzecim roku na polu samozarastającym, niekoszonym.

Tabela 52. Lista gatunków nasion oznaczonych w czasie trwania doświadczenia w poszczególnych obiektach na glebie średniej)
 Table 52. The list of seeds species found in the experiment time of individual object on medium soil

Gatunki Species	Sposób zagospodarowania pola – Method of field management								
	A		B		C		D		
	nie – no	tak – yes	nie – no	tak – yes	nie – no	tak – yes	nie – no	tak – yes	
koszenie roślin – mowing of plants									
Amaranthaceae									
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	1 _{1,2,3}	2 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3}	2 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3}	2 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}
Asteraceae									
<i>Matricaria maritima</i> L. subsp. <i>inodora</i> L. Dostal	1 _{1,2}	2 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	2 _{1,2}	3 _{1,2,3}	1 ₂	2 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3}
<i>Galinsoga parviflora</i> Cav.	1 _{1,2}	2 _{1,2}	3 _{1,3}	2 _{1,2}	3 _{1,3}	1 ₂	2 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3}
<i>Artemisia vulgaris</i> L.		3 _{1,2}	3 _{1,2}	3 ₁	3 ₂	2 ₃	3 _{1,2}	2 ₂	3 _{1,2,3}
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	1 ₃	3 _{1,2,3}		3 ₃	3 ₃	2 ₂	2 _{1,2,3}	2 ₂	2 _{1,2,3}
<i>Galinsoga ciliata</i> (Raf.) S. F. Blake	1 ₁			2 ₁	2 _{1,2}	2 ₂	1 _{1,2}	1 _{1,2}	2 ₁
<i>Sonchus arvensis</i> L.		2 _{1,2}	1 ₂	3 _{1,2}	3 ₃	2 ₁	3 _{1,2}	1 _{1,2}	3 _{1,2}
<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill		3 _{1,2,3}	3 _{1,2}	3 _{1,2}	3 _{1,3}	3 _{1,2,3}	3 _{1,2}	3 _{1,2,3}	3 _{1,2}
<i>Taraxacum officinale</i> F. H. Web.	2 ₁	3 _{1,2}	2 ₁	3 _{1,2}	3 ₁	2 ₁	3 _{1,2}	2 _{1,2}	3 _{1,2,3}
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist		3 ₁	2 ₁	3 ₁	2 ₁	3 _{1,2}	2 _{1,2}	3 _{1,3}	2 _{1,3}
<i>Chamomilla suaveolens</i> (Pursh) Rydb.	2 ₁	2 ₂				3 _{1,2}	1 ₂	3 ₃	3 ₃
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	2 ₁	3 ₁	3 ₁			3 _{1,3}	2 ₁	3 ₁	3 ₁
<i>Lactuca serriola</i> L.		3 ₃				3 _{1,2}	2 _{1,2}	3 _{1,2}	3 _{1,2}
<i>Achillea millefolium</i> L. s. str.		3 ₁	3 ₁			3 ₁	3 ₁	3 ₁	3 ₁
<i>Senecio jacobaea</i> L.		3 ₃				3 ₁	3 ₁	3 ₁	3 ₁
<i>Senecio vulgaris</i> L.		3 ₃				3 ₁	3 ₁	2 ₃	3 ₁
<i>Tanacetum vulgare</i> L.			3 ₁			3 ₁	3 ₁	3 ₁	3 ₁
<i>Arctium lappa</i> L.			3 ₁			2 ₁	3 ₁		
<i>Centaurea cyanus</i> L.			3 ₃					2 ₁	
<i>Anthemis arvensis</i> L.								2 ₁	
<i>Carduus crispus</i> L.								2 ₁	
<i>Cirsium oleraceum</i> (L.) Scop.								2 ₁	
<i>Onopordum acanthium</i> L.					2 ₂				

Tabela 52 cd.
Table 52 cont.

Boraginaceae						
<i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill			2 ₁		2 _{1,3}	1 ₁
Brassicaceae						
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	1 _{1,2,3} 2 ₁ 3 _{1,2,3}	1 ₂ 2 _{1,2,3} 3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3} 2 _{1,2,3} 3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3} 3 _{1,2,3}	1 _{1,3} 2 _{1,2,3} 3 _{1,2,3}	0 _{1,2,3}
<i>Descurainia sophia</i> (L.) Webb ex Prantl	1 _{1,2,3} 2 _{1,2,3} 3 _{1,2,3}	1 ₂ 2 _{1,2,3} 3 _{1,2,3}	1 _{1,2} 2 _{1,2,3} 3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3} 2 _{1,2,3} 3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3} 2 _{1,2,3} 3 _{1,2,3}	0 _{1,2,3}
<i>Thlaspi arvense</i> L.	1 _{2,3} 2 _{1,2,3} 3 _{1,2,3}	1 _{2,3} 2 _{1,2,3} 3 _{1,2,3}	1 _{2,3} 2 _{1,2,3} 3 _{1,2,3}	1 _{1,2} 2 _{1,2,3} 3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3} 2 _{1,2,3} 3 _{1,2,3}	0 _{1,2,3}
<i>Sinapis arvensis</i> L.	2 ₃ 3 ₁	2 ₃ 3 _{2,3}	2 _{1,2,3} 3 _{2,3}	2 _{1,3}	2 _{2,3}	0 _{1,2}
<i>Brassica napus</i> L. subsp. <i>napus</i>	2 ₃	2 ₃ 3 _{2,3}	2 _{1,2,3} 3 _{2,3}	2 ₁	2 _{2,3}	
<i>Erysimum cheiranthoides</i> L.	2 _{2,3}	2 ₃			2 _{2,3}	1 ₂ 2 _{1,3}
Caryophyllaceae						
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	1 _{2,3} 2 ₃ 3 _{1,2,3}	1 ₂ 2 _{2,3} 3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3} 2 _{1,2,3} 3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3} 2 _{2,3} 3 _{1,2,3}	1 _{1,3} 2 _{1,2,3} 3 _{1,2,3}	0 _{1,2,3}
<i>Saponaria officinalis</i> L.				1 ₃		
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke		2 ₃				
<i>Spergula arvensis</i> L.		2 ₁			2 ₁	
Chenopodiaceae						
<i>Chenopodium album</i> L.	1 _{1,2,3} 2 _{1,2,3} 3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3} 2 _{1,2,3} 3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3} 2 _{1,2,3} 3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3} 2 _{1,2,3} 3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3} 2 _{1,2,3} 3 _{1,2,3}	0 _{1,2,3}
Euphorbiaceae						
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	1 _{2,3} 2 _{2,3} 3 _{1,2,3}	1 ₃ 2 _{2,3}	1 ₃ 2 _{1,2} 3 _{1,2,3}	1 ₁ 2 _{1,3} 3 _{2,3}	1 _{1,2,3} 2 _{1,2} 3 ₂	0 ₁
<i>Euphorbia peplus</i> L.					1 ₁	
Fabaceae						
<i>Trifolium pratense</i> L.			2 ₁ 3 _{1,2,3}	2 _{1,2} 3 _{2,3}		
<i>Trifolium repens</i> L.				3 ₁	2 ₃ 3 _{1,2}	
<i>Vicia hirsuta</i> (L.) Gray	3 _{1,3}	1 ₃				
Geraniaceae						
<i>Geranium pusillum</i> Burm. F. ex L.	1 _{1,2,3} 2 _{1,2,3} 3 _{1,2,3}	1 ₂ 2 _{1,2,3} 3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3} 2 _{1,2,3} 3 _{1,2,3}	2 ₃ 3 _{1,2} 3 _{1,2,3}	1 _{1,3} 2 _{1,2,3} 3 _{1,2,3}	0 _{1,2,3}
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hérit.	1 _{1,2} 2 ₁ 3 _{1,2}	2 ₁		2 ₁		
Onagraceae						
<i>Epilobium hirsutum</i> L.		3 ₁			3 ₁	

Tabela 52 cd.
Table 52 cont.

Oxalidaceae						
<i>Oxalis fontana</i> Bunge	1 ₁	2 ₁		2 ₃		1 ₃
Papaveraceae						
<i>Papaver rhoas</i> L.	1 _{2,3}	3 _{1,3}	1 ₃	1 ₁	1 ₂	2 ₃
Plantaginaceae						
<i>Plantago lanceolata</i> L.		2 _{1,2}	3 ₁	2 _{1,2}	3 ₁	3 ₁
Lamiaceae						
<i>Lamium amplexicaule</i> L.	1 _{1,3}	3 _{2,3}	1 _{1,3}	2 _{2,3}	2 ₃	3 ₃
<i>Lamium album</i> L.					1 _{2,3}	
<i>Lamium purpureum</i> L.					1 _{1,2}	
Poaceae						
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	1 _{1,2,3}	2 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3}	2 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}
<i>Apera spica-venti</i> (L.) P. Beauv.	2 ₁	1 ₁	3 _{1,2}	3 _{1,2}	3 ₁	2 ₂
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.					3 ₂	3 ₂
<i>Poa annua</i> L.	2 ₁	3 ₁	2 ₁			2 ₃
<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult.					1 _{1,3}	2 _{1,2,3}
<i>Bromus tectorum</i> L.		3 ₁			3 ₁	
Polygonaceae						
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á. Löve					2 ₃	3 ₃
<i>Polygonum aviculare</i> L.		3 ₃				1 _{1,3}
<i>Polygonum lapathifolium</i> L. subsp. <i>lapathifolium</i>	2 ₃		2 _{2,3}	3 ₃		3 ₃
<i>Polygonum persicaria</i> L.		3 ₃	2 ₃		3 ₃	3 ₃
Primulaceae						
<i>Anagallis arvensis</i> L.				1 ₃	2 ₁	2 _{2,3}
Rosaceae						
<i>Aphanes arvensis</i> L.				2 ₃		3 ₂
<i>Geum urbanum</i> L.					1 ₃	

Tabela 52 cd.
Table 52 cont.

Scrophulariaceae													
<i>Veronica hederifolia</i> L. s. str.				1 _{1,2}	1 ₁	1 _{1,2}	1 ₂	0 ₁					
<i>Veronica persica</i> Poir.	1 ₂	3 _{1,3}	1 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	1 _{2,3}	2 ₂	1 _{2,3}	2 ₁	0 _{2,3}				
Solanaceae													
<i>Solanum nigrum</i> L. Emend. Mill.	2 ₃	3 ₃	1 _{2,3}	2 ₃	3 _{1,2}	2 ₂	1 ₂	2 _{1,2}	3 _{1,3}	2 ₃	1 ₃	0 ₂	
Urticaceae													
<i>Urtica urens</i> L.									1 ₁				
Violaceae													
<i>Viola arvensis</i> Murray	1 _{1,2,3}	2 _{2,3}	3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3}	2 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3}	2 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	1 _{1,2,3}	2 _{1,2,3}	3 _{1,2,3}	0 _{1,2,3}

A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3; D – pole uprawne – arable land

Nn – N: okres wyłączenia pól z użytkowania (od 1 do 3 lat)/N: duration of field exclusion (from 1 to 3 years); n: warstwa, w której stwierdzono obecność nasion (n: 1 – warstwa 0–1 cm, 2 – warstwa 1–10 cm, 3 – warstwa 10–20 cm, 1,2,3 – nasiona występowały w całym badanym profilu/n

layer which seed presence (n: 1 – layer 0–1 cm, 2 – layer 1–10 cm, 3 – layer 10–20 cm, 1,2,3 – the seeds were present in the whole tested profile)

Po pierwszym roku wyłączenia pola z uprawy (tab. 53) najbogatszą w diasporę była gleba na obiekcie z samoodtwarzającą się roślinnością, koszoną (115 200 sztuk·m⁻²). O blisko 30 tysięcy mniej nasion zgromadzonych zostało na odłogu herbicydowym i samozarastającym, niekoszonym. Najmniejszym zasobem nasion zgromadzonym w glebie charakteryzowała się gleba z pól z okrywą roślinną motylkowo-trawiastą niekoszoną (341 333 sztuk·m⁻²). W porównaniu ze stanem określonym przed wyłączeniem pola z użytkowania rolniczego zapas ten był zawsze wyższy niezależnie od wybranego sposobu zagospodarowania pola i był zazwyczaj jego wielokrotnością. W pionowym rozmieszczeniu nasion chwastów w profilu glebowym wystąpiło duże zróżnicowanie w zależności od warstwy i wybranego sposobu zagospodarowania pola. W warstwie wierzchniej (0–1 cm) diasporę najliczniej zgromadzone były na polu niekoszonym zagospodarowanym z wykorzystaniem herbicydu nieselektywnego, (35 520 sztuk·m⁻²), a najmniej licznie na polu z okrywą motylkowo-trawiastą (7067 sztuk·m⁻²). W warstwach głębszych (1–10 cm i 10–20 cm) najbogatszy bank nasion wykazano dla obiektu samozarastającego, koszonego (odpowiednio 40 080 i 53 120 sztuk·m⁻²), a najuboższy dla stanowiska z wysiewaną mieszanką koniczyny czerwonej z życią trwałą. Największe zróżnicowanie w składzie gatunkowym wykazywały diasporę zgromadzone na polu samozarastającym, koszonym (aż 27 gatunków łącznie w całym profilu).

Tabela 53. Liczba gatunków roślin i ich nasion [szt·m⁻²] w warstwie 0–20 cm po pierwszym roku wyłączenia pola z użytkowania rolniczego na glebie średniej

Table 53. Number of plant species and seeds number [no·m⁻²] in plow layer after the first year of field lying fallowed on medium soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management	A		B		C		D
	nie no	tak yes	nie no	tak yes	nie no	tak yes	
0–1 cm							
Liczba gatunków ogółem Total number of species	13	7	10	11	13	18	11
Krótkotrwałe – Short-lived	12	7	10	11	13	17	11
[%]	92,3	100,0	100,0	100,0	100,0	94,4	100,0
Wieloletnie – Perennial	1	0	0	0	0	1	0
[%]	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6	0,0
Liczba nasion ogółem Total number of seeds	35 520	15 680	7067	18 933	33 570	22 000	6040
Krótkotrwałe – Short-lived	35 440	15 680	7067	18 933	33 570	21 920	6040
[%]	99,8	100,0	100,0	100,0	100,0	99,6	100,0
Wieloletnie – Perennial	80	0	0	0	0	80	0
[%]	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0
1–10 cm							
Liczba gatunków ogółem Total number of species	15	11	12	10	14	20	10
Krótkotrwałe – Short-lived	15	11	11	10	13	19	10
[%]	100,0	100,0	91,7	100,0	92,9	95,0	100,0
Wieloletnie – Perennial	0	0	1	0	1	1	0
[%]	0,0	0,0	8,3	0,0	7,1	5,0	0,0
Liczba nasion ogółem Total number of seeds	21 280	17 120	12 800	19 200	19 830	40 080	6180

Tabela 53 cd.
Table 53 cont.

Krótkotrwałe – Short-lived	21 280	17 120	12 667	19 200	19 750	40 000	6180
[%]	100,0	100,0	99,0	100,0	99,4	99,8	100,0
Wieloletnie – Perennial	0	0	133	0	80	80	0
[%]	0,0	0,0	1,0	0,0	0,4	0,2	0,0
10–20 cm							
Liczba gatunków ogółem Total number of species	13	13	10	9	15	16	8
Krótkotrwałe – Short-lived	12	13	10	8	13	15	8
[%]	92,3	100,0	100,0	88,9	86,7	94,1	100,0
Wieloletnie – Perennial	1	0	0	1	2	1	0
[%]	7,7	0,0	0,0	11,1	13,3	5,9	0,0
Liczba nasion ogółem Total number of seeds	18 560	13 280	14 267	9600	21 280	53 120	13 010
Krótkotrwałe – Short-lived	18 400	13 280	14 267	9467	20 950	53 040	13010
[%]	99,1	100,0	100,0	98,6	98,4	99,9	100,0
Wieloletnie – Perennial	160	0	0	133	330	80	0
[%]	0,9	0,0	0,0	1,4	1,6	0,2	0,0
0–20 cm							
Liczba gatunków ogółem Total number of species	19	16	14	14	21	27	13
Krótkotrwałe – Short-lived	17	16	13	13	19	25	13
[%]	89,5	100,0	92,9	92,9	90,5	92,6	100,0
Wieloletnie – Perennial	2	0	1	1	2	2	0
[%]	10,5	0,0	7,1	7,1	9,5	7,4	0,0
Liczba nasion ogółem Total number of seeds	75 360	46 080	34 133	47 733	74 680	115 200	25 230
Krótkotrwałe – Short-lived	75 120	46 080	34 000	47 600	74 270	114 960	25 230
[%]	99,7	100,0	99,6	99,7	99,5	99,8	100,0
Wieloletnie – Perennial	240	0	133	133	410	240	0
[%]	0,3	0,0	0,4	0,3	0,6	0,2	0,0

A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3; D – pole uprawne – arable land

Wśród nasion zgromadzonych w glebowym banku nasion dominowały gatunki krótkotrwałe nad wieloletnimi.

W drugim roku wyłączenia pól z użytkowania zaobserwowano wyraźny wzrost zanieczyszczenia gleby nasionami chwastów w porównaniu ze stanem po rocznym okresie bez uprawy (tab. 54). Dla pól utrzymanych z wykorzystaniem glifosatu liczył on odpowiednio o 24 840 sztuk·m⁻² więcej dla stanowiska bez koszenia i 62 720 sztuk·m⁻² koszonego a dla samozarastającego niekoszonego wzbogacił się o 203 330 sztuk·m⁻² i o 14 400 sztuk·m⁻² przy koszeniu. Obserwowano także wzrost różnicowania w składzie gatunkowym banku nasion. Najwięcej przybyło gatunków w glebowym banku dla stanowiska z herbicydem po koszeniu i samozarastającego niekoszonego (odpowiednio o 12 i 11 gatunków). W rozmieszczeniu pionowym diaspor widać wyraźnie wzrost zachwaszczenia warstwy wierzchniej gleby w stosunku do stanu po pierwszym roku badań. Nadal w glebowym banku nasion dominującą grupę stanowiły gatunki krótkotrwałe, których udział w zachwaszczeniu wynosił ponad 98% całości oznaczonego zasobu.

Tabela 54. Liczba gatunków roślin i ich nasion [szt. \cdot m⁻²] w warstwie 0–20 cm po drugim roku wyłączenia pola z użytkowania rolniczego na glebie średniej

Table 54. Number of plant species and seeds number [no. \cdot m⁻²] in layer 0–20 cm after the second year of field lying followed on medium soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management	A		B		C	
Koszenie roślin Mowing of plants	nie no	tak yes	nie no	tak yes	nie no	tak yes
0–1 cm						
Liczba gatunków ogółem Total number of species	17	17	17	14	22	21
Krótkotrwałe – Short-lived	14	14	15	13	19	19
[%]	82,4	82,4	88,2	92,8	86,4	90,5
Wieloletnie – Perennial	3	3	2	1	3	2
[%]	17,6	17,6	11,8	7,2	13,6	9,5
Liczba nasion ogółem Total number of seeds	54 400	50 000	6800	17 700	145 300	60 000
Krótkotrwałe – Short-lived	52 800	49 400	6400	17 400	143 400	59 600
[%]	97,1	98,8	94,1	98,3	98,3	99,3
Wieloletnie – Perennial	1600	600	400	300	1900	400
[%]	2,9	1,2	5,9	1,7	1,3	0,7
1–10 cm						
Liczba gatunków ogółem Total number of species	12	16	15	11	21	18
Krótkotrwałe – Short-lived	11	14	15	10	20	15
[%]	91,7	87,5	100,0	90,9	95,2	83,3
Wieloletnie – Perennial	1	2	0	1	1	3
[%]	8,3	12,5	0,0	9,1	4,8	16,7
Liczba nasion ogółem Total number of seeds	25 400	31 600	15 800	9200	59 700	35 500
Krótkotrwałe – Annual	25 400	31 000	15 800	8900	59 600	35 200
[%]	100,0	98,4	100,0	96,7	99,8	99,2
Wieloletnie – Perennial	0	600	0	300	100	300
[%]	0,0	1,6	0,0	3,3	0,2	0,8
10–20 cm						
Liczba gatunków ogółem Total number of species	15	18	14	11	20	19
Krótkotrwałe – Short-lived	15	17	13	11	19	17
[%]	100,0	94,4	92,2	100,0	95,0	89,5
Wieloletnie – Perennial	0	1	1	0	1	2
[%]	0,0	5,6	7,2	0,0	5,0	10,5
Liczba nasion ogółem Total number of seeds	20 400	27 200	16 500	9200	73 000	34 100
Krótkotrwałe – Short-lived	20 400	20 200	16 400	9200	72 900	33 900
[%]	100,0	99,3	99,4	100,0	99,9	99,4
Wieloletnie – Perennial	0	200	100	0	100	200
[%]	0,0	0,7	0,6	0,0	0,1	0,6

Tabela 54 cd.
Table 54 cont.

0–20 cm						
Liczba gatunków ogółem Total number of species	25	28	21	19	32	29
Krótkotrwałe – Short-lived	23	24	19	18	27	25
[%]	92,0	85,7	90,5	94,7	84,4	86,2
Wieloletnie – Perennial	2	4	2	1	5	4
[%]	8,0	14,3	9,5	5,3	15,6	13,8
Liczba nasion ogółem Total number of seeds	100 200	108 800	39 100	36 100	278 000	129 600
Krótkotrwałe – Short-lived	98 600	107 400	38 600	35 500	27 5900	128 700
[%]	98,4	98,7	98,7	98,3	99,2	99,3
Wieloletnie – Perennial	1600	1400	500	600	2100	900
[%]	1,6	1,3	1,3	1,7	0,8	0,7

A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

Po trzech latach zaniechania rolniczego użytkowania pola w warunkach gleby średniej obserwowano ograniczenie dopływu nasion do glebowego banku nasion na polach ulegających samoistnemu zarastaniu, zaś wzrost ich zasobu w warunkach pola zagospodarowanego za pomocą herbicydu Roundup 360 SL, niezależnie od sposobu pielęgnowania pola, podobnie jak dla obiektu z koniczyną czerwoną w mieszance z życią trwałą koszonego (tab. 55). Jednocześnie w tych warunkach glebowy bank nasion tworzyła większa liczba gatunków – odpowiednio dla całości badanego profilu o 10 dla obiektu A bez koszenia i o 7 dla obiektu B koszonego. Stwierdzono także dalszy wzrost udziału wśród oznaczonych gatunków roślin wieloletnich, ale nadal dominowały gatunki krótkotrwałe, często spotykane na polach uprawnych.

Warstwę silniej zanieczyszczoną nasionami w większości przypadków była nadal warstwa wierzchnia. Na polach zagospodarowywanych z wykorzystaniem herbicydu i poprzez pokrycie celowo wysiewaną okrywą, gdzie nie wykonywano koszenia i rozdrobnienia roślinności, obserwowano ograniczanie liczby nasion. W tych warunkach wykazano także mniejsze zróżnicowanie gatunkowe diaspor tworzących bank nasion w glebie. Po zakończeniu trzeciego roku, w porównaniu z pierwszymi dwoma latami, obserwowano dalszy wzrost liczby gatunków wieloletnich. Przy czym wyraźne różnice wystąpiły w warstwie powierzchniowej gleby na polach samozarastających, na których liczba gatunków wieloletnich wzrosła średnio o 32,8%, a wytworzone przez nie diaspory stanowiły średnio 17,8% ogólnej puli zgromadzonych w glebie nasion.

Powyższe zależności obrazują dodatkowo tabele z procentowym udziałem gatunków dominujących w ogólnej liczbie nasion zgromadzonych w glebie (tab. 56, 57, 58). Podobnie jak w przypadku gleby lekkiej, za kryterium gatunku dominującego przyjęto jego minimalny udział w całości zapasu nasion zgromadzonych w glebie na poziomie 2,5%, stwierdzony przynajmniej na jednym z obiektów. Do gatunków dominujących w pierwszym i drugim roku wyłączenia z uprawy zaliczono łącznie 9 gatunków, zaś w trzecim 11. W pierwszym roku tylko na jednym obiekcie w stanowisku zagospodarowanym z wykorzystaniem herbicydu bez koszenia w warstwie 1–10 cm odnotowano obecność wszystkich gatunków z grupy dominujących (tab. 56). Najmniej gatunków (tylko 4) z tej grupy stwierdzono na polu koszonym utrzymywanym z wykorzystaniem glifosatu oraz poprzez wysiew roślin okrywowych. W warstwie 0–1 cm, wśród gatunków najliczniej reprezentowanych w glebowym banku nasion, należy

wymieni *Echinochloa crus-galli* dla obiektu A i C nieskoszonych. Koszenie roślin ograniczało owocowanie tego gatunku i liczba jego diaspor w tej warstwie zmniejszyła się dla każdego sposobu zagospodarowania pola. W głębszych warstwach gatunkiem najliczniej reprezentowanym w całości zgromadzonych nasion była zazwyczaj *Chenopodium album*. Oznaczony skład gatunkowy glebowego banku nasion jest odzwierciedleniem stanu pola przed rozpoczęciem badań.

Tabela 55. Liczba gatunków roślin i ich nasion [szt. \cdot m⁻²] w warstwie 0–20 cm po trzecim roku wyłączania pola z użytkowania rolniczego na glebie średniej

Table 55. Number of plant species and seeds number [no. \cdot m⁻²] in layer 0–20 cm after the third years of field lying fallowed on medium soil

Sposób zagospodarowania pola Method of field management	A		B		C	
Koszenie roślin Mowing of plants	nie no	tak yes	nie no	tak yes	nie no	tak yes
0–1 cm						
Liczba gatunków ogółem Total number of species	28	22	12	13	26	22
Krótkotrwałe – Short-lived	22	16	10	11	19	14
[%]	78,6	72,7	83,3	84,6	73,1	63,6
Wieloletnie – Perennial	6	6	2	2	7	8
[%]	21,4	27,3	16,7	15,4	26,9	36,4
Liczba nasion ogółem Total number of seeds	41 500	74 400	10 200	18 300	52 100	36 700
Krótkotrwałe – Short-lived	39 800	70 800	9400	17 000	43 200	29 900
[%]	95,9	95,2	92,2	92,9	82,9	81,5
Wieloletnie – Perennial	1700	3600	800	1300	8900	6800
[%]	4,1	4,8	7,8	7,1	17,1	18,5
1–10 cm						
Liczba gatunków ogółem Total number of species	18	16	17	16	20	19
Krótkotrwałe – Short-lived	15	14	15	14	17	14
[%]	83,3	87,5	88,2	87,5	85,0	73,7
Wieloletnie – Perennial	3	2	2	2	3	5
[%]	16,7	12,5	11,8	12,5	15	26,3
Liczba nasion ogółem Total number of seeds	43 900	39 000	14 400	22 200	34 800	27 200
Krótkotrwałe – Short-lived	43 400	38 600	14 000	21 000	33 800	26 300
[%]	98,9	99,0	97,2	94,6	97,1	96,7
Wieloletnie – Perennial	500	400	400	1200	1000	900
[%]	1,1	1	2,8	5,4	2,9	3,3
10–20 cm						
Liczba gatunków ogółem Total number of species	24	16	17	18	16	16
Krótkotrwałe – Short-lived	23	16	15	15	16	14
[%]	95,8	100,0	88,2	83,3	100,0	87,5
Wieloletnie – Perennial	1	0	2	3	0	2
[%]	4,2	0,0	11,8	16,7	0,0	12,5

Tabela 55 cd.
Table 55 cont.

Liczba nasion ogółem Total number of seeds	33 100	57 800	8700	17 800	27 200	24 000
Krótkotrwałe – Short-lived	32 900	57 800	8300	17 600	27 200	23 700
[%]	99,4	100,0	94,3	98,9	100,0	98,8
Wieloletnie – Perennial	200	0	500	200	0	300
[%]	0,6	0,0	5,7	1,1	0,0	1,3
0–20 cm						
Liczba gatunków ogółem Total number of species	35	26	20	26	29	28
Krótkotrwałe – Short-lived	29	20	16	20	22	20
[%]	82,9	76,9	80,0	76,9	75,9	71,4
Wieloletnie – Perennial	6	6	4	6	7	8
[%]	17,1	23,1	20,0	23,1	24,1	28,6
Liczba nasion ogółem Total number of seeds	118 500	171 200	33 300	58 300	114 100	87 900
Krótkotrwałe – Short-lived	116 100	167 200	31 600	55 600	104 200	79 900
[%]	98,0	97,7	94,9	95,4	91,3	90,9
Wieloletnie – Perennial	2400	4000	1700	2700	9900	8000
[%]	2,0	2,3	5,1	4,6	8,7	9,1

A-C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

Tabela 56. Procentowy udział dominujących gatunków roślin w ogólnej liczbie nasion po pierwszym roku wyłączenia pola z użytkowania rolniczego na glebie średniej

Table 56. Percentage of dominant plant species in the total number of seeds after the first year of field lying fallowed on medium soil

Koszenie roślin Mowing of plants	Nie No			Tak Yes			D
	A	B	C	A	B	C	
Sposób zagospodarowania pola Method of field management	A	B	C	A	B	C	D
0–1 cm							
<i>Echinochloa crus-galli</i>	67,8	28,3	83,8	42,3	16,2	39,3	16,0
<i>Chenopodium album</i>	15,8	28,3	8,8	38,3	39,4	10,9	39,2
<i>Amaranthus retroflexus</i>	+	11,3	2,7	13,8	33,8	33,1	33,8
<i>Viola arvensis</i>	+	15,1	+	3,6	+	+	+
<i>Stellaria media</i>	–	+	+	–	–	–	+
<i>Galinsoga parviflora</i>	3,2	–	–	–	–	4,7	–
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	2,5	5,6	–	–	–	+	2,8
<i>Geranium pusillum</i>	+	–	–	–	–	–	–
<i>Descurainia sophia</i>	3,2	–	–	–	–	+	2,8
1–10 cm							
<i>Chenopodium album</i>	37,6	20,8	26,0	48,6	50,0	28,7	49,5
<i>Amaranthus retroflexus</i>	7,5	8,3	18,8	23,4	35,4	40,9	35,0
<i>Echinochloa crus-galli</i>	16,9	8,3	34,4	11,7	5,6	12,2	5,5
<i>Viola arvensis</i>	10,2	39,6	13,8	5,6	+	+	3,4
<i>Stellaria media</i>	3,4	9,4	2,6	–	–	–	+

Tabela 56 cd.
Table 56 cont.

<i>Galinsoga parviflora</i>	3,0	–	–	–	–	4,2	–
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	3,4	4,2	–	–	–	+	+
<i>Geranium pusillum</i>	6,0	–	–	–	–	–	–
<i>Descurainia sophia</i>	6,8	–	–	–	–	4,2	+
10–20 cm							
<i>Chenopodium album</i>	19,0	8,4	20,3	57,8	50,0	53,0	50,8
<i>Echinochloa crus-galli</i>	27,6	39,2	32,1	+	4,2	21,5	4,3
<i>Amaranthus retroflexus</i>	9,1	–	17,6	27,1	20,8	14,6	21,3
<i>Viola arvensis</i>	18,1	38,3	20,1	3,6	6,9	2,7	7,0
<i>Stellaria media</i>	3,4	2,8	3,1	–	–	–	7,0
<i>Galinsoga parviflora</i>	–	–	–	–	–	3,2	–
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	6,0	2,8	–	–	–	+	+
<i>Geranium pusillum</i>	+	–	–	–	–	–	–
<i>Descurainia sophia</i>	8,6	–	–	–	–	+	+
0–20 cm							
<i>Chenopodium album</i>	22,7	17,2	16,6	47,7	45,8	36,5	45,7
<i>Amaranthus retroflexus</i>	5,1	5,5	11,2	21,2	31,8	27,3	31,8
<i>Echinochloa crus-galli</i>	43,5	25,4	56,0	19,1	9,5	21,7	9,4
<i>Viola arvensis</i>	8,3	34,0	9,6	4,3	2,8	+	2,8
<i>Stellaria media</i>	+	5,1	+	–	–	–	+
<i>Galinsoga parviflora</i>	+	–	–	–	–	2,6	–
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	3,6	3,9	–	–	–	+	+
<i>Geranium pusillum</i>	2,9	–	–	–	–	–	–
<i>Descurainia sophia</i>	5,5	–	–	–	–	2,5	+

A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3; D – pole uprawne – arable land
+ udział nasion poniżej 2,5% – percentage of the seeds below 2.5%
– występowania nasion nie stwierdzono – seeds were not occurred

W drugim roku bez uprawy wszystkie gatunki dominujące wystąpiły jedynie na polu z samoistnie tworzącą się okrywą roślinną po koszeniu i były one obecne w każdej z badanych warstw (tab. 57). Do gatunków o największym udziale w glebowym banku nasion, podobnie jak w pierwszym roku, należały *Echinochloa crus-galli* w warstwie 0–1 cm oraz *Chenopodium album* w warstwach głębszych. W tym roku wykazano także wzrost udziału w ogólnej liczbie nasion *Descurainia sophia* i *Geranium pusillum*.

W trzecim roku zaniechania rolniczego użytkowania pola nasiona wszystkich gatunków chwastów zaliczanych do dominujących wykazano w glebie tylko w stanowisku z herbicydem, w warstwach 0–1 cm i 1–10 cm (tab. 58). Do gatunków o największym udziale w glebowym banku nasion w warstwie 0–1 cm należały *Geranium pusillum* i *Amaranthus retroflexus* dla pola z herbicydem oraz *Geranium pusillum* i *Chenopodium album* dla stanowisk z roślinami okrywowymi, niezależnie od ich pochodzenia. W tej warstwie w pięciu na sześć analizowanych stanowisk pojawiły się niełupki *Taraxacum officinale*, które na koszonym polu z herbicydem i samozarastającym uzyskały ponad 3-procentowy udział w glebowym zasobie nasion. W warstwach 1–10 cm i 10–20 cm obserwowano zmniejszenie nasilenia występowania *Geranium pusillum*, a wzrost *Amaranthus retroflexus* i *Chenopodium album*. Koszenie roślin porastających pola bez uprawy ograniczało występowanie nasion *Geranium pusillum*, a zwiększało *Chenopodium album*.

Tabela 57. Procentowy udział dominujących gatunków roślin w ogólnej liczbie nasion po drugim roku wyłączenia pola z użytkowania rolniczego na glebie średniej

Table 57. Percentage of dominant plant species in the total number of seeds after the second year of field lying followed on medium soil

Koszenie roślin Mowing of plants	Nie No			Tak Yes		
Sposób zagospodarowania pola Method of field management	A	B	C	A	B	C
0–1 cm						
<i>Echinochloa crus-galli</i>	35,6	26,5	34,5	40,1	9,0	22,3
<i>Chenopodium album</i>	9,6	19,0	17,7	11,6	50,3	30,0
<i>Amaranthus retroflexus</i>	18,8	–	5,3	11,6	18,6	11,3
<i>Matricaria maritima</i>	4,0	4,4	29,3	3,2	+	6,0
<i>Geranium pusillum</i>	12,9	2,9	4,0	14,8	9,0	12,3
<i>Descurainia sophia</i>	2,9	8,8	+	+	2,8	5,8
<i>Thlaspi arvense</i>	7,7	+	–	8,8	–	+
<i>Galinsoga parviflora</i>	–	–	–	–	–	3,5
<i>Viola arvensis</i>	3,3	13,2	0,0	+	+	+
1–10 cm						
<i>Chenopodium album</i>	14,2	11,4	45,9	22,2	40,2	50,1
<i>Amaranthus retroflexus</i>	34,6	12,0	6,5	22,2	29,3	9,8
<i>Echinochloa crus-galli</i>	10,2	18,4	21,1	10,8	7,6	8,2
<i>Geranium pusillum</i>	15,7	8,9	3,4	17,7	7,6	15,8
<i>Matricaria maritima</i>	+	2,5	7,7	+	3,3	2,8
<i>Viola arvensis</i>	11,8	21,5	4,2	10,1	8,7	3,9
<i>Thlaspi arvense</i>	5,5	+	+	2,5	–	+
<i>Galinsoga parviflora</i>	–	–	+	–	–	+
<i>Descurainia sophia</i>	4,7	17,7	4,0	5,1	+	4,5
10–20 cm						
<i>Chenopodium album</i>	8,4	12,7	45,6	23,5	69,6	60,7
<i>Amaranthus retroflexus</i>	23,5	–	20,8	22,8	16,3	11,4
<i>Echinochloa crus-galli</i>	7,8	28,5	12,9	9,6	+	11,1
<i>Descurainia sophia</i>	4,9	13,9	5,2	6,6	3,3	+
<i>Viola arvensis</i>	12,7	24,8	4,4	14,0	–	+
<i>Geranium pusillum</i>	11,8	7,3	+	7,4	+	5,9
<i>Thlaspi arvense</i>	+	3,6	+	2,9	–	–
<i>Galinsoga parviflora</i>	–	–	+	–	–	+
<i>Matricaria maritima</i>	–	–	+	+	–	+
0–20 cm						
<i>Chenopodium album</i>	14,6	13,3	31,1	17,6	52,6	43,4
<i>Echinochloa crus-galli</i>	22,9	24,0	25,9	23,9	6,9	15,5
<i>Amaranthus retroflexus</i>	23,8	4,8	9,6	17,5	20,8	10,9
<i>Geranium pusillum</i>	13,4	7,2	3,1	13,8	6,9	11,6
<i>Descurainia sophia</i>	3,8	14,6	3,3	4,2	2,8	4,5
<i>Matricaria maritima</i>	+	+	17,3	+	+	3,7
<i>Thlaspi arvense</i>	6,0	+	+	5,5	–	+
<i>Galinsoga parviflora</i>	–	–	+	–	–	+
<i>Viola arvensis</i>	7,4	21,5	+	7,2	3,3	+

A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

+ udział nasion poniżej 2,5% – percentage of the seeds below 2.5%

– występowania nasion nie stwierdzono – seeds were not occurred

Tabela 58. Procentowy udział dominujących gatunków roślin w ogólnej liczbie nasion po trzecim roku wyłączenia pola z użytkowania rolniczego na glebie średniej

Table 58. Percentage of dominant plant species in the total number of seeds after the third years of field lying fallowed on medium soil

Koszenie roślin Mowing of plants	Nie No			Tak Yes		
Sposób zagospodarowania pola Method of field management	A	B	C	A	B	C
0–1 cm						
<i>Geranium pusillum</i>	29,2	28,4	22,4	31,2	9,8	13,6
<i>Amaranthus retroflexus</i>	24,3	9,8	9,2	28,4	24,0	20,2
<i>Chenopodium album</i>	8,7	25,5	9,4	10,2	39,9	22,9
<i>Echinochloa crus-galli</i>	7,5	13,7	7,1	+	3,8	6,0
<i>Viola arvensis</i>	5,3	4,9	+	4,0	4,9	3,3
<i>Matricaria maritima</i>	+	+	11,7	8,9	+	3,5
<i>Taraxacum officinale</i>	+	-	+	3,1	+	3,8
<i>Galinsoga parviflora</i>	4,3	-	2,9	+	+	2,7
<i>Stellaria media</i>	3,6	-	+	6,3	-	-
<i>Thlaspi arvense</i>	5,1	-	+	+	-	+
<i>Descurainia sophia</i>	+	3,9	3,1	+	3,2	+
1–10 cm						
<i>Geranium pusillum</i>	26,2	10,4	17,8	15,4	8,6	7,7
<i>Amaranthus retroflexus</i>	21,9	9,7	17,8	35,6	25,2	16,9
<i>Chenopodium album</i>	18,2	22,9	14,1	21,8	39,2	37,9
<i>Echinochloa crus-galli</i>	5,9	9,0	11,8	+	+	11,8
<i>Viola arvensis</i>	12,8	16,7	4,6	5,4	5,4	4,8
<i>Matricaria maritima</i>	+	+	11,8	3,1	-	+
<i>Descurainia sophia</i>	4,6	13,2	8,0	3,1	6,3	4,4
<i>Galinsoga parviflora</i>	3,4	+	+	-	+	4,8
<i>Stellaria media</i>	+	2,8	+	10,0	+	+
<i>Thlaspi arvense</i>	+	+	+	+	-	+
<i>Taraxacum officinale</i>	+	-	-	+	-	+
10–20 cm						
<i>Chenopodium album</i>	20,2	16,1	19,5	15,2	38,8	45,8
<i>Amaranthus retroflexus</i>	20,2	11,5	24,3	65,6	27,5	12,9
<i>Echinochloa crus-galli</i>	6,6	9,2	11,8	+	4,5	26,7
<i>Viola arvensis</i>	17,2	26,4	14,0	3,5	7,9	4,2
<i>Geranium pusillum</i>	14,2	6,9	4,0	6,1	-	+
<i>Descurainia sophia</i>	7,6	4,6	7,7	+	7,3	2,5
<i>Matricaria maritima</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Galinsoga parviflora</i>	+	-	+	+	-	+
<i>Stellaria media</i>	+	9,2	4,0	5,4	+	-
<i>Thlaspi arvense</i>	3,0	+	+	+	+	+
<i>Taraxacum officinale</i>	-	-	-	-	-	+

Tabela 58 cd.
Table 58 cont.

0–20 cm						
<i>Geranium pusillum</i>	23,9	15,0	16,6	19,1	6,3	8,4
<i>Chenopodium album</i>	15,4	21,9	13,0	14,5	39,3	33,8
<i>Amaranthus retroflexus</i>	22,3	10,2	1,4	42,6	25,6	17,2
<i>Echinochloa crus-galli</i>	6,7	10,5	9,6	+	3,2	13,4
<i>Viola arvensis</i>	11,4	15,6	3,4	4,1	6,0	4,0
<i>Matricaria maritima</i>	+	+	9,6	4,7	+	+
<i>Galinsoga parviflora</i>	3,4	+	+	+	+	+
<i>Stellaria media</i>	+	3,6	+	6,8	+	+
<i>Thlaspi arvense</i>	3,2	+	+	+	+	+
<i>Descurainia sophia</i>	4,5	8,1	5,7	+	5,7	3,0
<i>Taraxacum officinale</i>	+	-	+	+	+	+

A–C – objaśnienia w tabeli 3 – explanations in table 3

+ udział nasion poniżej 2,5% – percentage of the seeds below 2.5%

- występowania nasion nie stwierdzono – seeds were not occurred

5. DYSKUSJA

W warunkach Polski pola czasowo wyłączone z rolniczego użytkowania stają się z reguły typowymi odłogami, które bez ingerencji rolnika podlegają naturalnemu procesowi zarastania. Decyzja o zaniechaniu uprawy niesie zatem ze sobą różnorakie konsekwencje, których skutki często są nieodwracalne.

Specjaliści z zakresu uprawy roli uważają, że w glebie odłogowanej zachodzą niekorzystne procesy w postaci degradacji próchnicy, wymywania azotu, erozji, nagromadzenia się w jej wierzchniej warstwie diaspor chwastów, chorób i szkodników [Dzienia 1998, 1997a,b, Dzienia i in. 1998a, Kręžel 1990, Kręžel i Miklaszewski 1987, Marks i in. 2000a, Podstawka-Chmielewska i in. 2000, Nowicki i in. 2007a]. Zaniechanie stosowania narzędzi uprawowych powoduje przebudowę struktury w kierunku jej naturalnej – pierwotnej formy, charakterystycznej dla danej gleby [Słowińska-Jurkiewicz, Domżał 1999]. W tym aspekcie wpływ odłogowania na glebę można oceniać pozytywnie. Natomiast podstawowym czynnikiem polepszającym właściwości chemiczne gleby w warunkach zaniechania uprawy jest nawożenie organiczne [Blecharczyk i in. 1985, 2005].

Skala zmian we właściwościach chemicznych omawianych gleb wskutek trzyletniego wyłączenia z użytkowania rolniczego była zróżnicowana i niejednoznaczna. Były one w znacznym stopniu modyfikowane, zarówno przez sposoby zagospodarowania pola w okresie bez uprawy, jak i czas, jaki upłynął od jej zaniechania. Zależały także od warunków glebowych, w jakich przeprowadzano badania. Zazwyczaj w wierzchniej warstwie gleby były one bardziej uwidocznione.

Po trzyletnim okresie zaniechania uprawy pola w warunkach gleby lekkiej zaobserwowano niewielki (o 0,4 jednostki) wzrost wartości pH gleby w warstwie 0–10 cm, nie zmienił się zaś w warstwach głębszych. Natomiast odczyn gleby średniej w najpłytszej z badanych warstw nie zmienił się i nieznacznie obniżył w głębszych. Jest to niezgodne z wynikami uzyskanymi przez Podstawkę-Chmielewską i Kurus [2007], Strączyńską i in. [2002], Sienkiewiczą i in. [2003], które wskazują, iż wartość tej cechy obniżała się w miarę wydłużania czasu bez uprawy na glebie lekkiej, a na średniej wzrosła. O wpływie porzucania pól na kwasowość donoszą także Baran i in. [2001], Chudecka i Tomaszewicz [2001] oraz Piechota i in. [2007].

Zaniechanie rolniczego użytkowania gruntów ornych w trzyletnim okresie badań własnych nie miało znaczącego wpływu na zawartość azotu ogólnego w glebie. Wykazano jedynie tendencję do niewielkiego wzrostu jego zawartości wraz z upływem czasu. Podobnie Turski [2010] nie zauważył istotnych zmian w zawartości azotu w glebie ani pod wpływem użytkowania pola (pole uprawne a odłóg), ani w czasie trwania odłogowania. Także Wojciechowski i Sowiński [2011] wykazali, iż zarówno wiek, jak i sposób prowadzenia ugoru z rutwicy nie wpływają istotnie na zawartość azotu mineralnego w glebie. Autorzy zauważyli jednak, że najstarsze ugory z rutwicą charakteryzowały się mniejszą ilością ruchomych form azotu.

W badaniach wykazano, że zawartość węgla organicznego w glebie lekkiej była średnio o 22,7%, a potasu przyswajalnego o 12,4% większa od określonej w glebie przed zaniechaniem uprawy. Natomiast zawartość fosforu obniżyła się. Podobny efekt obserwowany był na glebie średniej. Znajduje to w znacznej mierze potwierdzenie w badaniach Strączyńskiej [2001], Łętkowskiej i Strączyńskiej [2001], Niemyskiej-Łukaszuk i in. [2002], Strączyńskiej i Strączyńskiego [2003], którzy także zwracają uwagę na wzrost zawartości przyswajalnego potasu, ale zmniejszenie fosforu. Jednak, według badań Dzieni i in. [1997b] na polach odłogowanych obserwowano obniżenie zawartości azotu ogólnego, potasu, magnezu, wapnia i tylko nieznaczny wzrost ilości fosforu w glebie. Podstawka-Chmielewska i Kurus [2007] większe wartości wymienionych parametrów obserwowały zarówno dla gleby biellicowej, jak i rędziny.

Badania wykazały, iż zawartość węgla organicznego w glebie lekkiej pod wpływem wyłączenia z uprawy wzrastała istotnie w całym analizowanym profilu gleby i w warstwie wierzchniej gleby średniej, co jest zgodne z rezultatami badań prezentowanymi przez niektórych autorów [Miklaszewski 1990, Martyn i in. 1998, Niemyska-Łukaszuk i in. 2002, Piechota i in. 2007, Podstawka-Chmielewska i Kurus 2007, Chudecka i Tomaszewicz 2001, Strączyńska i in. 2002], którzy w glebach odłogowanych obserwowali wzrost udziału węgla organicznego. Podstawka-Chmielewska i Kurus [2007] zwracają uwagę, iż znaczący wzrost zawartości węgla organicznego w warstwie ornej na polu położonym na rędzinie wynika z silniejszego rozwoju gatunków wieloletnich i braku uprawy przyspieszającej mineralizację substancji organicznej. Odmienne spostrzeżenia wynikają z badań Dzieni i in. [1997b], Strączyńskiej [2001], Łętkowskiej i Strączyńskiej [2001], Strączyńskiej i Zawiei [2001], Strączyńskiej i Strączyńskiego [2003], Żukowskiej i in. [2007], według których pod wpływem odłogowania pól ilość węgla organicznego w glebie może się również zmniejszać, natomiast kwasowość gleb wzrosła. W warunkach gleby lekkiej korzystny wpływ wysiewanych roślin okrywowych na wzrost zawartości azotu ogólnego, węgla organicznego i potasu, szczególnie w warstwie gleby 0–10 cm, był prawdopodobnie rezultatem pozostawiania na powierzchni dużej ilości zeschniętych resztek roślinnych. Jednak ilość przyswajalnych form fosforu w takich warunkach się zmniejszała. Wyłączenie z uprawy pól na glebie średniej pozwoliło na uzyskanie wyższych wartości większości parametrów chemicznych gleby, z wyjątkiem potasu w warstwie 0–10 cm na obiekcie zarastającym samorzutnie roślinnością. Także Koc i in. [2002], Sienkiewicz i in. [2003], Podstawka-Chmielewska i Kurus [2007] piszą, iż na zmiany we właściwościach chemicznych gleby ma wpływ sposób postępowania z terenami porzuconymi. Wprowadzenie rutwicy wschodniej bądź jej mieszanki ze stokłosą bezostną korzystnie wpływało na zasoby azotu ogólnego i węgla organicznego w glebie [Sienkiewicz i in. 2003]. Piechota i in. [2007] wykazali, iż dłuższe pozostawienie pola bez uprawy prowadziło do akumulacji węgla organicznego i azotu ogólnego oraz przyswajalnych form potasu w warstwie 0–10 cm, a na skutek zakwaszenia wierzchniej warstwy gleby wieloletniego odłogu zmniejszyła się zawartość przyswajalnego fosforu w porównaniu z polem uprawianym.

Jako swoiste ugory można potraktować także pielęgnację gleby w sadach. Badania Ostrowskiej i in. [2004] wykazały, że wyższą koncentrację ogólnych form azotu, fosforu i sodu obserwowano na gruncie pozbawianym roślinności (ugór czarny), a wapnia, magnezu i manganu w stanowisku z murawą. Jednak według badań Miklaszewskiego [1990] na ugorze czarnym zmniejsza się zawartość węgla organicznego, azotu ogólnego, fosforu i potasu w porównaniu z polami uprawnymi. Natomiast w warunkach odłogu samozarastającego parametry te osiągnęły wyższe wartości.

Koszenie rozwijającej się roślinności, jako sposób pielęgnacji pól wyłączonych z rolniczego użytkowania, przyczyniło się do obniżenia w badanych glebach zawartości azotu ogólnego, węgla organicznego i przyswajalnych form potasu. Gleby różniły się natomiast zawartością fosforu. Obiekty na glebie średniej charakteryzowały się wyższą zasobnością w ten pierwiastek, gdy roślinność wykaszano, a na lekkiej zależność była odwrotna. Z kolei badania Pecio i Niedźwieckiego [2007] nie wykazują wyraźnych i jednoznacznych zmian we właściwościach chemicznych gleby w wyniku zastosowania samozarastającego odłogu i ugoru koszonego.

W badaniach nad sposobami zagospodarowania i zabezpieczenia przed degradacją gruntów czasowo wyłączonych z użytkowania ważnym zagadnieniem jest także ustalenie wielkości i kierunku zmian właściwości fizycznych gleby. Gęstość gleby wywiera wpływ na cały kompleks właściwości fizycznych: na jej stosunki wodne, powietrzne, cieplne oraz na warunki aktywności biologicznej, a zatem w sposób pośredni wpływa na vegetację roślin [Rewut 1980]. Jednocześnie rośliny poprzez swój system korzeniowy kształtują właściwości gleby [Wojtasik 1992]. Przeprowadzone badania wykazały, że gęstość objętościowa gleby średniej przybierała wartości wyższe od tych charakteryzujących glebę lekką, a zwiększaniu się głębokości badanych warstw gleby towarzyszył wzrost zagęszczenia, szczególnie gleby lekkiej. Również czas wyłączenia z uprawy miał wpływ na omawianą cechę. Istotnie oddziaływał na zwiększenie gęstości gleby lekkiej, a przeciwnie w przypadku gleby średniej. O wpływie odłogowania pól na gęstość gleby donosili także Dzienia i in. [1997a], Słowińska-Jurkiewicz i in. [1999], Blanco-Conqui i in. [2004], Pecio i Niedźwiecki [2007], którzy w badaniach obserwowali wzrost gęstości gleby. Jednak według Piechoty i in. [2007] wartość ta obniża się w stosunku do pól objętych płodozmianem, a zdaniem Malickiego i Podstawki-Chmielewskiej [1998] – w miarę upływu czasu odłogowania.

Wzrost gęstości gleby lekkiej na obiektach obsianych wieloletnią rośliną motylkową w mieszance z trawami mógł utrudniać rozwój systemu korzeniowego w głąb profilu oraz hamować infiltrację wody, przez co pogarszać stosunki powietrzno-wodne gleb. Woda z opadów w takich warunkach gromadzi się w wierzchniej warstwie profilu, skąd szybko ulegała wyparowaniu i transpiracji. Według Podstawki-Chmielewskiej i Kurus [2011] wyłączenie pola z uprawy na okres jednego roku nie ma wpływu na gęstość objętościową gleby i tylko w nieznacznym stopniu zmieniała się w zależności od rodzaju ugoru, a jej wyższe wartości na ugorze herbicydowym autorki tłumaczą wpływem większego uwilgotnienia gleby. Podobnie w prowadzonych przez Świca i in. [2007] badaniach w sadzie jabłoniowym, gdzie utrzymywano glebę w rzędach drzew w formie ugoru herbicydowego, nie wykazano pogorszenia się wodno-powietrznych właściwości gleby, w tym gęstości objętościowej.

Odłogowanie pól na glebie lekkiej skutkowało spadkiem porowatości ogólnej w obu badanych warstwach. Podobnie Malicki i Podstawka-Chmielewska [1998] obserwowali na glebie lekkiej zmniejszenie porowatości ogólnej. Gleba średnia reagowała na odłogowanie niezależnie od jego sposobów wprost odwrotnie. Potwierdzają to badania Piechoty i in. [2007], w których gleba niebędąca pod uprawą miała wyższe wartości dla porowatości ogólnej, a Malicki i Podstawka-Chmielewska [1998] w tych warunkach nie wykazali jednoznacznego wpływu odłogowania na tę cechę. Także Słowińska-Jurkiewicz i in. [1999] nie wykazali istotnych różnic w porowatości gleby między polem uprawnym a odłogami – zarówno dla gleby bielicznej, jak i rędziny.

Wprowadzenie na pola wyłączone z uprawy roślin motylkowych drobnonasiennych w mieszance z trawami wpłynęło na zmniejszenie porowatości ogólnej gleby lekkiej, a zwiększenie gleby średniej. Zaobserwowana zmiana porowatości ogólnej gleby lekkiej nie świadczy

jednakże o pogorszeniu stanu fizycznego gleby, ponieważ, jak twierdzą Słowińska-Jurkiewicz i in. [1999], często zachodzą w takiej sytuacji korzystne zjawiska odtwarzania się pionowych, biogennych porów, ułatwiających zarówno ruch wody, jak i wymianę gazową.

Porowatość kapilarna gleb rosła w pierwszych dwóch latach badań, osiągając najwyższe wartości w drugim roku, a następnie obniżyła się, uzyskując parametry zbliżone do stanu przed zaniechaniem uprawy bądź niższe. Poglądy dotyczące wpływu wyłączenia pola z uprawy na porowatość kapilarną są niejednoznaczne. Według Dzień i in. [1997a] na polach będących pod wpływem odłogowania porowatość kapilarna gleby zmniejszyła się w stosunku do stanu na polach objętych uprawą, a zdaniem Piechoty i in. [2007] wzrasta.

Badania własne wykazały wyraźne obniżenie się wilgotności badanych gleb w obu warstwach w miarę wydłużania czasu wyłączenia z uprawy, co nie jest zgodne z badaniami Dzień i in. [1997a], Słowińskiej-Jurkiewicz i in. [1999], Blanco-Conqui i in. [2004], Podstawki-Chmielewskiej i in. [2004a], Bravo-Garza i Bryana [2005] oraz Podstawki-Chmielewskiej i Kurus [2007]. W przeprowadzonych badaniach autorzy wykazali, że w wyniku wieloletniego braku uprawy na odłogach nastąpił wzrost zawartości wody, a nie spadek jak miało to miejsce w niniejszym doświadczeniu. Według Pecio i Niedźwieckiego [2007] na wilgotność gleby nie wpływał sposób jej użytkowania, jednak w uprawie płużnej była ona wyższa aniżeli przy braku uprawy w odłogu sukcesyjnym, ugorze zielonym koszonym czy w siewie bezpośrednim.

W wierzchniej warstwie istotnie wyższą wilgotność i zapas wody dla gleby lekkiej stwierdzono w badaniach własnych na polu po zabiegu herbicydowym i była ona wyższa średnio o 7,3% w stosunku do pól celowo obsiewanych roślinnością i o 5,4% do samoistnie zarastających. Gleba średnia charakteryzowała się wyższymi wartościami obu tych cech w porównaniu z glebą lekką, a najwyższą wilgotnością wykazywała się na polu samozarastającym w warstwie 5–10 cm i na polu z herbicydem w warstwie 15–20 cm. Również według Podstawki-Chmielewskiej i Kurus [2009a, 2011] najlepsze warunki do gromadzenia wody w glebie na rędzinie stwarzał ugor herbicydowy oraz uprawno-herbicydowy, a najgorsze ugor zielony. Autorki w badaniach wykazały także, iż wilgotność wraz ze wzrostem głębokości przybierała coraz większe wartości i, które są zgodne z wcześniejszymi badaniami prowadzonymi na glebie bielcowej i rędzinie [Podstawka-Chmielewska i Kurus 2009a,b]. O niekorzystnym wpływie ugoru obsianego na wilgotność gleby, w porównaniu z czarnym ugiem, świadczą także badania Krężła [1990], Ignaczaka [1998] i Podstawki-Chmielewskiej i in. [2004a], zaś o różnicowaniu uwilgotnienia poszczególnych warstw gleby – analizy Dzień i in. [1997a], Podstawki-Chmielewskiej i in. [2004a].

Według Ignaczaka [1998] zmiany wilgotności bardziej zależały od przebiegu pogody w badanych sezonach wegetacyjnych, co szczególnie uwidoczniło się pod odłogiem klasycznym i na ugorze czarnym. Pod roślinami okrywowymi uwilgotnienie było ujemnie związane z wysokością temperatur powietrza. Jak wyjaśnia autor, ma to powiązanie z większą transpiracją ładu. O wpływie warunków sezonowych na uwilgotnienie gleby informują także Krężel [1990] oraz Podstawka-Chmielewska i Kurus [2009a, 2011], które wykazały, że najmniejszą wartość, niezależnie od sposobu pielęgnowania ugoru, badana cecha przybierała w lata charakteryzujące się najmniejszymi opadami, a największą – w obfitujące w opady sezony badawcze.

Najbardziej znaczący wpływ na zwiążłość gleb wykazaną w pracy miały panujące w czasie badań warunki pogodowe. W okresie badań wystąpiły niekorzystne warunki wilgotnościowe. W każdym roku badań roczne sumy opadów były niższe w stosunku do wielolecia. Według Rewuta [1980] zwiążłość jest cechą odwrotnie proporcjonalną do wilgotności, a wprost proporcjonalną do gęstości gleby. Dla gleby lekkiej przeprowadzone badania potwierdziły tę

zależność. Dla gleby średniej natomiast zależność ta nie była do końca jednoznaczna, ponieważ na odłogu obsianym motylkową rośliną wieloletnią z trawami niekoszonym i na odłogu samoistnie zarastającym niekoszonym wzrostowi zwężłości towarzyszyło obniżenie się gęstości gleby. Przy niższych opadach i wysokiej temperaturze powietrza w czasie lata gleba podczas pobierania próbek była bardziej zbita i stawiała dość duży opór narzędziom, co przy braku uprawy powodowało, iż zwężłość obu gleb w okresie badań w porównaniu ze stanem wyjściowym wzrosła kilkakrotnie. O wzroście zbitości gleby pod wpływem braku uprawy donoszą także badania Krężła [1990], Piechoty i in. [2007], Materechera i Mkahabela [2001], Selvaraju i Rmaswami [1997], Koutika i in. [2004].

W badaniach własnych większą zwężłością charakteryzowała się gleba średnia niż lekka, a na obu glebach zwężłość wzrastała wraz ze wzrostem głębokości. Potwierdzają tę zależność rezultaty uzyskane przez Dzieńkę i in. [1997b] oraz Pecio i Niedźwieckiego [2007].

Zagospodarowanie pól bez uprawy w badaniach własnych, przez stworzenie trwałej okrywy roślinnej składającej się z mieszanki roślin motylkowych drobnonasiennych i traw, skutkowało istotnym wzrostem zwężłości gleby w stosunku do pola pielęgnowanego z użyciem herbicydu. Podobnie badania Pecio i Niedźwieckiego [2007] wykazały, iż gleba na ugorze zielonym po koszeniu cechowała się wyższą zwężłością gleby. Dzieńka i in. [1997a] na ugorach uzyskiwali niższe wartości zwężłości w porównaniu z płodozmianem, szczególnie w warstwie poniżej 20 cm.

W badaniach oznaczono także wodoodporność, czyli zdolność agregatów strukturalnych do opierania się działaniu wody bieżącej lub stojącej. W ujęciu ilościowym wyrażamy tę właściwość jako procent agregatów zachowanych w glebie po działaniu wodą. Droese i Śmierchalski [1986], Shaver i in. [2002] uważają, że już ograniczenie intensywności uprawy zwiększa udział agregatów wodoodpornych w glebie, a zastosowanie siewu bezpośredniego na glebie od dawna uprawianej zwiększa wodoodporność agregatów i ich średnią ważoną średnicę agregatu. W badaniach własnych krótkotrwałe zaniechanie zazwyczaj poprawiało wodoodporność agregatów glebowych. Także Krężel [1990], Juo i in. [1996], Schutter i Dick [2002], Turski [2010] potwierdzili pozytywny wpływ zaniechania zabiegów uprawowych na stabilność agregatów.

Jednak sam wpływ testowanych czynników doświadczenia na wodoodporność agregatów był niejednoznaczny i zmienny. Wydaje się, iż w czasie badań ujawnił się korzystny wpływ trwałej okrywy roślinnej gleby na trwałość jej agregatów. Byłoby to zgodne z obserwacjami Domżała i Pranagala [1994], De Gryze i in. [2006], którzy w swoich badaniach dowodzą, że na zawartość wodoodpornych agregatów glebowych decydujący wpływ mają, obok płodozmianu uwzględniającego stałe nawożenie obornikiem, także rośliny motylkowe wieloletnie. Jednakże, według badań Krężła [1990], w przypadku długotrwałego prowadzenia ugoru czarnego obserwuje się zmniejszenie trwałości struktury roli.

Działanie roślin motylkowatych przejawia się z jednej strony przez kształtowanie systemu porów – wydrążań o średnicy dochodzącej do 1,5–2,0 mm (w przypadku lucerny), ułatwiających wymianę gazową i przepływ wody w glebie, a z drugiej – przez tworzenie warunków sprzyjających powstawaniu trwałych, wodoodpornych agregatów glebowych. Jest spowodowane dostarczeniem do gleby dużych ilości masy organicznej, a także wzbogaceniem gleby w azot, w wyniku współżycia lucerny z bakteriami brodawkowymi. W glebie zachodzi wtedy intensywny rozwój mikroorganizmów glebowych, sprzyjających tworzeniu polisacharydów i poliuronidów, będących dobrymi lepiszczami, odgrywającymi istotną rolę w procesie agregacji gleby przez sklejanie ze sobą cząstek elementarnych i mikroagregatów [Domżał

i Pranagal 1994]. Jednak w doświadczeniu własnym najwyższe wskaźniki wodoodporności agregatów glebowych struktury zostały zanotowane w warunkach ograniczania rozwoju roślin poprzez zastosowanie herbicydu Roundup 360 SL. Świadczyłyby to, iż w krótkotrwałym wyłączeniu pola z uprawy nie pogarsza się trwałość struktury gleby niezależnie od postępowania z polem. Podobnie badania Wojciechowskiego i Sowińskiego [2010] wykazały, iż sposób prowadzenia ugoru nie miał istotnego wpływu na kształtowanie się wskaźnika struktury i średnią ważoną średnicy agregatu. Chociaż zaobserwowali oni, że najlepszym sposobem zagospodarowania roślin okrywowych (rutwicy) było pozostawienie jej na polu bez koszenia, co nie jest zgodne z badaniami Zawiei i Wojciechowskiego [2007], według których koszenie roślin porastających ugoru poprawia wskaźnik struktury w stosunku do poletek bez koszenia. Według Krężła [1990] niekorzystnie na ten parametr oddziałuje prowadzenie pola bez uprawy w formie ugoru czarnego. Podobne wnioski w swoich badaniach uzyskali Świca i in. [2006]. Uzyskali oni w sadach jabłoniowych na ugorze mechanicznym istotnie mniejszą zawartość wodoodpornych agregatów w porównaniu z ugorami herbicydowymi.

Powszechnie wiadomo, iż rozwój chwastów w agrocenozach przyczynia się do strat plonu, a każda kultura rolnicza poddana zostaje wówczas ustawicznej rywalizacji o światło, wodę, składniki pokarmowe oraz miejsce w łanie. Zwykle zatem dąży się do ograniczenia zachwaszczenia, aby osiągnąć maksymalny w danych warunkach plon rośliny uprawnej. Na polach wyłączonych z produkcji rolniczej pojawia się problem chwastów, które nieniszczone wytwarzają nasiona, zanieczyszczają glebę i stwarzają zagrożenie dla sąsiednich pól uprawnych. Dlatego pozostawienie pól wyłączonych z uprawy własnemu losowi i brak działań ograniczających zachwaszczenie potencjalne może znacznie utrudnić ponowne przywrócenie ich do produkcji rolniczej. Jest tak dlatego, że odłogi zarastają niepożądaną roślinnością, a chwasty pozbawione konkurencji zaczynają swój nieograniczony rozwój [Kutyna 1997, Kutyna i Niedźwiecki 1996, Hochół i in. 1998, Harasimowicz-Herman i in. 1998, Akobundu i in. 1999, Critchley i Fowbert 2000, Heller i Adamczewski 2002, Łabza i in. 2003, Kutyna i in. 2004, Benjamin i in. 2005, Kapeluszy i Haliniarz 2007]. Koszty ponownego przywrócenia takich terenów dla celów rolniczych bądź leśnych zwiększają się z roku na rok, ale i tak nie stosuje się skutecznych metod walki z chwastami, jak: wykaszanie, oprysk herbicydami czy też racjonalne sposoby zagospodarowania [Rola i Rola 2000].

Okazuje się, że wystarczy rok, aby porzuconą powierzchnię zasiedliły uciążliwe gatunki chwastów [Stupnicka-Rodzinkiewicz i in. 1998, Malicki i in. 2002, Jędruszczak i in. 2003]. Według Fromenta i Gryllsa [1992], Hewitta i in. [1992], Webstera i Gouldinga [1995], Bacona i in. [1998], Jenkyn i in. [1998] z chwilą zaprzestania uprawy roślin zmienia się na ugorowanym polu dotychczasowy układ w zbiorowisku segetalnym. Rola i Rola [2000] wykazali podwojenie liczby gatunków wieloletnich na polu odłogowanym w porównaniu z ugorowanym.

W badaniach własnych obserwowano wzrost ilości gatunków roślin zasiedlających pola po zaprzestaniu uprawy wraz z upływem czasu, a łącznie na glebie lekkiej w czasie badań wystąpiło ich 59 i reprezentowały 19 rodzin. Gleba średnia bardziej sprzyjała zwiększaniu różnorodności gatunkowej roślinności pojawiającej się na polach wyłączonych z produkcji rolniczej. Liczba gatunków, jakie pojawiły się tam przez okres trwania eksperymentu, to 68 z 23 rodzin. Badania Kutyny [1997], Łabzy i in. [1997a,b] oraz Kutyny i in. [2004] potwierdzają opinię, iż czynnikiem decydującym o składzie gatunkowym danego zbiorowiska jest nie tylko czas odłogowania, ale i rodzaj gleby. Jednak według Kurus i Podstawki-Chmielewskiej [2006] w 10-letnim okresie odłogowania bogatsze w gatunki są stanowiska na glebie bielicowej, gdzie

przybyły w porównaniu z pierwszym rokiem aż 33 gatunki. W tym czasie pola zlokalizowane na rędzinie wzbogaciły się tylko o 5 gatunków.

Celowe wysianie roślin zadarniających glebę pozostawioną bez uprawy ograniczyło liczbę samoistnie pojawiających się gatunków w czasie trwania omawianych badań. Było to zgodne z wynikami Harasimowicz-Herman i in. [2005], którzy wykazali, że stokłosa bezostna w siewie jednogatunkowym i w mieszance z rutwicą w drugim roku, a rutwica w siewie jednogatunkowym w trzecim roku od siewu, tworzą zwartą okrywę i bardzo skutecznie konkurują z chwastami, praktycznie całkowicie eliminując je z ładu. W badaniach własnych liczba gatunków roślin pojawiających się spontanicznie na obiekcie z celowo wysianymi roślinami okrywowymi zmniejszyła się blisko trzykrotnie w stosunku do roku pierwszego. Podobnie według Jabłońskiego i Widery [1995, 1996] oraz Venclovej i in. [2006] podsiew mieszanek koniczynowo-trawistych skutecznie chroni pole wyłączone z produkcji rolniczej przed zachwaszczeniem.

Przeprowadzone badania wykazały, iż ograniczenie rozwoju roślin występujących na polach wyłączonych z uprawy przez koszenie ograniczało zazwyczaj liczbę pojawiających się gatunków. Podobnie Rola i in. [2006] wykazali ograniczenie liczby taksonów z 56 na odłogu klasycznym do 42 na odłogu koszonym. Według Branta in. [2006] jednokrotne ścinanie okrywy składającej się z roślin motylkowatych zwiększa zachwaszczenie, szczególnie perzem właściwym, a dwukrotne – ostrożeniem polnym. W badaniach Stupnickiej-Rodzinkiewicz i in. [1998] wykazano, iż po ugorze obsiewanym gorczycą białą koszoną w okresie kwitnienia było mniej chwastów niż na polu samorzutnie zarastającym, ale więcej niż po zabiegu kultywatorowania rośliny okrywowej.

Dominujący udział we florze pól bez uprawy na glebie lekkiej w pierwszym roku badań miały *Chenopodium album*, *Echinochloa crus-galli*, *Fallopia convolvulus* i *Setaria pumila*, osiągając na każdym obiekcie V stopień stałości i wysoki współczynnik pokrycia. Jednocześnie skład ten odzwierciedlał stan pola przed wyłączeniem go z uprawy. W drugim roku gatunki o wysokim stopniu stałości najliczniej wystąpiły na obiekcie samozarastającym. Wśród nich duże znaczenie miały gatunki wieloletnie i ruderalne – *Elymus repens* i *Conyza canadensis* (na polu z herbicydem nieskoszonym) oraz *Chenopodium album*, *Conyza canadensis*, *Setaria pumila* i *Taraxacum officinale* na odłogu samozarastającym, niezależnie od zabiegu koszenia. W trzecim roku obserwowano jeszcze wyraźniejszy udział we florze naziemnej pól bez uprawy *Elymus repens* i *Conyza canadensis*. Na dominację perzu w roślinności odlogów w miarę ich starzenia się wskazują także badania Krężła i Miklaszewskiego [1987], Łabzy i in. [1997a], Majdy i Kryńskiej [1997], Hochół i in. [1998], Strączyńskiej i Zawiei [2001], Podstawki-Chmielewskiej i in. [2004b], Roli i Roli [2000], Kurus i Podstawki-Chmielewskiej [2006] oraz Branta i in. [2006].

Na każdym z badanych obiektów dominowały gatunki dwuliścienne nad jednoliściennymi. Zdecydowana większość z nich należała do rodziny astrowatych, inaczej niż w badaniach Kutyny [1997], Hochół i in. [1998] oraz Harasimowicz-Herman i Ignaczaka. [2005], w których wykazano, iż w miarę starzenia się odłogu wzrasta liczba gatunków należących do rodziny *Poaceae*. O intensywnym rozwoju uciążliwych chwastów jednoliściennych na terenach nieużytkowanych donoszą także Dalbies-Dulout i Dore [2001]. Na znaczenie gatunków z rodziny astrowatych w zachwaszczeniu pól wyłączonych z uprawy zwracają natomiast uwagę Brant i in. [2006].

Bogatsza gatunkowo flora na polach wyłączonych z uprawy na glebie średniej charakteryzowała się większą liczbą gatunków o wysokim stopniu stałości (V i IV stopień).

Największą ich liczbę wykazano na obiekcie samorzutnie zarastającym koszonym (10 taksonów) oraz herbicydowym niekoszonym (9 taksonów). Pozostałe obiekty miały takich gatunków od 5 (herbicydowy koszonym) do 8 (obiekt z okrywą roślinną koszony). Trzy z nich zazwyczaj osiągały także wysoki współczynnik pokrycia – *Amaranthus retroflexus*, *Echinochloa crus-galli* oraz *Matricaria maritima* subsp. *inodora*. W kolejnych latach zaniechania uprawy zmniejszyła się liczba gatunków o wysokiej klasie stałości: wahała się od 1 (najmniejsza liczba na obiekcie herbicydowym niekoszonym) do 5 w drugim roku i od braku tych gatunków na obiekcie z wysiewaną okrywą do 9 na obiekcie samozarastającym koszonym.

Już w drugim roku od zaniechania uprawy pól w zbiorowisku pojawiły się, oprócz gatunków trwałych i ruderalnych, także pierwsze siewki drzew i krzewów. Jest to niekorzystna zmiana florystyczna przy planowaniu przyszłego przywracania gruntów odłogowanych do wcześniejszego sposobu użytkowania. Wkraczanie fanerofitów rozpoczyna powolny i długotrwały proces sukcesji zmierzający do wykształcenia fitocenozy klimaksowych i jest dostrzegane przez wielu autorów prowadzących badania z produkcji rolniczej [Krężel i Miklaszewski 1987, Malicki i Podstawka-Chmielewska 1998, Malicki i in. 2002, Barabasz-Krasny 2005, Benjamin i in. 2005, Zawieja 2007a]. Poważnym zagrożeniem, nie tylko dla sąsiadujących z odłogami pól uprawnych, ale przede wszystkim dla gatunków rodzimych oraz obszarów przyrodniczo cennych, mogą stać się obecne na odłogach gatunki inwazyjne, stanowiące rodzaj zanieczyszczenia biologicznego. Przykładem mogą być gatunki z rodzaju *Solidago* spp., czy *Ambrosia psilostachya* występujące na starszych odłogach [Strączyńska i Zawieja 2001, Miziniak 2004, Rola i Rola 2010, Sekutowski i in. 2012]. Także w badaniach własnych stwierdzono występowanie od drugiego roku *Solidago canadensis* i *Conyza canadensis*, które to gatunki zaliczane są do inwazyjnych [Tokarska-Guzik 2005]. Jednak według Roli i Roli [2010], Sekutowskiego i in. [2012] nie są one zagrożeniem dla pól uprawnych, mimo iż na sąsiadującym z polem uprawnym odłogu ich pokrycie może wynosić nawet 82%.

We florze zasiedlającej pola w w pierwszych dwóch latach zaniechania rolniczego ich użytkowania dominowały gatunki obcego pochodzenia. W trzecim roku zaobserwowano wzrost udziału gatunków rodzimych, który to na glebie średniej w stanowisku zarastającym przekroczył 50%. Także Łabza i in. [1997b, 2003] oraz Kurus i Podstawka-Chmielewska [2006] wykazali we florze odłogów wzrost udziału w spektrum geograficzno-historycznym gatunków rodzimych oraz tendencję spadkową antropofitów.

Dominującą formą życiową występującą w badaniach na polach bez uprawy były gatunki krótkotrwałe z grupy terofitów. Jednakże w miarę wydłużania jego czasu ich udział malał na korzyść gatunków zaliczanych do hemikryptofitów i geofitów. Podobnie Łabza i in. [1997b, 2003] we florze odłogów, wraz z ich starzeniem, wykazali wzrost liczby gatunków wieloletnich, zwłaszcza hemikryptofitów i geofitów w przeciwieństwie do pól uprawnych, na których wyraźnie dominują terofity. O dominacji w fitocenozie 10-letniego odłogu hemikryptofitów informują także badania Kurus i Podstawki-Chmielewskiej [2006]. O przekształcaniu zbiorowisk roślinnych pól wyłączonych z uprawy w kierunku dominującego w nich udziału roślin wieloletnich donoszą także Hochół i in. [1998], Zawieja [2004], Brant i in. [2006], Rola i in. [2006], Kapeluszy i Haliniarz [2007], Łabza i in. [2007], Mazur-Rylska i in. [2007] oraz Wanic i in. [2007].

W miarę trwania czasu zaniechania użytkowania rolniczego pól obserwowano wzrost liczby gatunków, jak i zapasu ich nasion zgromadzonych w glebie, zwłaszcza w warunkach pola samozarastającego niezależnie od lokalizacji doświadczenia. Łącznie, na polach wyłączonych z uprawy w warunkach gleby lekkiej stwierdzono w okresie badań obecność w banku

nasion 52 gatunków roślin należących do 17 rodzin. O wpływie wieku odłogu na kształtowanie glebowego banku nasion świadczą także wcześniejsze badania Zawiei [2006], z których wynika, iż w miarę starzenia się odłogu wzrasta liczba zasiedlających go gatunków, jak i łączny zapas zgromadzonych w glebie diaspor w stosunku do znajdujących się w sąsiedztwie pól uprawnych. Najbogatszym zasobem wykazywały się odłogi trzyletnie, na których zasób był pięciokrotnie większy w porównaniu z granicznym polem uprawnym. Natomiast Wojciechowski i Sowiński [2007] na starszych odłogach uzyskali wprawdzie więcej diaspor, ale reprezentowanych przez mniejszą liczbę gatunków.

Glebowy bank nasion na glebie średniej był bogatszy o 17 gatunków niż na glebie lekkiej. O tym, iż na wielkość glebowego banku nasion wpływają warunki glebowe, donosi także Pawłowski i Wesołowski [1980]. Autorzy ci udowodnili, że im większa żyzność gleby, tym więcej zasiedla ją gatunków, ale o mniejszym zasobie diaspor w porównaniu z glebami lekkimi piaszczystymi.

W czasie badań większy wzrost liczby nasion w glebie obserwowano w warstwie powierzchniowej, co jest zgodne z badaniami Stupnickiej-Rodzinkiewicz i in. [1997, 1998], Majdy i in. [2006]. Na ten stan może mieć wpływ duża płodność chwastów występujących na odłogach [Majda i in. 2007], a to dzięki temu, iż ich rozwój nie jest zakłócany przez roślinę uprawną oraz zabiegi agrotechniczne. Według Wanic i in. [2007] zwiększa to ryzyko zanieczyszczenia upraw następczych.

W badaniach wykazano, że na glebie lekkiej stosowanie herbicydu i celowo wysiewanych roślin okrywowych ograniczyło liczbę nasion w warstwie ornej w porównaniu z polem samostannie zarastającym, a na glebie średniej wpływ taki uzyskano tylko w stanowisku z roślinami okrywowymi. Także Stupnicka-Rodzinkiewicz i in. [1998] stwierdzili wzrost zapasu o 18% po zabiegu Roundupem 360 SL na powierzchni samozarastającej. Autorzy odmienne wyniki uzyskali w jednorocznym ugorowaniu z wykorzystaniem okrywy z gorczyicy białej – obserwowali wzrost liczby nasion w glebie.

Dominującą grupę w zachwaszczeniu gleby w czasie krótkotrwałego wyłączenia z uprawy stanowią gatunki krótkotrwałe. Wśród oznaczonych diaspor na glebie lekkiej najliczniej wystąpiły nasiona *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus*, *Setaria pumila*, *Fallopia convolvulus*, *Echinochloa crus-galli* oraz *Viola arvensis*, które stanowiły ponad 90% ogółu zgromadzonych diaspor. Na glebie średniej były to także w większości podane już gatunki oraz *Geranium pusillum*, *Matricaria maritima* subsp. *inodora* i *Descurainia sophia*. O dominacji orzeszków komosy białej w warstwie ornej gleby uprawy donoszą także na polach bez uprawy Majda i Właśniewska [1997], Majda i in. [2006], Wojciechowski i Sowiński [2007] a uprawnych Pawłowski [1963], Pawłowski i Wesołowski [1980].

W trzecim roku badań na glebie lekkiej zaznaczył się wzrost udziału w glebowym banku nasion niełupepek *Conyza canadensis*, zaś na średniej *Taraxacum officinale*. Stupnicka-Rodzinkiewicz i in. [1998] wykazali już w pierwszym roku po zaniechaniu uprawy pola, iż oprócz nasion wcześniej występujących w uprawie chwastów zaczynają pojawiać się gatunki ruderalne.

5. WNIOSKI

1. Zmiany we właściwościach siedliska glebowego wskutek krótkotrwałego wyłączenia z użytkowania rolniczego były zróżnicowane i niejednoznaczne i w większości przypadków zależne od czasu trwania wyłączenia pól z użytkowania rolniczego oraz rodzaju gleby.
2. Po trzyletnim okresie badań wykazano korzystny wpływ zaniechania uprawy gruntów ornych na zawartość węgla organicznego i potasu przyswajalnego niezależnie od rodzaju gleby. Zasobność w azot ogólny nie zmieniła się pod wpływem braku uprawy, a zawartość fosforu uległa zmniejszeniu.
3. Z wprowadzonych do badań sposobów zagospodarowania gleby lekkiej po wyłączeniu jej z uprawy zawartość azotu ogólnego, węgla organicznego i potasu przyswajalnego w istotny sposób zwiększyła się w wyniku celowego wprowadzenia do pielęgnacji pól trwałej okrywy roślinnej składającej się z mieszanki komonicy różkowej i stokłosa bezostnej. Jednak na zasobność w fosfor efektywniej oddziaływała samoistnie tworząca się okrywa roślinna. Gleba średnia większą zasobnością w azot ogólny, węgiel organiczny i fosfor przyswajalny wykazywała się na polach samozarastających.
4. Koszenie jako sposób pielęgnacji pola bez uprawy przyczyniło się do obniżenia w glebie średniej zawartości azotu, węgla organicznego, a wzrostu zawartości fosforu.
5. Długość okresu wyłączenia z uprawy gruntów ornych w istotny sposób zróżnicowała większość oznaczonych właściwości fizycznych gleby lekkiej i średniej. Po trzech latach badań wilgotność gleby oraz zapas wody w glebie były wyraźnie mniejsze, aniżeli przed eksperymentem. Gęstość objętościowa gleby lekkiej wzrosła, a średniej zmalała co szczególnie uwidoczniono się w drugim roku badań. Dla porowatości ogólniej wykazano odwrotną zależność – istotnie zmniejszyła się w drugim roku w glebie lekkiej, a wzrosła w trzecim w glebie średniej niezależnie od głębokości badanych warstw. Zwięzłość gleby, zarówno lekkiej, jak i średniej w stosunku do stanu wyjściowego wzrosła w okresie badań kilkakrotnie. Wartość średniej ważonej średnicy agregatu wodoodpornego na glebie lekkiej wzrastała, a na średniej malała w miarę wydłużania czasu bez uprawy.
6. Istotnie wyższą wilgotność i zapas wody gleby lekkiej stwierdzono na polu po zabiegu herbicydowym, a w przypadku gleby średniej na samozarastającym. Gleba średnia charakteryzowała się wyższymi wartościami obu tych cech w porównaniu z glebą lekką.
7. Wprowadzenie roślin motylkowych z trawami do zagospodarowania pól wyłączonych z produkcji roślinnej przyczyniło się do obniżenia wartości MWDa i współczynnika wodoodporności WOD w warstwie 0–30 cm w warunkach siedliskowych gleby średniej. Na glebie lekkiej w tych warunkach uzyskano wzrost gęstości objętościowej i porowatości kapilarnej – wskaźnik WOD miał najniższe w doświadczeniu wartości na polach, na których wykonywano zabiegi chemicznego zwalczania tworzącej się okrywy roślinnej.

8. Zwięzłość gleby lekkiej i średniej była istotnie zróżnicowana w zależności od sposobu zagospodarowania pól. Pola pielęgnowane poprzez likwidację samoistne pojawiającej się roślinności zabiegiem herbicydowym wykazywały zazwyczaj najmniejszą wartość tej cechy, a pokrycie powierzchni dla ochrony roślinami motylkowymi z trawami spowodowało jej istotny wzrost.
9. Koszenie roślin i pozostawienie ich jako mulczu na powierzchni pola powodowało zazwyczaj wzrost gęstości objętościowej, a obniżało porowatość ogólną.
10. Liczba gatunków zasiedlająca pola po zaprzestaniu ich rolniczego użytkowania zwiększała się w każdym roku badań w porównaniu ze stanem pola będącego w uprawie średnio o 10 gatunków dla stanowisk na glebie lekkiej i 15 na średniej po pierwszym i drugim roku. Najwięcej gatunków przybyło na polach niechronionych, w trzecim roku odpowiednio na glebie lekkiej średnio o 30 i na średniej o 41 gatunków.
11. Najlepszym sposobem ochrony pól wyłączonych z użytkowania rolniczego przed zachwaszczeniem jest okrycie powierzchni pola roślinami motylkowym wieloletnimi z trawami. W drugim roku badań w tym stanowisku liczba taksonów zmniejszyła się średnio z 24 do 6 na glebie średniej i z 22 do 3 na glebie lekkiej. W trzecim roku, po zaprzestaniu uprawy pól na glebie średniej, liczba taksonów wzrosła (średnio do 17), ale i tak była znacznie niższa niż na polach nie chronionych.
12. Koszenie roślinności porastającej pola ograniczało liczbę pojawiających się spontanicznie gatunków roślin, szczególnie w stanowisku samoistnie zarastającym.
13. We florze zasiedlającej pola, w pierwszych dwóch latach zaniechania rolniczego ich użytkowania, dominowały gatunki obcego pochodzenia. W trzecim roku zaobserwowano wzrost udziału gatunków rodzimych – na glebie średniej w stanowisku zarastającym przekroczył on 50%.
14. Dominującą formą życiową występującą na polach bez uprawy były gatunki krótkotrwałe z grupy terofitów. Jednakże w miarę wydłużania jego czasu ich udział malał, na korzyść gatunków zaliczanych do hemikryptofitów i geofitów
15. Gatunkami o dużej stałości na glebie lekkiej (V i IV stopień) były w pierwszym roku badań *Fallopia convolvulus*, *Chenopodium album*, *Setaria pumila* na wszystkich obiektach, w drugim *Setaria pumila*, *Chenopodium album* i *Conyza canadensis* i *Taraxacum officinale* na polu samozarastającym. Na pasie herbicydowym zwraca uwagę dominacja *Elymus repens* i *Conyza canadensis*. Trzeci rok trwania badań to dominacja *Conyza canadensis* na odłogach bez rośliny okrywowej. Do gatunków stałych i częstych na glebie średniej należały w pierwszym roku na wszystkich obiektach *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Echinochloa crus-galli*, *Geranium pusillum* i *Matricaria maritima* L. subsp. *indora* w, a w drugim roku tylko *Matricaria maritima* L. subsp. *indora* a w trzecim *Conyza canadensis*, *Geranium pusillum*, *Taraxacum officinale* i *Matricaria maritima* L. subsp. *indora* w stanowisku z herbicydem i samozarastającym.
16. Na polach wyłączonych z użytkowania rolniczego w miarę upływu czasu ich trwania zwiększał się stan zachwaszczenia ich gleby (średnio liczba gatunków wzrosła w trzecim roku na glebie lekkiej o 14, a na średniej o 12 w porównaniu z pierwszym).

17. Wyłączenie pola z uprawy powoduje zwiększenie zapasy nasion chwastów w warstwie wierzchniej gleby o kilka, kilkaset procent w zależności od postępowania z terenem wyłączonym z użytkownia rolniczego. W miarę upływu czasu zaniechania użytkowania pól obserwowano wzrost liczby gatunków, jak i zapasu diaspor zgromadzonych w glebie w warunkach ugoru samozarastającego. Najbardziej zachwaszczoną warstwą była powierzchniowa.
18. Negatywne skutki występującego wciąż zjawiska wyłączenia gruntów ornych z użytkowania rolniczego, wymuszają na użytkownikach podjęcie odpowiednich działań, w tym wdrożenia racjonalnych sposobów zagospodarowania takich obszarów, z uwzględnieniem współczesnych wymogów ochrony środowiska.

7. PIŚMIENNICTWO

- Adamczewski K., Rola J., Potichonow Z., 1994. Postępowanie z terenami czasowo wyłączonymi z produkcji roślinnej w krajach europejskich. *Mat. XXXIII Sesji naukowej IOR*, 44–51.
- Akobundu I., Ekeleme F., Chikoye D., 1999. Influence of fallow management systems and frequency of cropping on weed growth and crop yield. *Weed Res.* 39(3), 241–256.
- Ansell D., 1992. The economies of set-aside in England and Wales in theory and in practice. *BCPC Mono, Set-Aside*, 50, 237–242.
- Bacon E.T.G., Hewitt M.V., Shepherd C.E., 1998. A comparison of management regimes for one-year rotational set-aside within a sequence of winter wheat crops, and of growing wheat without interruption. Cz. I. Effects on soil mineral nitrogen, grain yield and quality. *Journal of Agricultural Science*, 130, 377–388.
- Badiane N.N.Y., Chotte J.L., Pate E., Masse D., Rouland C., 2001. Use of soil enzyme activities to monitor soil quality in natural and improved fallows in semi-arid tropical regions. *Appl. Soil Ecol.* 18(3), 229–238.
- Bałazy S., Ryszkowski L., 1993. Zmiany użytkowania ziemi a ochrona środowiska obszarów wiejskich. *Post. Nauk Rol.*, 2, 37–42.
- Banaszak J., 1992., Strategy for conservation of wild bees in agricultural landscape. *Agric. Ecos. Environ.*, 40, 179–192.
- Barabasz-Krasny B., 2005. Vegetation dynamics on fallow agricultural areas in Przemysł foothills (Southeastern Poland). *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 74 (2), 149–157.
- Baran S., Wójcikowska-Kapusta A., Gostkowska K., 2003. Zmiany zawartości miedzi i cynku w glebach odłogowanych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 493, 305–310.
- Baran S., Wójcikowska-Kapusta A., Jaworska B., Baranowska E., 2001. Wpływ odłogowania gleb lekkich na kształtowanie się zawartości magnezu. *Acta Agrophys.*, 56, 31–36.
- Benjamin K., Domon G., Bouchard A., 2005. Vegetation composition and succession of abandoned farmland: effects of ecological, historical and spatial factors. *Landscape Ecology*, 20, 627–647.
- Biskupski A., Kaus A., Włodek S., Pabin J., 2000. Ocena różnych sposobów zagospodarowania gruntów czasowo wyłączonych z produkcji. *Pam. Puł.*, 120, 15–21.
- Blanco-Canqui H., Gantzer C. J., Anderson S. H., Alberts E. E., 2004. Tillage and crop influences on physical properties for an Epiaqualf. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 68(2), 567–576.
- Blecharczyk A., Grzebiś W., Baraniecki A., 1985. Zmiany w składzie florystycznym, właściwościach fizycznych i chemicznych odłogu pod wpływem zróżnicowanego nawożenia. *Rocz. AR Poznań, ser. Rol.*, 159(28), 29–39.
- Blecharczyk A., Piechota T., Małecka I., 2005. Zmiany chemicznych właściwości gleby w wyniku wieloletniego oddziaływania systemów następstwa roślin i nawożenia. *Fragm. Agron.*, 2, 30–37.

- Boag B., Hebden P.M., Neilson, R., Rodger S.J., 1998. Observations on the effect of different management regimes of set-aside land on nematode community structure. *Appl. Soil Ecol.*, 9, 339–343.
- Bochenek A., 1998. Ekofizjologiczne uwarunkowania dynamiki glebowego banku nasion chwastów. *Post. Nauk Rol.*, 6, 83–98.
- Bochenek A., 2000. Wpływ czynników biotycznych i zabiegów uprawowych na glebowy bank nasion chwastów. *Post. Nauk Rol.*, 2, 19–29.
- Brant V., Svobodova M., Santrucek J., Hlavickova D., 2006. The influence of plant covers of set-aside fields and their management on the weed spectrum. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 20, 941–947.
- Bravo-Garza M.R., Bryan R.B., 2005. Soil properties along cultivation and fallow time sequences on vertisols in Northeastern Mexico. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 69(2), 473–481.
- Brussaard L., Bakker J.P., Olf H., 1996. Biodiversity of soil biota and plants in abandoned arable fields and grasslands under restoration management. *Biodiversity and Conservation* 5, 211–221.
- Buckwell A.F., 1992. Should we set aside set-aside? *BCPC Mono, Set-Aside*, 50, 275–283.
- Buresh R.J., Cooper P.J.M., 1999. The science and practice of short-term improved fallows: Symposium synthesis and recommendations. *Agroforestry Syst.*, 47, 345–356.
- Burgers P., Ketterings Q.M., Garrity D.P., 2005. Fallow management strategies and issues in Southeast Asia. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 110, 1–13.
- Campbell C.A., Biederbeck V.O., McConkey B.G., Curtin D., Zentner R.P., 1999. Soil quality – effect of tillage and fallow frequency. Soil organic matter quality as influenced by tillage and fallow frequency in a silt loam in southwestern Saskatchewan. *Soil Biol. Biochem.*, 31, 1–7.
- Campbell C.A., Selles F., Lafond G.P., Biederbeck V.O., Zentner R.P., 2001. Tillage – fertilizer changes: effect on some soil quality attributes under long-term crop rotations in a thin Black Chernozem. *Can. J. Soil Sci.*, 81, 157–165.
- Chalmers G.E., Bacon T.G., Clarke J.H., 2001., Changes in soil mineral nitrogen during and after 3-year and 5-year set-aside and nitrate leaching losses after ploughing out the 5-year plant covers in the UK. *Plant and Soil*, 228, 157–177.
- Chudecka J., Tomaszewicz T., 2001. Zmiany właściwości chemicznych i ogólnej zawartości Cu, Zn i Mn w glebach erodowanych wsi Ginawa (woj. zachodniopomorskie) po ośmioletnim okresie ich odłogowania. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.*, 476, 75–81.
- Clotuche P., Peeters A., 2000., Nitrogen uptake by Italian ryegrass after destruction of non-fertilized set-aside covers at different times in autumn and winter. *J. Agron. Crop Sci.*, 184(2), 121–131.
- Critchley C.N.R., Fowbert J. A., 2000. Development of vegetation on set-aside land for up to nine years from a national perspective. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 79, 2, 159–174.
- Czarnecka B., 1997. Strategie adaptacyjne roślin a skład gatunkowy fitocenozy. *Wiad. Bot.*, 41, 33–42.
- Czarnecki A., Sereżyn Z., Barcikowski A., 1994. Zasady konserwacji i ochrony gruntów rolnych czasowo wyłączonych z produkcji. *Post. Nauk Rol.*, 2, 19–35.
- De Gryze S., Jassogne L., Bossuyt H., Six J., Merckx R., 2006. Water repellence and soil aggregate dynamics in a loamy grassland soil as affected by texture. *Eur. J. Soil Sci.*, 57, 235–246.

- Desender K., Bosmans R., 1998. Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) on set-aside fields in the Campine region and their importance for nature conservation in Flanders (Belgium). *Biodiversity and Conservation*, 7(11), 1485–1493.
- Dombrowski A., Gołowski A., 2002. Changes in numbers of breeding-birds in an agricultural landscape of east-central Poland. *Vogelwelt*, 123, 79–87.
- Doran J. W., Elliott E. T., Paustian K., 1998. Soil microbial activity, nitrogen cycling, and long-term changes in organic carbon pools as related to fallow tillage management. *Soil and Tillage Research*, 49(1/2), 3–18.
- Droese H., Śmierzchalski L., 1986. Wpływ zaniechania uprawy roli na wodoodporność agregatów glebowych. *Rocz. Nauk Rol.*, 106, 2, 79–89.
- Dubiel E., 1984. Dolina Wierzbakówki: 5. Rozwój roślinności na odłogach. *Zesz. Nauk. UJ, Pr. Bot.*, 1, 96–112.
- Dulout A., Lucas P., Sarniguet A., Dore T., 1997. Effects of wheat volunteers and blackgrass in set-aside following a winter wheat crop on soil infectivity and soil conduciveness to take-all. *Plant and Soil*, 197(1), 149–155.
- Dzienia S., 1998. Zasady gospodarowania na terenach czasowo wyłączonych z produkcji rolnej. *Bibl. Fragm. Agron.*, 5, 13–23.
- Dzienia S., Koźmiński C., Dojss D., 1997a. Wpływ płodozmianu i ugorowania na fizyczne właściwości gleby lekkiej. *Zesz. Nauk. AR Szczec.*, 181, 87–89.
- Dzienia S., Dojss D., Wereszczaka J., 1997b. Wpływ płodozmianu i ugorowania na właściwości chemiczne gleby lekkiej. *Rocz. Gleb.*, 48(1/2), 15–18.
- Dzienia S., Wereszczaka J., Dojss D., 1998a. Wpływ sposobów zagospodarowania odłogów na zachwaszczenie plantacji roślin uprawnych. *Bibl. Fragm. Agron.*, 5, 125–135.
- Dzienia S., Wereszczaka J., Piskier T., 1998b. Efektywność różnych sposobów uprawy odłogu. *Bibl. Fragm. Agron.*, 5, 203–211.
- Erwin D., 1992. Some lessons about the political-economic effects of set-aside: The United States experience. *BCPC Mono, Set-Aside*, 50, 3–12.
- Falińska K., 2004. *Ekologia roślin*. PWN Warszawa, 512.
- Faliński J.B., 1986a. Sukcesja roślinności na nieużytkach porolnych jako przejaw dynamiki ekosystemu wyzwolonego spod długotrwałej presji antropogenicznej. Cz. I. Podstawy teoretyczne i prezentacja wybranej serii sukcesji wtórnej. *Wiad. Bot.* 30, 1, 25–50.
- Faliński J.B., 1986b. Sukcesja roślinności na nieużytkach porolnych jako przejaw dynamiki ekosystemu wyzwolonego spod długotrwałej presji antropogenicznej. Cz. II. Doświadczenia własne i postulaty do badań nad sukcesją na nieużytkach porolnych. *Wiad. Bot.* 30, 2, 115–126.
- Farr E., Sinclair A.H., Lee K.M., Atkinson D., 1992. Effect of cutting management of naturally regenerated set-aside land on the mineral nitrogen content in the soil profile. *BCPC Mono, Set-Aside*, 50, 55–58.
- Fasterding F., Plankl R., Jones A., 1992. The impact of the European community's set-aside policy in German. *BCPC Mono, Set-Aside*, 50, 269–274.
- Firbank L., Smart S., Crabb J., Critchley C.N.R., Fowbert J. W., Fuller R.J., Gladders P., Green D.B., Henderson I., Hill M.O., 2003. Agronomic and ecological costs and benefits of set-aside in England. *Agric. Ecosyst. Environ.* 95, 73–85.
- Floyd W.D., 1992. Political aspects of set-aside as a policy instrument in the European Community. *BCPC Mono, Set-Aside*, 50, 13–20.

- Folgarait P.J., Thomas F., Desjardins T., Grimaldi M., Tayasu I., Curmi P., Lavelle P. M., 2003. Soil properties and the macrofauna community in abandoned irrigated rice fields of northeastern Argentina. *Biol. Fertil. Soils*, 38(6), 349–357.
- Froment M.A., Grylls J.P., 1992. Changes in soil mineral nitrogen during set-aside and effect of rotational fallows on the yield and N-optima of subsequent cereal crops. *BCPC Mono, Set-Aside*, 50, 23–28.
- Froment M.A., Chalmers A.G., Collins C., Grylls J.P. 1999. Rotational set-aside; influence of vegetation and management for one-year plant covers on soil mineral nitrogen during and after set-aside at five sites in England. *J. Agric. Sci.*, 133, 1–19.
- Fukarek F., 1967. *Fitosocjologia*. PWRiL, Warszawa, 241.
- Gutteridge R.J., Jenkyn J.F., Bateman G.L., 2006. Effects of different cultivated or weed grasses, grown as pure stands or in combination with wheat, on take-all and take-all suppression in subsequent wheat crops. *Plant Pathology*, 55, 696–704.
- Hanf M., 1990. *Ackerunkräuter Europas mit ihren Keimlingen und Samen*. BLV München, 496.
- Hansson M., Fogelfors H. 1998. Management of permanent set-aside on arable land in Sweden. *J. of Appl. Ecol.*, 35, 758–771.
- Harasimowicz-Hermann G., Ignaczak S., 2005. Produkcyjność ugoru w różnych systemach konserwacji gleby. Cz. II. Struktura zachwaszczenia ugoru. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 507, 213–225.
- Harasimowicz-Hermann G., Ignaczak S., 2006. Gromadzenie azotu i węgla przez rośliny okrywające ugor przy różnych systemach konserwacji gleby. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 513, 121–127.
- Harasimowicz-Hermann G., Ignaczak S., Wojnowska T., Koc J., Sienkiewicz S., Szymczyk S., 2005. Produkcyjność ugoru w różnych systemach konserwacji gleby. Cz. I. Biomasa chwastów i roślin osłonowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 507, 205–212.
- Harasimowicz-Hermann G., Ignaczak S., Andrzejewska J., Krasicka-Korczyńska E., Wojnowska T., Koc J., Sienkiewicz S., Szymczyk S., 1998. Systemy konserwacji gleby odłogowanej – potencjalna produkcyjność ugoru obsianego w pierwszym roku. *Bibl. Frag. Agron.*, 5, 213–223.
- Harper J.L., 1977. *Population Biology of Plants*. Academic Press New York, 892.
- Haynes R.J., Beare M.H., 1997. Influence of six crop species on aggregate stability and some labile organic matter fractions. *Soil Biol. Biochem.*, 29(11/12), 1647–1653.
- Henderson I.G., Cooper J., Fuller R.J., Vickery J., 2000a. The relative abundance of birds on set-aside and neighbouring fields in summer. *J. Appl. Ecol.* 37, 2, 335–347.
- Henderson I.G., Vickery J.A., Fuller R.J., 2000b. Summer bird abundance and distribution on set-aside fields on intensive arable farms in England. *Ecography*, 23(1), 50–59.
- Hedlund K., Gormsen D., 2002. Mycorrhizal colonization of plants in set-aside agricultural land. *Appl. Soil Ecol.*, 19 (1), 71–78.
- Hedlund K., Santa Regina I., Van der Putten W.H., Lepš J., Díaz T., Korthals G.W., Lavorel S., Brown V.K., Gormsen D., Mortimer S.R., Rodríguez Barrueco C., Roy J., Smilauer P., Smilauerová M., Van Dijk C., 2003. Plant species diversity, plant biomass and responses of the soil community on abandoned land across Europe: idiosyncrasy or above-below-ground time lags. *Oikos*, 103(1), 45–58.
- Heroldova M., Janova E., Bryja J., Tkadlec E., 2005. Set-aside plots – source of small mammal pest? *Folia Zool.*, 54 (4), 337–350.

- Hewitt M.V., Webster C.P., Bacon E.T. G., 1992. The effect of cultivation and plant establishment on nitrogen conservation on set-aside land. BCPC Mono, Set-Aside, 50, 51–54.
- Himstedt P., 1998. Ziemia odlogowane i nieużytki a ich możliwość wykorzystania w pozyskiwaniu alternatywnych źródeł dochodów. *Bibl. Fragm. Agron.*, 5, 361–369.
- Hochół T., Łabza T., Stupnicka-Rodzinkiewicz E., 1998. Zachwaszczenie wieloletnich odlogów w porównaniu do stanu na polach uprawnych. *Bibl. Fragm. Agron.*, 5, 115–123.
- Ignaczak S., 1998. Systemy konserwacji gleby odlogowanej – zmiany temperatury, wilgotności i zasolenia różnych warstw. *Bibl. Fragm. Agron.*, 5, 225–237.
- Jabłoński W., Widera M., 1995. Zmiany florystyczne w drugim roku po podsiewie różnych traw i koniczyn na polu wyłączonym z intensywnej produkcji rolniczej. *Acta Agrobot.*, (46), 25–35.
- Jabłoński W., Widera M., 1996. Ekologiczno-ekonomiczne aspekty kształtowania fitocenozy na obszarach odlogowanych. *Acta Agrobot.*, 49(1–2), 3–11.
- Jenkyn J.F., Gutteridge J.F., Todd A.D., 1998. A comparison of management regimes for one-year rotational set-aside within a sequence of winter wheat crops, and of growing wheat without interruption. Cz. III. Effects on diseases. *J. Agric. Sci.*, 130, 399–410.
- Jędruszczak M., Wesołowski M., Smolarz H., Antoszek R., 2003. Organizacja fitocenozy w pierwszym roku wyłączenia pola uprawnego z produkcji roślinnej. *Acta Agrophys.* 1(3), 447–451.
- Jian-gang H., Zhan-bin L., Yong-li Z., Hong-ying B., Dong Q., 2004. Soil enzyme activities and N₂O emissions under different land management conditions. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 73(1), 205–212.
- Josan M.S., Nair V.D., Harris W.G., Herrera D., 2005. Associated release of magnesium and phosphorus from active and abandoned dairy soils. *J. Environ. Qual.*, 34(1), 184–191.
- Jungkunst H.F., Freibauer A., Neufeldt H., Bareth G., 2006. Nitrous oxide emissions from agricultural land use in Germany – a synthesis of available annual field data. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 169, 3, 341–351.
- Juo A.S.R., Franzluebbers K., Dabiri A., Ikhile B., 1996. Soil properties and crop performance on a kaolinitic Alfisol after 15 years of fallow and continuous cultivation. *Plant and Soil*, 180(2), 209–217.
- Kandji S.T., Ogol C.K.P.O., Albrecht A., 2003. Crop damage by nematodes in improved-fallow fields in western Kenya. *Agroforestry Systems.*, 57(1), 51–57.
- Kapeluszy J., Haliniarz M., 2007. Flora na gruntach porolnych w otulinie Puszczy Solskiej. (W), Hołdyński Cz., Korniak T. (red.). *Spontaniczna flora i roślinność na obszarach wyłączonych z użytkowania rolniczego. Acta Botanica Warmiae et Masuriae* (4), Katedra Botaniki i Ochrony Przyrody UWM w Olsztynie, 71–82.
- Kennedy P.J., 1992. Ground beetle communities on set-aside and adjacent habitats. BCPC Mono, Set-Aside, 50, 154–164.
- Kisiel R., 1998. Ziemia jako czynnik produkcji w nowych warunkach gospodarowania. *Bibl. Fragm. Agron.*, 5, 293–302.
- Kluth S., Kruess A., Tschardt T., 2005. Effects of two pathogens on the performance of *Cirsium arvense* in a successional fallow. *Weed Res.*, 45(4), 261–269.
- Knappe S., Haferkorn U., Meissner R., 2002. Influence of different agricultural management systems on nitrogen leaching, results of lysimeter studies. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 165, 1, 73–77.

- Koc J., Szymczyk S., Wojnowska T., Szyperek U., Skwierawski A., Ignaczak S., Sienkiewicz S., 2002. Wpływ różnych sposobów konserwacji gleby na jakość wód gruntowych. Cz. II. Koncentracja azotu, fosforu i potasu. Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol., 484(1), 265–274.
- Kościk B., Kalita E., 2000. Analiza celowości zagospodarowania gruntów wyłączonych z rolniczego użytkowania wieloletnimi gatunkami traw. Pam. Puł., 120, 233–238.
- Kościk B., Kalita E., 1998. Analiza możliwości zagospodarowania odłogów na Zamojszczyźnie. Bibl. Fragm. Agron., 5, 63–71.
- Koutika L.S., Hauser S., Henrot J., 2001. Soil organic matter assessment in natural regrowth, *Pueraria phaseoloides* and *Mucuna pruriens* fallow. Soil Biol. Biochem. 33(7/8), 1095–1101.
- Koutika L.S., Sanginga N., Vanlauwe B., Weise S., 2002. Chemical properties and soil organic matter assessment under fallow systems in the forest margins benchmark. Soil Biol. Biochem., 34(6), 757–765.
- Koutika L.S., Hauser S., Meuteum J.G., Kamga, Yerima B., 2004. Comparative study of soil properties under *Chromolaena odorata*, *Pueraria phaseoloides* and *Calliandra calothyrsus*. Plant and Soil, 266, 315–323.
- Krasowicz S., Filipiak K., 1998. Czynniki decydujące o regionalnym zróżnicowaniu odłogów w Polsce. Bibl. Frag. Agron., 5, 25–33.
- Krężel R., 1990. Dynamika zmian właściwości fizycznych gleby lekkiej w różny sposób użytkowanej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 376, 25–30.
- Krężel R., Miklaszewski S., 1987. Wtórna sukcesja roślinności odłogu na glebie lekkiej. Mat. Kraj. Sym. nt. Dynamika zachwaszczenia pól uprawnych. IUNG Puławy, 152–160.
- Kukuła S., 1998. Odłogowanie ziemi a problem gleb marginalnych w Polsce. Bibl. Fragm. Agron., 5, 303–309.
- Kulpa W., 1988. Nasionozławstwo chwastów. PWRiL, Warszawa, 413.
- Kurus J., Podstawka-Chmielewska E., 2006. Struktura flory po dziesięcioletnim odłogowaniu gruntu ornego na dwóch typach gleb. Acta Agrobot., 59(2), 365–376.
- Kuś J., Duer I., 1998. Problem ugorowania nisko urodzajnych gleb piaszkowych. Bibl. Fragm. Agron., 5, 283–291.
- Kutyna I., 1997. Stałość fitosocjologiczna i współczynnik pokrycia gatunków w zbiorowiskach roślinnych na odłogach jednorocznych i trzyletnich. Zesz. Nauk AR Szczec., 181, 163–177.
- Kutyna I., Niedźwiecki E., 1996. Zbiorowiska roślinne pola uprawnego i odłogu w zależności od rzeźby terenu w pobliżu Szczecina. Zesz. Nauk AR Szczec., 174, 179–188.
- Kutyna I., Piontek M., Drab M., 2004. Zbiorowiska roślinne na polu odłogowanym przez 10 lat na terenie przekształconym przez przemysł wydobywczy kruszywa budowlanego w Dobroszowie Wielkim. Folia Univ. Agric. Stetin. Agricultura, 93, 187–196.
- Landgraf D., 2001. Dynamics of microbial biomass in Cambisols under a three year succession fallow in North Eastern Saxony. J. Plant Nutr. Soil Sci., 164, 665–671.
- Landgraf D., Klose S., 2002. Mobile and readily available C and N fractions and their relationship to microbial biomass and selected enzyme activities in a sandy soil under different management systems. J. Plant Nutr. Soil Sci., 165, 9–16.
- Landgraf D., Böhm C., Makeschin F., 2003. Dynamic of different C and N fractions in a Cambisol under five year succession fallow in Saxony (Germany). J. Plant Nutr. Soil Sci., 166, 3, 279–395.

- Łabza T., Hochół T., Stupnicka-Rodzinkiewicz E., Jaros J., 1997a. Zachwaszczenie odłogów i sąsiadujących pól z uprawami zbóż na przykładzie wybranych siedlisk. Cz. I. Ważniejsze wskaźniki zachwaszczenia. *Bibl. Fragm. Agron.*, 3, 253–260.
- Łabza T., Hochół T., Stupnicka-Rodzinkiewicz E., Jaros J., 1997b. Zachwaszczenie odłogów i sąsiadujących pól z uprawami zbóż na przykładzie wybranych siedlisk. Cz. II. Pochodzenie i formy życiowe roślin odłogów i pól uprawnych. *Bibl. Fragm. Agron.*, 3, 261–265.
- Łabza T., Hochół T., Stupnicka-Rodzinkiewicz E., 2003. Zmiany we florze odłogów i sąsiadujących z nimi pól uprawnych w latach 1993–2001. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 490, 143–152.
- Łabza T., Dąbkowska T., Stupnicka-Rodzinkiewicz E., 2007. Zmiany sukcesyjne roślinności pól wyłączonych z uprawy [w:] Hołdyński Cz., Korniak T. Spontaniczna flora i roślinność na obszarach wyłączonych z użytkowania rolniczego. *Acta Botanica Warmiae et Masuriae* (4), Katedra Botaniki i Ochrony Przyrody UWM w Olsztynie, 11–22.
- Łętkowska A., Strączyńska S., 2001. Wybrane właściwości fizykochemiczne i chemiczne gleb odłogowanych i użytkowanych rolniczo. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 478, 241–248.
- Main weeds in field crops. 1990. Dupont, Italy, 255.
- Majda J., 1997. Zagrożenie pola chwastami segetalnymi po 3-letnim odłogu. Cz. II. Zachwaszczenie zaoranego odłogu i kolejno uprawianych roślin. *Bibl. Fragm. Agron.*, 3, 271–274.
- Majda J., Kryńska B., 1997. Zagrożenie pola chwastami segetalnymi po 3-letnim odłogu. Cz. I. Występowanie perzu i cechy biometryczne rozłogów. *Bibl. Fragm. Agron.*, 3, 267–270.
- Majda J., Właśniewska J., 1997. Zagrożenie pola chwastami segetalnymi po 3-letnim odłogu. Cz. III. Zawartość diaspor chwastów w 0–5 cm warstwie gleby w latach 1991–93. *Bibl. Fragm. Agron.*, 3, 275–278.
- Majda J., Trąba Cz., Wolański P., 2006. Bank diaspor w glebie lessowej na polu uprawnym i wieloletnim odłogu na tle składu florystycznego fitocenozy. *Fragm. Agron.*, 4, 119–129.
- Majda J., Buczek J., Trąba Cz., 2007. Plenność niektórych gatunków chwastów owocujących na odłogu. *Annales UMCS, Sec. E. Agricultura*, 62(2), 48–55.
- Malicki L., Podstawka-Chmielewska E., 1998. Zmiany fitocenozy i niektórych właściwości gleby zachodzące podczas odłogowania oraz będące efektem zagospodarowania wieloletniego odłogu. *Bibl. Fragm. Agron.*, 5, 97–113.
- Malicki L., Kurus J., Pałys E., Podstawka-Chmielewska E., 2002. Fitocenoza odłogu na glebie lekkiej i ciężkiej jako element krajobrazu rolniczego. *Fragm. Agron.*, 1, 32–40.
- Mały S., Korthals G.W., Van Dijk C., Van der Putten W. H., De Boer W., 2000. Effect of vegetation manipulation of abandoned arable land on soil microbial properties. *Biol. Fertil. Soils*, 31, 2, 121–127.
- Marks M., Nowicki J., Szwejkowski Z., 2000a. Odłogi i ugory w Polsce. Cz. I. Przyczyny odłogowania i zjawiska towarzyszące. *Fragm. Agron.*, 1 (65), 5–19.
- Marks M., Nowicki J., Szwejkowski Z., 2000b. Odłogi i ugory w Polsce. Cz. II. Sposoby zagospodarowania. *Fragm. Agron.*, 1 (65), 20–33.
- Marks M., Nowicki J., 2002. Aktualne problemy gospodarowania ziemią rolniczą w Polsce. Cz. I. Przyczyny odłogowania gruntów i możliwości ich rolniczego zagospodarowania. *Fragm. Agron.*, 1 (73), 58–67.
- Marks M., Nowicki J., 2006. Ocena energetyczna różnych sposobów zagospodarowania odłogu. *Pam. Puł.*, 142, 287–295.

- Martyn W., Onuch-Amborska J., Molas J., 1998. Porównanie wybranych właściwości gleb użytkowanych rolniczo i gleb naturalnych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 460, 479–485.
- Masse D., Manlay R.J., Diatta M., Pontanier R., Chotte J.L., 2004. Soil properties and plant production after short-term fallows in Senegal. *Soil Use and Management*, 20(1), 92–95.
- Materechera S.A., Mkhabela T.S., 2001. Influence of land-use on properties of a ferralitic soil under low external input farming in southeastern Swaziland. *Soil and Tillage Research*, 62(1/2), 15–25.
- Mazur-Rylska A., Ziaja M., Wnuk Z., 2007. Zmiany florystyczne na powierzchniach odłogowanych na przykładzie gminy Głogów Małp. i Rzeszów-Zalesie [w:] Hołdyński Cz., Korniak T. Spontaniczna flora i roślinność na obszarach wyłączonych z użytkowania rolniczego. *Acta Botanica Warmiae et Masuriae* (4), Katedra Botaniki i Ochrony Przyrody UWM w Olsztynie, 225–238.
- Milton S.J., Dean W. R.J., Klotz S., 1997. Effects of small-scale animal disturbances on plant assemblages of set-aside land in Central Germany. *J. Veget. Sci.*, 8(1), 45–54.
- Miklaszewski S., 1990. Wpływ różnych sposobów użytkowania ornej gleby piaszczystej na jej chemiczne i biologiczne właściwości. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 376, 39–45.
- Mirek Z., Piękoś-Mirkowa H., Zajac A., Zajac M., 2002. Flowering plants and pteridophytes of Poland. A checklist. *Biodiversity of Poland*, 1. Wyd. Inst. Bot. PAN, Kraków, 442.
- Miyazawa K., Tsuji H., Yamagata M., Nakano H., Nakamoto T., 2002. The effects of cropping systems and fallow managements on microarthropod populations. *Plant Production Science*, 5 (3), 257–265.
- Miziniak W., 2004. Wpływ długoletniej uprawy gleby, okresowego ugorowania pola oraz zwalczania chemicznego na nasilenie występowania ambrozji zachodniej (*Ambrosia psilostachya*). *Progr. Plant Prot./ Post. Ochr. Rośl.*, 44(2), 967–969.
- Moreby S.J., Aebischer N.J., 1992. Invertebrate abundance on cereal fields and set-aside land, implications for wild game-bird chicks. *BCPC Mono, Set-Aside*, 50, 181–186.
- Niemyska-Łukaszuk J., Nicia P., Zadrozny P., Zalewski T., 2002. Wpływ odłogowania na właściwości chemiczne i fizykochemiczne gleb pyłowych Pogórza Wielickiego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 482, 403–408.
- Nowicki M., Orzech K., 1998. Porównanie kilku sposobów ponownego – rolniczego zagospodarowania odłogów. *Bibl. Fragm. Agron.*, 5, 389–393.
- Nowicki J., Marks M., 2006. Gospodarowanie ziemią we współczesnej Europie. *Fragm. Agron.*, 2, 7–15.
- Nowicki J., Marks M., Wanic M., Buczyński G., 1998. Ugorowanie gruntów jako element gospodarki ziemią w Polsce. *Bibl. Fragm. Agron.*, 5, 269–281.
- Nowicki J., Marks M., Nowicki M., Wanic M., 2007a. Zachwaszczenie upraw polowych i gleby po zagospodarowaniu kilkuletniego odłogu. Cz. I, Zachwaszczenie zasiewów na tle fitocenozy odłogów [w:] Hołdyński Cz., Korniak T. Spontaniczna flora i roślinność na obszarach wyłączonych z użytkowania rolniczego. *Acta Botanica Warmiae et Masuriae* (4), Katedra Botaniki i Ochrony Przyrody UWM w Olsztynie, 403–412.
- Nowicki J., Marks M., Makowski P., 2007b. Ugór jako element współczesnego krajobrazu rolniczego. *Fragm. Agron.* 4(96), 48–57.
- Opaliński C., Oleszek J., 1998. Ziemia uprawna, odłogi i ugory w Regionie Południowo-Zachodnim. *Post. Nauk. Rol.* 6, 37–50.
- Orłowski G., 2003. Ekologiczne znaczenie zmian sposobu użytkowania gruntów w krajobrazie rolniczym. *Zesz. Nauk. AR Wroc., Geodezja i Urządzenia Rolne*, 21, 189–209.

- Orłowski G., Nowak L., 2004. Problematyka odłogowania gruntów w świetle wyników badań prowadzonych w krajach Europy Zachodniej i Stanach Zjednoczonych. *Acta Sci. Pol. Agricultura*, 3 (2), 27–36.
- Ostrowska K., Mikiciuk G., Chęłpiński P., Chudecka J., Grajkowski J., 2004. Zawartość makro i mikroelementów w glebie płowej utrzymywanej w czarnym ugorze i pod murawą w sadzie czereśniowym. *Folia Univ. Agric. Stetin.* 323, *Agricultura*, (96), 137–142.
- Pan D., Domon G., de Blois S., Bouchard A., 1999. Temporal (1958–1993) and spatial patterns of land use changes in Haut-Saint-Laurent (Quebec, Canada) and their relation to landscape physical attributes. *Landscape Ecol.*, 14, 35–52.
- Pawłowski F., 1963. Liczebność i skład gatunkowy nasion chwastów w ważniejszych glebach województwa lubelskiego. *Ann. UMCS, Sect., E*, 18, 125–154.
- Pawłowski F., Wesołowski M., 1980. Zasób i skład gatunkowy nasion chwastów w różnych kompleksach gleb w południowo-wschodniej Polsce. *Rocz. Nauk Rol., ser. A*, 104, 3, 87–99.
- Pecio A., Niedźwiecki J., 2007. Wpływ systemu uprawy roli na fizyko-chemiczne właściwości gleb. *Fragm. Agron.*, 4(96), 92–99.
- Piechota T., Majchrzak L., Sawinska Z., 2007. Rola nawożenia w kształtowaniu fizycznych i chemicznych właściwości wierzchnich warstw gleby w warunkach trwałego braku uprawy mechanicznej. *Fragm. Agron.*, 1(93), 221–227.
- Podstawka-Chmielewska E., Kurus J., 2007. Wpływ wieloletniego odłogowania pola ornego na właściwości chemiczne gleby. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 520, 845–850.
- Podstawka-Chmielewska E., Kurus J., 2009a. Wpływ sposobu ugorowania pola na retencjonowanie wody na glebie ciężkiej. *Annales UMCS 64, sec. E*, 4, 130–136.
- Podstawka-Chmielewska E., Kurus J., 2009b. Bezpośredni i następczy wpływ ugorowania na zawartość wody w glebie lekkiej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 542, 405–412.
- Podstawka-Chmielewska E., Kurus J., 2011. Wpływ sposobu ugorowania na niektóre właściwości fizyczne gleby. *Fragm. Agron.*, 28(2), 71–78.
- Podstawka-Chmielewska E., Pałys E., Kwiatkowska J., 2000. Zachwaszczenie łąny pszenicy ozimej uprawianej po wieloletnim odłogu, poddanym różnym sposobom zagospodarowania. *Pam. Puł.*, 12, 167–176.
- Podstawka-Chmielewska E., Malicki L., Pałys E., 2002. Próba rolniczego zagospodarowania wieloletniego odłogu na czarnej ziemi. *Rocz. Nauk Roln.*, 116 (1–4), 157–167.
- Podstawka-Chmielewska E., Kurus J., Kosior M., 2004a. Wpływ różnych sposobów konserwacji ugoru na zapas wody w glebie lekkiej. *Annales UMCS 59, Sec., E*, 2, 731–736.
- Podstawka-Chmielewska E., Pałys E., Kurus J., 2004b. Zmiany fitocenozy w czasie wieloletniego odłogowania gruntu ornego na łądzinie. *Annales UMCS 59, Sec. E.*, 4, 1807–1814.
- Podstawka-Chmielewska E., Pałys E., Kurus J., 2007. Sukcesja roślinności w czasie 10-letniego odłogowania gruntów porolnych. [w:] Hołdyński Cz., Korniak T. Spontaniczna flora i roślinność na obszarach wyłączonych z użytkowania rolniczego. *Acta Botanica Warmiae et Masuriae* (4), Katedra Botaniki i Ochrony Przyrody UWM w Olsztynie, 23–34.
- Poulsen J.G., Sotherton N.W., Aebischer N.J., 1998. Comparative nesting and feeding ecology of skylarks *Alauda arvensis* on arable farmland in southern England with special reference to set-aside. *J. Appl. Ecol.*, 35, 131–147.
- Povey F.D., Smith H., Watt T.A., 1993. Predation of annual grass weed seeds in arable field margins. *Ann. Appl. Biol.*, 122, 323–328.
- Radomski Cz., 1980. *Agrometeorologia*. PWN, Warszawa, 543.

- Rasiah V., Florentine S.K., Williams B.L., Westbrooke M.E., 2004. The impact of deforestation and pasture abandonment on soil properties in the wet tropics of Australia. *Geoderma*, 120(1/2), 35–45.
- Rew L.J., Wilson P.J., Froud-Williams R.J., Boatman N.D., 1992. Changes in vegetation composition and distribution within set-aside land. *BCPC Mono, Set-Aside*, 50, 79–84.
- Rewut I.B., 1980. *Fizyka gleby*. PWRiL, Warszawa, 384.
- Roberts H. A., 1981. Seed banks in soils. *Adv. Appl. Biol.*, 6, 1–55.
- Rola J., 1993. Ekologiczno-ekonomiczne skutki ugorowania i odłogowania gruntów ornych w Polsce. *Mat. XXXIII Sesji Naukowej IOR*, 37–43.
- Rola J., 1995. Ekologiczno-gospodarcze skutki ugorów i odłogów w Polsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 418, 37–43.
- Rola J., 2000. Przeciwdziałanie zarastaniu zbędną roślinnością ugorów i odłogów. *Biul. Inf. IUNG*, 14, 21–25.
- Rola J., Rola H., 1998. Ograniczenie zarastania chwastami segetalnymi i ruderalnymi ugorów oraz odłogów. *Bibl. Fragm. Agron.*, 5, 145–160.
- Rola J., Rola H., 2000. Problem odłogów na gruntach porolnych i perspektywy ich racjonalnego zagospodarowania. *Pam. Puł.*, 120, 361–366.
- Rola J., Rola H., 2010. *Solidago* spp. biowskaźnikiem występowania odłogów na gruntach rolnych. *Fragm. Agron.*, 27(3), 122–131.
- Rola J., Rola H., Sekutowski T., Badowski M., 2006. Wpływ sposobu użytkowania gruntów rolnych na zbiorowiska segetalne. *Pam. Puł.* 143, 135–144.
- Ruser R., Flessa H., Schilling R., Beese F., Munch J. C., 2001. Effect of crop-specific field management and N fertilization on N₂O emissions from a fine-loamy soil. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 59, 2, 177–191.
- Rutkowska B., 1971. *Atlas roślin łąkowych i pastwiskowych*. PWRiL, Warszawa, 336.
- Rutkowski L., 2004. *Klucz do oznaczania roślin naczyniowych Polski niżowej*. PWN, Warszawa, 816.
- Sawicki B., Orlik T., Józwiakowski K., 1998. Problematyka ugorów i odłogów w województwie lubelskim. *Bibl. Fragm. Agron.*, 5, 4–51.
- Schutter M.E., Dick R.P., 2002. Microbial community profiles and activities among aggregates of winter fallow and cover-cropped soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 66(1), 142–153.
- Schutter M.E., Sandeno J.M., Dick R.P., 2001. Seasonal, soil type, and alternative management influences on microbial communities of vegetable cropping systems. *Biol. Fertil. Soils.*, 34(6), 397–410.
- Sekutowski T.R., Włodek S., Biskupski A., Sienkiewicz-Cholewa U., 2012. Porównanie odłogu i sąsiadującego pola uprawnego pod względem zasobności w nasiona i rośliny nawłoci (*Solidago* spp.). *Zesz. Nauk. UP Wroc.* 584, Rol., 100, 99–112.
- Selvaraju R., Ramaswami C. 1997. Evaluation of fallow management practices in a rainfed vertisol of peninsular India. *Soil Till. Research* 43(3–4), 319–333.
- Shaver T.M., Peterson G.A., Ahuja L.R., Westfall D.G., Sherrod L.A., Dunn G., 2002. Surface soil physical properties after twelve years of dryland no-till management. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 66(4), 1296–1303.
- Shield I.F., Bacon E.T.G., 1998. A comparison of management regimes for one-year rotational set-aside within a sequence of winter wheat crops, and of growing wheat without interruption. *Cz. II. Effects on vegetation and weed control. J. Agric. Sci.*, 130, 389–397.

- Sienkiewicz S., Wojnowska T., Koc J., Ignaczak S., Harasimowicz-Hermann G., Szymczyk S., Żarczyński P., 2003. Zmiany chemiczne w glebach w zależności od systemu odłogowania. Cz. I. Odczyn oraz zawartość azotu ogólnego i węgla organicznego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 493, 685–691.
- Sienkiewicz S., Koc J., Wojnowska T., Ignaczak S., Szymczyk S., 1998. Wpływ różnych sposobów użytkowania gleb wyłączonych z intensywnej uprawy na mineralizację azotu. *Bibl. Fragm. Agron.*, 5, 239–247.
- Sinclair A.H., Still E.B., 1992. Effect of set-aside on soil nitrogen and subsequent cropping. *BCPC Mono, Set-Aside*, 50, 29–33.
- Siuta J., 1993. Ekologiczno-produkcyjne wymogi zalesienia nieefektywnych gruntów rolnych. *Post. Nauk Rol.*, 3, 61–75.
- Skrzyczyńska J., Stachowicz P., 2007. Zbiorowiska roślinne odłogów Podlaskiego przełomu Bugu [w:] Hołdyński Cz., Korniak T. Spontaniczna flora i roślinność na obszarach wyłączonych z użytkowania rolniczego. *Acta Botanica Warmiae et Masuriae* (4), Katedra Botaniki i Ochrony Przyrody UWM w Olsztynie, 187–204.
- Skrzypczak G., Blecharczyk A., Majchrzak L., 2000. Zachwaszczenie i plonowanie pszenicy ozimej na gruntach czasowo wyłączonych z użytkowania. *Prog. Plant Prot./ Post. Ochr. Rośl.*, 40(2), 742–745.
- Skrzypczak G., Blecharczyk A., Majchrzak L., Piechota T., 1998. Sposoby zagospodarowania (przywracania do użytkowania rolniczego) gruntów ornych czasowo wyłączonych z użytkowania. *Bibl. Fragm. Agron.*, 5, 189–202.
- Słowińska-Jurkiewicz A., Podstawka-Chmielewska E., Pałys E., Pranagal J., 1999. Wpływ odłogowania na wybrane właściwości fizyczne gleby. *Fragm. Agron.*, 2 (62), 72–82.
- Smith J.M., Cook S.K., Mills A.R., Bacon E.T. G., Clarke J., H. 2000. The effect of three or five years of set-aside on the husbandry and grain yield of subsequent cereal crops in the UK. *Plant and Soil*, 225, 279–297.
- Steffan-Dewenter I, Tschardt T., 1997. Early succession of butterfly and plant communities on set-aside fields. *Oecologia*, 109(2), 294–302.
- Steffan-Dewenter I., Tschardt T., 2001. Succession of bee communities on fallows. *Ecography*, 24(1), 83–93.
- Strączyńska S., 2001. The effect of leaving fields fallow upon selected fertility elements in soil. *Acta Agroph.*, 52, 265–270.
- Strączyńska S., Rola H., 1998. Wpływ różnych sposobów zagospodarowania odłogu na fizykochemiczne właściwości gleby. *Bibl. Fragm. Agron.*, 5, 181–187.
- Strączyńska S., Zawieja J., 2001. Zmiana fitocenozy i niektórych właściwości gleby pod wpływem jej wieloletniego odłogowania. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 478, 327–333.
- Strączyńska S., Strączyński S., 2003. Wpływ różnych sposobów nawożenia i użytkowania na fizykochemiczne właściwości gleb. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 493, 499–505.
- Strączyńska S., Strączyński S., Kocowicz A., 2002. Zakwaszenie gleb odłogowanych i użytkowanych rolniczo. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 484, 507–512.
- Stupnicka-Rodzinkiewicz E., Puła J., Hochół T., Łabza T. 1997. Rodzaje jednorocznych odłogów a zachwaszczenie potencjalne gleby. *Mat.Konf. Nauk. nt. ochrony i wykorzystania rolniczej przestrzeni produkcyjnej Polski. IUNG Puławy* (12/1), 279–283.
- Stupnicka-Rodzinkiewicz E., Hochół T., Łabza T., 1998. Wpływ jednorocznego okresu wyłączenia pola z uprawy na zapas nasion chwastów w glebie i zachwaszczenie ładu. *Bibl. Fragm. Agron.*, 5, 161–170.

- Symonides E., 1985a. Floristic richness, diversity, dominance and species evenness in old-field successional ecosystems. *Ekol. Pol.*, 33, 1, 61–80.
- Symonides E., 1985b. Seed bank in old-field successional ecosystems. *Ekol. Pol.*, 34, 1, 3–29.
- Symonides E., Borowiecka M., 1986. Plant biomass structure in old-field successional ecosystems. *Ekol. Pol.*, 34, 1, 81–102.
- Symonides E., 1989. Bank nasion jako element strategii reprodukcyjnej terofitów. *Wiad. Ekol.*, 35, 107–144.
- Szafer W., Kulczyński S., Pawłowski B., 1988. *Rośliny polskie*. PWN, Warszawa.
- Szafer W., Zarzycki K., 1997. *Szata roślinna Polski*. T. 1. PWN, Warszawa.
- Śnieg M., Tomaszewicz T., Błażejczak D., Dawidowski J.B., 2002. Porównanie wybranych fizyko-mechanicznych właściwości gleby odłogowanej i uprawnej. *Inż. Rol.*, 6 (5, II), 465–472.
- Świętochowski B., 1969. *Ogólna uprawa roślin*. PWRiL, Warszawa, 778.
- Świca M., Domżał H., Paluszek J., 2007. Właściwości wodno-powietrzne gleby ugorów herbicydowych w sadzie jabłoniowym. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 520, 753–758.
- Świca M., Paluszek J., Domżał H., 2006. Wpływ ugorów herbicydowych na strukturę i wodoodporność agregatów gleby sadu jabłoniowego. *Acta Agroph.*, 8(4), 1005–1016.
- Tałałaj Z., Węgorek T., 1998. Zagospodarowanie odłogów i nieużytków w procesie ustalania granicy rolno-leśnej na przykładzie wybranych gmin woj. przemyskiego. *Bibl. Fragm. Agron.*, 5, 81–95.
- Tattersall F.H., Avundo A.E., Manley W.J., Hart B.J., Macdonald D.W., 2000. Managing set-aside for field voles (*Microtus agrestis*). *Biological Conservation.*, 96(1), 123–128.
- Tokarska-Guzik B., 2005. The establishment and spread of alien plant species (*Kenophytes*) in the flora of Poland. *Wyd.*, UŚ, 192.
- Tomaszewicz T., Lewandowski R., 2002. Stan żyzności erodowanych gleb piaszczystych w Glinawie po ośmioletnim okresie ich odłogowania. *Folia Univ. Stetin.*, 226 Agricultura, (90), 213–222.
- Tomczak F., 2002. Wieś i rolnictwo a zalesianie gruntów porolnych i nieużytków. *Post. Nauk Roln.*, 3, 27–40.
- Trefflich A., 1995. Changes in soil moisture in relation to spontaneous vegetation development on land set-aside. *Kuhn-Archiv.*, 89(1), 87–102.
- Turski M., 2010. Wpływ sposobu użytkowania na trwałość agregatów gleby wytworzonej z lessu. *Acta Agroph.*, 15 (1), 197–203.
- Tymrakiewicz W., 1976. *Atlas chwastów*. PWRiL, Warszawa, 439.
- Ulén B., Aronsson H., Torstensson G., Mattsson L., 2005. Phosphorus and nitrogen turnover and risk of waterborne phosphorus emissions in crop rotations on a clay soil in south-west Sweden. *Soil Use and Management* 21(2), 221–230.
- Van Buskirk J., Willi Y., 2004. Enhancement of farmland biodiversity within set-aside land. *Conservation Biology*, 18(4), 987–994.
- Van Noordwijk M., 1999. Scale effects in crop-fallow rotations. *Agroforestry Systems* 47, 239–251.
- Van Rompaey A.J.J., Govers G., Van Hecke E., Jacobs K., 2001. The impacts of land use policy on the soil erosion risk, a case study in central Belgium. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 83, 83–94.
- Venclova V., Brant V., Neckar K., 2006. Weed succession during three years of set-aside experiment. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 20, 611–618.

- Viaux Ph., Bodet J.M., 1992. Set-aside in France. How to use french regulation? BCPC Mono, Set-Aside, 50, 243–248.
- Wanic M., Nowicki J., Nowicki M., Marks M., 2007. Zachwaszczenie upraw polowych i gleby po zagospodarowaniu kilkuletniego odłogu. Cz. II. Diaspory chwastów w glebie na gruntach uprawianych i odłogowanych [w:] Hołdyński Cz., Korniak T. Spontaniczna flora i roślinność na obszarach wyłączonych z użytkowania rolniczego. Acta Botanica Warmiae et Masuriae (4), Katedra Botaniki i Ochrony Przyrody UWM w Olsztynie, 413–421.
- Warczevska B., 2003. Urbanizacja obszarów wiejskich w strefie podmiejskiej Wrocławia. Zesz. Nauk. AR Wroc., Geodezjai Urządzenia Rol., 21, 281–309.
- Webster C.P., Goulding K.W.T., 1995. Effect of one year rotational set-aside on immediate and ensuing nitrogen leaching loss. Plant and Soil, 177, 2, 203–209.
- Wesołowski M., 1979 Skład gatunkowy i liczba nasion chwastów w glebach południowo-wschodniej Polski. Cz. I. Gleby terenów nizinnych. Annales UMCS, Sec. E. Agricultura, 34, 23–36.
- Wesołowski M., 1982. Zapas nasion chwastów w niektórych glebach południowo-wschodniej i środkowej Polski. Cz. I Gleby bielcowe. Annales UMCS, Sec. E. Agricultura, 37(2), 9–22.
- Wesołowski M., 1984. Zawartość nasion chwastów w ważniejszych glebach makroregionu południowo-wschodniego i środkowej Polski Roczn. Nauk Roln., s. A, 106(1), 169–183.
- Wilcox A., 1998. Early plant succession on former arable land. Agric. Ecosyst. Environ. 69(2), 143–157, 169–183.
- Wilson P. J., 1992. The natural regeneration of vegetation under set-aside in southern England. BCPC Mono, Set-Aside, 50, 73–78.
- Wojciechowski W., Sowiński J., 2007. Wpływ sposobu zagospodarowania pól na zapas diaspor chwastów w glebie. Annales UMCS, Sec. E. Agricultura, 62(2), 33–39.
- Wojciechowski W., Zawieja J., 2005. Zmiany w zachwaszczeniu pól w zależności od sposobu ich użytkowania. Fragm. Agron., 2, 283–290.
- Wojciechowski W., Sowiński J., 2011. Wiek i sposób prowadzenia ugoru z rutwicy a wybrane właściwości gleby w warunkach Sudetów. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 559, 247–254.
- Wojnowska T., Sienkiewicz S., Koc J., Krzebietke S., Ignaczak S., Żarczyński P., 2003. Zmiany chemiczne w glebach w zależności od systemu odłogowania. Cz.II. Zawartość składników przyswajalnych i właściwości sorpcyjne. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 493(3), 733–739.
- Wojtasik M., 1992. Porównanie aktualnej i naturalnej gęstości gleby pod różnymi roślinami. Fragm. Agron., 2, 22–31.
- Wójcikowska-Kapusta A., Baran S., Jaworska B., Baronowska E., 2003. Zawartość fosforu i potasu w profilach gleb uprawnych i odłogowanych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 493(3), 537–542.
- Zajac E.U., Zajac A., 1975. Lista archeofitów występujących w Polsce. Zesz. Nauk. UJ, Prac. Bot., 395(3), 7–16.
- Zajac M., Zajac A., 1992. A tentative list of segetal and ruderal apophytes in Poland. Zesz. Nauk. UJ, Prac. Bot., 1059(24), 15–23.
- Zajac A., Zajac M., Tokarska-Guzik B., 1998. Kenophytes in the flora of Poland, list status and origin. Phytocoenosis 10, Supplementum Cartographiae Geobotanicae, 9, 107–115.

- Zarzycki K., Trzcńska-Tacik H., Różański W., Szelaż Z., Wołek J., Korzeniak U., 2002. Ecological indicator values of vascular plants of Poland. IB PAN.
- Zawieja J., 2004. Wpływ różnego sposobu ugorowania gleby na zmiany w zachwaszczeniu. Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Rośl., 44 (2), 1239–1242.
- Zawieja J., 2007a. Wpływ odłogowania i użytkowania łąki na skład jej fitocenozy. Cz. I. Zbiorowisko roślinne łąki [w:] Hołdyński Cz., Korniak T. Spontaniczna flora i roślinność na obszarach wyłączonych z użytkowania rolniczego. Acta Botanica Warmiae et Masuriae (4), Katedra Botaniki i Ochrony Przyrody UWM w Olsztynie, 177–186.
- Zawieja J., 2007b. Wpływ odłogowania i użytkowania łąki na skład jej fitocenozy. Cz. II. Liczebność i skład gatunkowy nasion roślin w glebie [w:] Hołdyński Cz., Korniak T. Spontaniczna flora i roślinność na obszarach wyłączonych z użytkowania rolniczego. Acta Botanica Warmiae et Masuriae (4), Katedra Botaniki i Ochrony Przyrody UWM w Olsztynie, 187–195.
- Zawieja J., 2006. Zasób nasion chwastów w glebie odłogowanej przez różny okres czasu. Fragm. Agron., 2, 126–139.
- Zawieja J., 2010. Wybrane cechy biologii *Echinochloa crus-galli* w zależności od miejsca występowania. Fragm. Agron., 2, 171–176.
- Zawieja J., Wojciechowski W., 2007, Zależność struktury roli od różnego sposobu zagospodarowania ugorów. Fragm. Agron., 1, 284–291.
- Zawieja J., Wojciechowski W., 2010. Wpływ sposobu ugorowania pól na intensywność występowania *Echinochloa crus-galli*. Fragm. Agron., 2, 177–183.
- Zawieja J., Wojciechowski W., 2012. Występowanie gatunków z rodzaju *Solidago* sp. na odłogach zlokalizowanych w okolicach miasta Wrocławia. Zesz. Nauk. UP Wroc. 584, Rol., 100, 149–158.
- Żukowska G., Flis-Bujak M., Baran S., Wójcikowska-Kapusta A., 2007. Wpływ odłogowania na zawartość i jakość substancji organicznej gleb pływych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 520, 865–871.

Wpływ sposobu zagospodarowania pól czasowo wyłączonych z użytkowania rolniczego na niektóre właściwości siedliska

Streszczenie

Dwuczynnikowe doświadczenie polowe założono metodą pasów prostopadłych w czterech powtórzeniach, w którym badaniom poddano pole uprawne wyłączone z użytkowania rolniczego na okres trzech lat. Ich celem była ocena przydatności wybranych roślin motylkowych drobnonasiennych w mieszance z trawami do ochrony pól w tym czasie przed niekorzystnymi procesami mogącymi zachodzić na skutek braku ich uprawy. W badaniach zamierzano zbadać wpływ różnych sposobów postępowania z polami na zmiany wybranych właściwości chemicznych i fizycznych gleby oraz na skład gatunkowy flory naziemnej i glebowy bak nasion.

Czynnikami doświadczenia były:

I – sposób zagospodarowania pola czasowo wyłączonego z użytkowania:

A – pole zagospodarowane z wykorzystaniem glifosatu jako substancji aktywnej (herbicyd Roundup 360 SL w dawce $3 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ w pierwszym roku oraz $5 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ w kolejnych latach);

B – pole obsiane mieszanką traw z roślinami motylkowymi (na glebie lekkiej zastosowano komonicę różkową ze stokłosą bezostną, a na glebie średniej koniczynę czerwoną z życią trwałą);

C – pole zarastające samorzutnie samosiewami rośliny uprawnej, która zajmowała pole przed rozpoczęciem doświadczenia (żyto na glebie lekkiej i rzepak na glebie średniej) oraz chwastami.

II – postępowanie z roślinnością porastającą pole. Zastosowano zabieg koszenia na połowie poletek (masa roślinna po rozdrobnieniu pozostaje na polu). Wykonywano go w pierwszej dekadzie lipca. Pozostałe poletka nie były koszone.

Zmiany we właściwościach siedliska glebowego wskutek krótkotrwałego wyłączenia z użytkowania rolniczego były zróżnicowane i niejednoznaczne, a w większości przypadków zależne od czasu trwania wyłączenia pól z użytkowania rolniczego, jak i rodzaju gleby. Po trzyletnim okresie badań wykazano korzystny wpływ zaniechania uprawy gruntów ornych na zawartość węgla organicznego i potasu przyswajalnego niezależnie od rodzaju gleby. Zasobność w azot ogólny nie zmieniła się pod wpływem braku uprawy, a zawartość fosforu uległa zmniejszeniu.

Z wprowadzonych do badań sposobów zagospodarowania gleby lekkiej po wyłączeniu jej z uprawy zawartość azotu ogólnego, węgla organicznego i potasu przyswajalnego w istotny sposób zwiększyła się w wyniku celowego wprowadzenia do pielęgnacji pól trwałej okrywy roślinnej składającej się z mieszanki komonicy różkowej i stokłosy bezostnej. Jednak na zawartość fosforu efektywniej oddziaływała samoistnie tworząca się okrywa roślinna. Gleba średnia wykazywała się istotnie wyższą zasobnością w azot, węgiel organiczny i fosfor przyswajalny na polach samozarastających. Koszenie jako sposób pielęgnacji pola bez uprawy przyczyniło się do obniżenia w glebie średniej zawartości azotu, węgla organicznego, a do wzrostu zawartości fosforu.

Długość okresu wyłączenia z uprawy gruntów ornych zróżnicowała w istotny sposób większość oznaczonych właściwości fizycznych gleby lekkiej i średniej. Po trzech latach badań wilgotność gleby oraz zapasy wody w glebie były wyraźnie mniejsze aniżeli przed

eksperymentem. Gęstość objętościowa gleby lekkiej wzrosła, a średniej zmalała, co szczególnie uwidoczniło się w drugim roku badań. Dla porowatości ogólnej wykazano odwrotną zależność; istotnie zmniejszyła się w drugim roku dla gleby lekkiej, a wzrosła w trzecim na glebie średniej niezależnie od głębokości badanych warstw. Zwięzłość gleby zarówno lekkiej, jak i średniej w porównaniu ze stanem wyjściowym wzrosła w okresie badań kilkakrotnie. Wartość średniej ważonej średnicy agregatu wodoodpornego na glebie lekkiej wzrastała, a na średniej malała w miarę wydłużania czasu bez uprawy. Istotnie wyższą wilgotność i zapas wody dla gleby lekkiej stwierdzono na polu po zabiegu herbicydowym, a dla gleby średniej na samozarastającym. Gleba średnia charakteryzowała się wyższymi wartościami obu tych cech w porównaniu z glebą lekką.

Zwięzłość gleby lekkiej i średniej była istotnie zróżnicowana w zależności od sposobu zagospodarowania pól. Pola pielęgnowane poprzez likwidację samoistnie pojawiającej się roślinności zabiegiem herbicydowym wykazywały zazwyczaj najmniejszą wartość cechy, a pokrycie powierzchni dla ochrony roślinami motylkowymi z trawami spowodowało jej istotny wzrost.

Wprowadzenie roślin motylkowych z trawami do zagospodarowania pól wyłączonych z produkcji roślinnej przyczyniło się do obniżenia wartości współczynnika wodoodporności WOD w warstwie 0–30 cm w warunkach siedliskowych gleby średniej. Na glebie lekkiej wskaźnik ten miał najniższe w doświadczeniu wartości na polach, na których wykonywano zabiegi chemicznego zwalczania tworzącej się okrywy roślinnej. Koszenie roślin i pozostawienie ich jako mulczu na powierzchni pola powodowało zazwyczaj korzystne oddziaływanie na wartości większości oznaczonych właściwości fizycznych gleby.

Najlepszym sposobem ochrony pól wyłączonych z użytkowania rolniczego przed zachwaszczeniem jest okrycie powierzchni pola roślinami motylkowym wieloletnimi z trawami. W drugim roku badań w tym stanowisku liczba taksonów zmniejszyła się średnio z 24 do 6 na glebie średniej i z 22 do 3 na glebie lekkiej. W trzecim roku po zaprzestaniu uprawy pól na glebie średniej liczba taksonów wzrosła (średnio do 17), ale i tak była znacznie niższa niż na polach niechronionych. Koszenie roślinności porastającej pola ograniczało liczbę pojawiających się spontanicznie gatunków roślin, szczególnie w stanowisku samoistnie zarastającym.

Negatywne skutki występującego zjawiska odłogowania gruntów ornych wymuszają na użytkownikach podjęcie odpowiednich działań, w tym wdrożenia racjonalnych sposobów zagospodarowania takich obszarów, z uwzględnieniem współczesnych wymogów ochrony środowiska.

Słowa kluczowe: zaniechanie uprawy, sposoby zagospodarowania pola, właściwości gleby, skład gatunkowy flory, glebowy bank nasion

The effect of management of fallowed arable lands on some habitat properties

S u m m a r y

Two factors field experiment was conducted as split-block design in four replications. In the experiment arable land fallowed for three years was studied. The objective of studies was the assessment of usefulness of selected papilionaceous crops in mixtures with grasses to protect lands against negative processes which could occur during the lack of cultivation. In the research the effect of varying methods of fallow arable lands management on the changes of selected chemical and physical properties of soil as well as species composition of aboveground flora and soil seedbank was studied.

The factors of the experiment were:

I – method of fallow arable land management:

A – land managed with the use of glifosat as active ingredient (herbicide Roundup 360 SL in rate $3 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ at first year and $5 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ during next years);

B – land seeded with the mixture of grasses and papilionaceous crops (on light soil - *Lotus corniculatus* and *Bromus inermis*, on medium soil *Trifolium pratense* and *Lolium perenne*);

C – land overgrowing spontaneously with volunteer crop plants which had grown before the start of the experiment (winter rye on light soil and canola on medium soil) and weeds.

II – the management of flora overgrowing the land. Half of plots were mowed (plant biomass after chopping were left in the field) in the first decade of July. The rest of plots were not mowed.

The changes in the properties of soil site due to short-term fallow arable lands were varying and ambiguous; and in most cases they depended on the time of fallow as well as the type of soil. After the three years of research regardless of the type of soil the positive effect of fallow arable lands on the content of organic carbon and assimilated potassium was noticed. The content of total nitrogen did not change under the lack of cultivation but the content of phosphorus decreased.

From among the methods of fallowed light soil management the content of total nitrogen, organic carbon and assimilated potassium increased significantly after the use of mixture of *Lotus corniculatus* and *Bromus inermis* as the permanent plant cover. However self-growing plant cover affected the content of phosphorous more effectively. Medium soil was characterized by the higher content of nitrogen, organic C and assimilated phosphorus on plots overgrowing spontaneously. Mowing as the method of no cultivated land contributed to the decrease of the average content of nitrogen and organic C in soil, but to the increase of phosphorus content.

The length of fallowing period differed significantly the most of determined physical properties of light and medium soil. After the three years of research soil moisture and water reserves were significantly lower than before the experiment. The bulk density of light soil increased and the bulk density of medium one decreased, which was particularly observed in the second year of the studies. The opposite relation was noticed for the total porosity: it decreased in the second year of the research for light soil and increased in the third year for medium soil regardless of the depth of determined levels. The soil compaction both of the

light and medium soil increased during the time of the experiment several times in comparison to the initial condition. The value of mean weight diameter of aggregate on light soil increased and on medium soil decreased with the passage of time without cultivation. The significantly higher soil moisture and water reserves for light soil were noticed on plots after the use of herbicide and for medium soil on the plots overgrowing spontaneously. Medium soil was characterized by the higher values of both features in comparison to light soil.

The soil compaction of light and medium soil was significantly affected by the method of land management. Lands nurtured by eliminating the self-appearing flora with the use of herbicide were usually distinguished by the lowest value of that feature; while covering the land area with the mixture of papilionaceous crops and grasses to protect it caused the significant increase of soil compaction.

The use of papilionaceous crops and grasses to manage fallow arable lands decreased the value of waterproofness index WOD in 0–30 cm layer on medium soil. On light soil the value of that index was the lowest on the plots with the chemical treatment of self-appearing flora. Plant mowing and leaving the plants as a mulch on the plot surface usually caused the profitable effect on the values of the most determined physical soil properties.

The most profitable method of fallow arable lands management against weed infestation is covering the land area with perennial papilionaceous with grasses. In the second year of research at this site the number of taxons decreased by average from 24 to 6 on medium soil and from 22 to 3 on light soil. In the third year after fallowing arable lands on medium soil the number of taxons increased (by average up to 17), but it was considerably lower than on plots without protection. The mowing of flora which overgrew plots reduced the number of species appearing spontaneously, particularly at the site overgrowing spontaneously.

The negative effects of this continuously present phenomenon of fallow arable lands force the farmers to manage such lands by taking into account modern environmental protection requirements.

Key words: the lack of cultivation, the methods of land management, the soil properties, the composition of flora species, soil seedbank