

INTENSYFIKACJA ROLNICTWA A ŚRODOWISKO NATURALNE

Martyna Głodowska✉, Anna Gałązka

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach

Streszczenie. Intensywny sposób gospodarowania bez wątpienia przyczynił się do zwiększenia efektywności oraz wydajności produkcji roślinnej i zwierzęcej. Wydajność ta wzrosła dzięki szeroko stosowanym nawozom mineralnym, środkom ochrony roślin, a także mechanizacji rolnictwa. Ważnym aspektem intensywnego sposobu gospodarowania jest wprowadzanie nowych odmian roślin uprawnych i zwierząt hodowlanych lepiej przystosowanych do lokalnych warunków klimatycznych. Intensywne rolnictwo niesie jednak ze sobą wiele poważnych konsekwencji środowiskowych. Wiąże się to głównie ze stosowaniem zbyt dużych dawek chemii rolnej, która jest istotnym źródłem zanieczyszczeń. Pesticydy oraz nawozy mineralne mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia konsumentów, poza tym zmieniają także chemizm gleb oraz zanieczyszczają wody powierzchniowe. Mechanizacja rolnictwa przyczynia się do erozji gleb oraz zmiany jej struktury. Ponadto uprzemysłowione rolnictwo powoduje obniżenie bioróżnorodności oraz walorów krajobrazowych terenu. Głównym celem tej pracy jest omówienie, w jaki sposób intensywne i nierównoważone rolnictwo wpływa na poszczególne komponenty środowiska naturalnego.

Słowa kluczowe: rolnictwo, zasoby naturalne, środowisko, nawozy mineralne, pestycydy

WSTĘP

Rolnictwo konwencjonalne, inaczej nazywane intensywnym, uprzemysłowionym, klasycznym czy zindustrializowanym, definiuje się jako sposób gospodarowania ukierunkowany na maksymalizację zysku, osiąganego dzięki dużej wydajności produkcji roślinnej i zwierzęcej [Kuś i Fotyma 1992]. Produktywność tę uzyskuje się w wysoce wyspecjalizowanych gospodarstwach rolnych charakteryzujących się dużym zużyciem przemysłowych środków chemii rolniczej oraz stosunkowo niskimi nakładami robocizny. Kośmicki [1993] w swojej pracy zauważa tendencje do uprzemysławiania rolnictwa

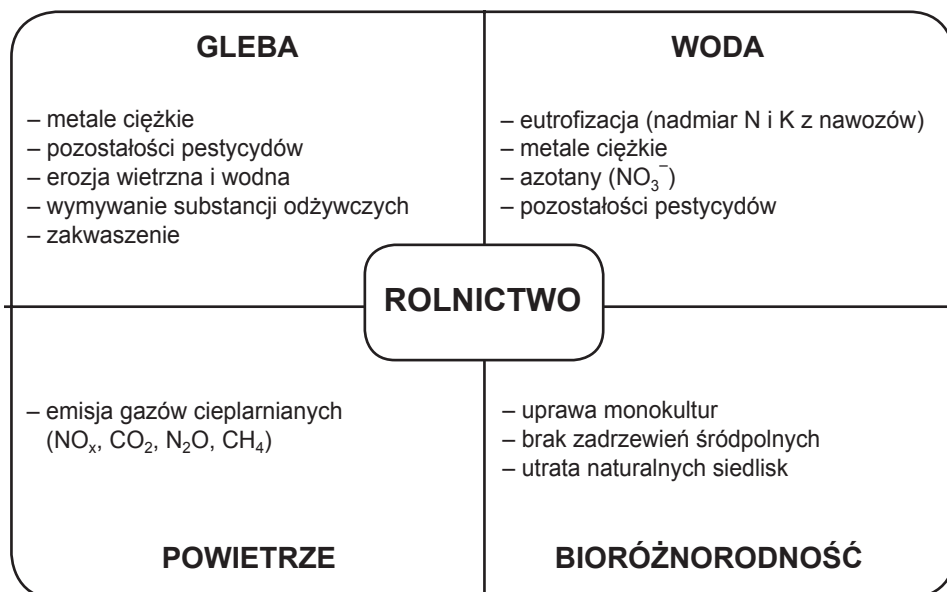
✉glodowska.m@gmail.com

w Europie Zachodniej. W związku z tym powstała definicja rolnictwa przemysłowego, które jest bardziej zaawansowaną formą rolnictwa konwencjonalnego. Ten typ rolnictwa stawia na ciągle ulepszanie chemicznych oraz technicznych środków produkcji, a także nieustający wzrost produkcji roślinnej i zwierzęcej. Wykorzystuje coraz większe nakłady na środki chemiczne i paliwa. Efektem jest wzrost plonów, postęp w produkcji roślinnej i zwierzęcej. Jednocześnie z tym typem rolnictwa wiążą się liczne zagrożenia ekologiczne, np. zanieczyszczenia gleby, wody, powietrza czy żywności pozostałościami pestycydów i metalami ciężkimi pochodzącymi z nawozów mineralnych. Ponadto intensywne gospodarowanie bardzo często prowadzi do erozji gleb, obniżenia bioróżnorodności środowiska glebowego, a także zubożenia krajobrazu w związku z wprowadzeniem monokultur. Ten sam autor [Kośmicki 1993] wskazuje na pojawienie się jeszcze innej formy rolnictwa konwencjonalnego, którą nazywa „high-tech-agriculture” – model rolnictwa charakteryzujący się wysoce przemysłowymi metodami produkcji. Jest to system bazujący na intensywnym stosowaniu nawozów mineralnych i pestycydów, zastosowaniu mikroelektroniki, m.in. do sterowania procesami produkcyjnymi (np. dozowania wody, nawozów, paszy) oraz wykorzystaniu biotechnologii, zwłaszcza inżynierii genetycznej. W gospodarstwie rolnym prowadzonym według tych zasad proces produkcji rolnej jest w dużym stopniu zautomatyzowany i zoptymalizowany w wyniku elektronicznego przetwarzania danych. Jednak automatyzacja i mechanizacja niesie ze sobą pewne konsekwencje, a mianowicie prace, które kiedyś były wykonywane przez ludzi, dzisiaj wykonują maszyny. Może to przyczynić się do redukcji miejsc pracy, a w konsekwencji zwiększenia bezrobocia na obszarach wiejskich. Głównym celem niniejszej pracy jest omówienie intensyfikacji rolnictwa jako źródła zagrożeń środowiskowych. Praca ma na celu analizę efektu niezrównoważonej produkcji rolniczej na poszczególne elementy środowiska ze szczególnym uwzględnieniem gleby, wody, powietrza i bioróżnorodności.

ŚRODOWISKOWE NASTĘPSTWA ROLNICTWA KONWENCJONALNEGO

Popularyzacja rolnictwa konwencjonalnego w ostatniej dekadzie ubiegłego wieku wynikała z zapoczątkowanych już w XIX wieku trzech zmian w technologii rolniczej, które zrewolucjonizowały ten system i w znacznej mierze przyczyniły się do jego upowszechnienia. Powstała wówczas koncepcja rozwoju rolnictwa oparta na: chemizacji (nawozy sztuczne oraz chemiczne środki ochrony roślin), hodowli nowych odmian oraz zastosowaniu maszyn zmniejszających nakłady pracy. Postępowi w technologiach rolniczych od początku towarzyszyły „efekty uboczne”. Oprócz sukcesów ekonomicznych, jakie przynosił ten system gospodarowania, zaczęły ujawniać się zagrożenia i szkody wynikające przede wszystkim z ograniczonej wydajności ekosystemów. Produkcja w gospodarstwie rolnym odbywa się z wykorzystaniem naturalnych zasobów przyrody, jakimi są: gleba, woda, powietrze oraz krajobraz wraz z jego bioróżnorodnością. Intensywna działalność rolnicza może stanowić zagrożenia nie tylko dla zdrowia konsumentów, ale także dla zasobów naturalnych, od których jesteśmy całkowicie zależni (rys. 1).

Produkty rolne, które trafiają do konsumentów, mogą zawierać znaczne ilości zarówno pestycydów, metali ciężkich, jak i antybiotyków. Oprócz tego, że skażone produkty



Rys. 1. Wpływ intensywnego rolnictwa na poszczególne elementy środowiska (opracowanie własne)

Fig. 1. The effect of agricultural activities on the environment (own elaboration)

mogą wywołać niepożądane efekty zdrowotne, przy ich produkcji najprawdopodobniej doszło również do zanieczyszczenia środowiska. Mimo że natura ma ogromne zdolności do samoregulacji i regeneracji, jest to możliwe jednak tylko do pewnego stopnia. W przypadku silnego zanieczyszczenia oraz degradacji środowiska równowaga biocenotyczna może zostać poważnie zachwiana, a ekosystem i jego funkcje zaburzone na wiele lat.

WPŁYW ZABIEGÓW AGROTECHNICZNYCH NA JAKOŚĆ GLEBA

Gleba należy do tych zasobów przyrody, które łatwo ulegają degradacji, a jednocześnie z uwagi na produkcję roślinną i zwierzęcą stanowi ona dla człowieka kluczową wartość. Częstym problemem na obszarach upraw rolniczych jest erozja wodna lub wietrzna gleby. Przez erozję gleby rozumiemy zmywanie przez wodę lub wywiewanie przez wiatr cząstek glebowych, głównie z poziomu próchnicznego. Erozja może prowadzić do zmniejszenia miąższości poziomu próchnicznego i pogorszenia jej właściwości produkcyjnych.

Kolejny problem generowany jest przez wysoki poziom mechanizacji. Mimo iż dzięki mechanizacji wiele prac wykonywanych jest znacznie efektywniej, przyczynia się ona jednak do negatywnych zmian we właściwościach fizycznych, chemicznych oraz biologicznych środowiska glebowego. Niewłaściwa agrotechnika, pozostawienie odkrytej gleby, nadmierny pobór wód głębinowych czy nieodpowiednio zaprojektowane melioracje odwadniające mogą być przyczyną degradacji gleb. Do najczęstszych zagrożeń związanych z mechanizacją należy rozpylanie, przesuszanie, zwiększanie skłonności do erozji

wietrznej i wodnej, zamulanie gleby oraz nadmierne jej zagęszczanie na skutek jej ugniatania [Zbytek i Talarczyk 2012]. Powolna kumulacja tych procesów może prowadzić do obniżenia potencjału produkcyjnego gleby, spadku plonowania roślin, a w najgorszym przypadku do trwałej degradacji gleb użytkowanych rolniczo.

Najistotniejszym elementem gleby jest próchnica, wpływa ona bowiem na właściwości biologiczne oraz fizykochemiczne gleby. Wzrost zawartości substancji organicznej w glebie poprawia jej strukturę, zwiększa pojemność wodną oraz zawartość dostępnych dla roślin składników pokarmowych, a w konsekwencji zapobiega erozji oraz degradacji chemicznej i fizycznej gleby. Do obniżenia zawartości materii organicznej w glebie przyczynia się zmniejszenie ilości pozostawianych na polu resztek poźniwnych oraz zwiększanie nawożenia mineralnego wskutek intensywnej uprawy. Ponadto do degradacji oraz rozkładu próchnicy dochodzi także w wyniku stosowania fizjologicznie kwaśnych nawozów. To z kolei prowadzi do nadmiernego zakwaszenia gleby. Wynika to z nieprzemyślanego dawkowania nawozów mineralnych, co stanowi częsty problem w wielu gospodarstwach prowadzonych metodami konwencjonalnymi.

Do najbardziej powszechnych problemów wywoływanych przez intensywną gospodarkę rolną możemy zaliczyć chemiczną degradację gleby, objawiającą się akumulacją w wierzchniej jej warstwie substancji toksycznych, zwłaszcza metali ciężkich oraz pozostałości chemicznych środków ochrony roślin. Jest to szczególnie niebezpieczne z uwagi na zdolność tych związków do kumulowania się w glebie. W zależności od właściwości fizykochemicznych gleby substancje te mogą być wymywane i wypłukiwane do wód gruntowych bądź powierzchniowych, prowadząc do ich skażenia. Ponadto wiele z tych substancji hamuje rozwój bakterii asymilujących azot z powietrza bądź uniemożliwia tworzenie się brodawek na korzeniach roślin bobowatych [Laegreid 1999]. Jednak z punktu widzenia konsumentów największym zagrożeniem jest spożywanie związków toksycznych, które coraz częściej wykrywane są w produktach rolnych, zarówno pochodzenia roślinnego, jak i zwierzęcego. Trwałość oraz ruchliwość to dwie cechy środków ochrony roślin, które decydują o toksyczności tych preparatów dla środowiska. Trwałość wiąże się z możliwością degradacji, a zwłaszcza biodegradacji. Polega to na włączeniu tych środków na drodze biochemicznej w procesy metaboliczne mikroorganizmów glebowych. Rozkład i trwałość pestycydów w środowisku jest jedną z podstawowych cech decydujących o ich stosowaniu [Wrzosek i in. 2009]. Z kolei ruchliwość środków ochrony roślin decyduje o zdolnościach przemieszczania się tych substancji w środowisku glebowym. Podstawowymi czynnikami wpływającymi na ruchliwość jest gęstość gleby, jej uwilgotnienie, zawartość substancji organicznej oraz glebowy kompleks sorpcyjny.

Do metali ciężkich, oprócz uznawanych za szkodliwe m.in. arsen, kadm, ołów czy rtęć, należą także mikroelementy, które są niezbędne do prawidłowego wzrostu i rozwoju, takie jak miedź czy cynk. Jednak przy podwyższonym ich stężeniu w organizmie roślin, zwierząt czy ludzi mogą stać się one toksyczne [Gębski 1998]. Intensywna produkcja rolna jest jednym ze źródeł zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi. Pierwiastki te znajdują się w składzie wielu nawozów. Podwyższona ich zawartość może występować w nawozach fosforowych czy wapniowych. Fosforany i apatyty są surowcami wykorzystywanymi w produkcji nawozów fosforowych, jednak mogą one mieć podwyższone zawartości niektórych metali ciężkich, m.in. kadmu, co prowadzi do wysokich zawartości tych pierwiastków w produkcie końcowym. W konsekwencji ilość metali ciężkich wprowadzanych

do gleby wraz z nawozami prowadzi do jej skażenia [Gorlach i Gambuś 1997], a częste stosowanie nawozów fosforowych może prowadzić do podwyższenia zawartości łatwo dostępnych dla roślin form kadmu w glebie [Kabata-Pendias i Pendias 1993].

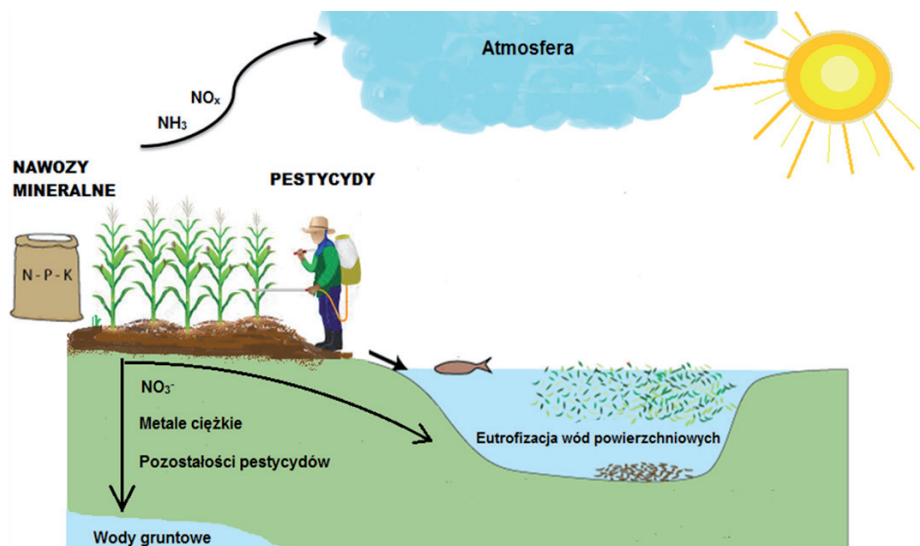
Odpowiednio dobrane zabiegi agrotechniczne mogą przyczynić się do obniżenia dostępności oraz mobilności niektórych związków toksycznych. Utrzymanie wysokiej żyzności gleby oraz zapewnienie odpowiednich stosunków powietrzno-wodnych może ograniczyć zawartość metali ciężkich w roślinach. Wapnowanie gleby jest jednym z działań ograniczających dostępność tych pierwiastków dla roślin. Przyczynia się ono do podniesienia pH gleby do wartości powyżej 6,8, co prowadzi do wysycenia glebowego kompleksu sorpcyjnego wapniem. Ponadto należy zwrócić szczególną uwagę na odpowiednie dawkowanie nawozów mineralnych, które powinno być dostosowane do wymagań pokarmowych i potrzeb nawozowych roślin [Domagała-Świątkiewicz 2005], co efektywnie zapobiega kumulacji tych związków w glebie.

Fosforany są silnie wiązane przez koloidy glebowe dzięki ligandowym reakcjom wymiany. Nie są zatem wymywane i nie przemieszczają się w głąb profilu glebowego. Reakcje zachodzące między fosforem rozpuszczalnym, wprowadzonym z nawozami fosforowymi, a jonami glinu, żelaza oraz wapnia prowadzą do powstania nierozpuszczalnych soli i znacznie ograniczają dostępność tego składnika dla roślin (tzw. uwstecznianie fosforu). Stwarza to konieczność stałego dostarczania nawozów fosforowych do upraw [Fotyma 1987]. Zużycie nawozów fosforowych znacząco wzrosło na przestrzeni ostatnich dekad. Według danych literaturowych, do końca lat 30. XX wieku zużycie nawozów fosforowych przekroczyło 1 mln ton P/rok, a już 50 lat później, w latach 80., sięgnęło 14 mln ton P/rok [Liu i in. 2008], z kolei w 2014 roku wartość ta wzrosła trzykrotnie, sięgając 42 mln ton P/rok [FAO 2015]. Co więcej, szacuje się, że zapotrzebowanie i zużycie nawozów fosforowych zwiększy się w nadchodzących latach o kolejne 2,2% [FAO 2015]. Z rolniczego punktu widzenia największym problemem związanym ze stosowaniem nawozów fosforowych jest szybka przemiana fosforu w środowisku glebowym. Jest on bowiem wiązany przez jony wapnia, żelaza i glinu w nierozpuszczalne formy fosforanów, które są niedostępne dla roślin. Dzieje się tak dlatego, że związki fosforu mają wysoką masę cząsteczkową. Muszą one zatem zostać przekształcone na drodze przemian biologicznych w rozpuszczalne jony fosforanowe (P_i , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^-) bądź związki organiczne o niskiej masie cząsteczkowej, aby rośliny mogły je pobrać na drodze bioasymilacji [Goldstein 1994]. Szacuje się, że zaledwie 15–20% fosforu w roślinie pochodzi bezpośrednio z zastosowanych nawozów [Liu i in. 2008]. Regularne stosowanie nawozów przyczynia się to do akumulacji dużych ilości fosforu, który w glebach rolniczych występuje na poziomie od 400 do 1200 ppm. Nieznaczna jego ilość, bo zaledwie 1 ppm lub mniej, występuje w formie dostępnej dla roślin [Goldstein 1994]. Uważa się, że to głównie mikroorganizmy, które syntezują kwasy organiczne, są odpowiedzialne za rozpuszczanie mineralnych związków fosforu [Banik i Dey 1982]. Ponadto niektóre mikroorganizmy mogą przekształcić związki fosforu w formy rozpuszczalne poprzez procesy zakwaszania, chelatacji bądź reakcji wymiany [Chung i in. 2005]. W glebie występują szczepy bakterii, grzybów i promieniowców, które mają takie zdolności, jednak najczęściej nie są one w stanie konkurować z innymi gatunkami, szczególnie tymi, które zasiedlają strefę korzeniową rośliny. Ponadto ich liczebność nie jest na tyle wysoka, aby mogły one znacząco zwiększyć ilość przyswajalnego dla roślin fosforu w glebie [Chung i in. 2005].

Trzeba także zaznaczyć, że fosfor należy do nieodnawialnych zasobów naturalnych. Skały fosforanowe, które pozyskiwane są do produkcji nawozów, formowane są na drodze diagenety bogatych w fosfor osadów pochodzących z ekosystemów słodko- i słonowodnych. Jest to jednak proces bardzo długi, który może trwać nawet miliard lat [Pierrou 1976]. Przy obecnej stopie wydobycia (ok. 19 mln ton rocznie) oraz stale rosnącym zużyciu nawozów fosforowych, szacuje się, że odkryte do tej pory złoża skał fosforanowych mogą zostać wyeksploatowane już za 120 lat [Isherwood 2000]. Należy dołożyć wszelkich starań, aby nawozy stosowane były w dawkach odpowiednich do zapotrzebowania roślin, zgodnie z normami oraz przy odpowiednich warunkach atmosferycznych. Może to bowiem w istotny sposób zapobiec niekorzystnym efektom środowiskowym oraz zmniejszyć zużycie zasobów, które są ograniczone.

ŹRÓDŁA ZANIECZYSZCZEŃ WÓD POCHODZENIA ROLNICZEGO

Ochrona środowiska przyrodniczego nierozdzielnie wiąże się z problemem dotyczącym wody, gdyż – podobnie jak w przypadku powietrza i gleby – woda odgrywa ważną rolę w produkcji rolnej, co więcej jest ona niezbędna do życia. Wysoka chemizacja rolnictwa przyczynia się do skażenia wód powierzchniowych. Jest to przede wszystkim spowodowane spływami powierzchniowymi wód z terenów rolniczych, znacząco zanieczyszczonych substancjami mineralnymi. Przyczynia się to do nadmiernego użyźnienia, a w efekcie eutrofizacji zbiorników wodnych. Jeszcze groźniejsze jest zanieczyszczenie wód gruntowych, co może być przyczyną skażenia wód pitnych. Głównym źródłem zanieczyszczeń wód są nawozy azotowe oraz pestycydy (rys. 2).



Rys. 2. Obieg zanieczyszczeń pochodzenia rolniczego w środowisku (opracowanie własne)

Fig. 2. The migration of agricultural pollutions in the environment (own elaboration)

Użytkowanie chemii rolnej przyczyniło się w ogromnym stopniu do zwiększenia zarówno produkcji roślinnej, jak i zwierzęcej na świecie. Niezależnie od otrzymywanych zysków i korzyści, nadmierne wykorzystywanie nawozów azotowych zawsze wiąże się z ryzykiem zanieczyszczenia środowiska. Azot pochodzący z nawozów mineralnych włączany jest zarówno w obieg azotu w glebie, jak i w atmosferze. Z dostarczanej dawki rośliny wykorzystują około połowę, 20% jest unieruchamiana, a 25% stanowi straty (20% to straty gazowe wynikające z utleniania się azotu w formie amonowej NH_3 i tlenkowej NO_x do atmosfery, a 5% to wymycie w głąb profilu glebowego) [Savci 2012]. W nawożeniu roślin azot może być stosowany w postaci nawozów mineralnych zawierających formę azotanową, amonową lub amidową (mocznikową). Azotanowa forma azotu (N-NO_3) jest stosunkowo łatwo przyswajalna dla roślin. Jednak intensywne pobieranie azotu w tej formie przez rośliny może przyczynić się do nadmiernej akumulacji azotu w plonie i pogorszenia jego jakości. Anion NO_3^- w glebie nie podlega sorpcji wymiennej, zatem jest podatny na wymywanie przez wody opadowe w głąb profilu glebowego. W wyniku tego procesu azot azotanowy przedostaje się do zbiorników powierzchniowych i wód gruntowych. Wysokie stężenie jonu NO_3^- w powierzchniowych zbiornikach wodnych powoduje przyspieszony rozwój glonów oraz spadek stężenia tlenu, co w efekcie przyczynia się do procesu eutrofizacji [Savci 2012].

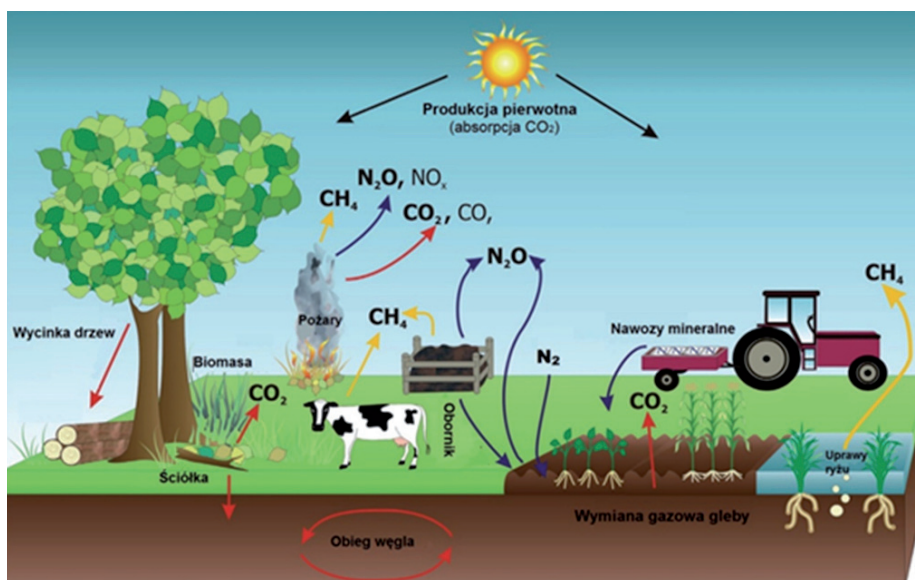
Zanieczyszczenie wód gruntowych stanowi bezpośrednie ryzyko skażenia wód pitnych dużą ilością azotanów. Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) oraz Polska przyjęły za bezpieczny dopuszczalny poziom zanieczyszczenia wody pitnej 10 mg/dm^3 azotu azotanowego [Laegreid i in. 1999, Duner i in. 2002]. Forma amonowa azotu (N-NH_4) jest sorbowana przez gleby kompletnie. Rośliny odżywiane tą formą azotu nie wykazują nadmiernej ilości azotanów.

Innym zagrożeniem jakości wód jest fosfor. Pierwiastek ten dostaje się do gleby najczęściej w postaci superfosfatów zawierających fosforan jednowapniowy $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ lub jako fosforany amonowe. Związki te są rozpuszczalne w wodzie i mogą być wykorzystywane przez rośliny jako źródło fosforu. Wysokie stężenie fosforu w glebie jest przyczyną poważnych konsekwencji środowiskowych. Z jednej strony związki fosforowe mogą być powodem eutrofizacji zbiorników wodnych poprzez dostarczanie dużych ilości fosforu przez spływy powierzchniowe, z drugiej strony mogą być źródłem metali ciężkich w wodzie. Fosforany, podobnie jak azotany, wpływają na żyzność zbiorników wodnych, powodując nadmierny rozwój glonów i planktonu, powodując tzw. zakwity wody. Przyjmuje się, że na stokach o nachyleniu 5 do 10° następuje erozja 1 mm warstwy glebowej rocznie. Przyjmując, że gleba zawiera przeciętnie 0,1% P i 0,1–0,2% N, przy erozji 1 mm gleby straty wynoszą 10 kg P i od 10 do 20 kg N na hektar na rok. Stężenie fosforu nawet tak niskie jak $0,01 \text{ mg/dm}^3$ wody uznawane jest za niebezpieczne [Gorlach i Gambuś 1997, Hooda i in. 1999].

EMISJA GAZÓW CIEPLARNIANYCH DO ATMOSFERY

Większość wytwarzanych w rolnictwie gazów zalicza się do tzw. gazów cieplarnianych (CO_2 , metan, tlenki azotu i amoniak), powodujących ocieplenie klimatu (rys. 3). Największym producentem metanu, który jest wydzielany w procesie trawienia, są zwierzęta

przezuwające. Ponadto tlenki azotu są emitowane z gleby w czasie stosowania nawozów mineralnych i organicznych, jak również podczas biologicznego wiązania azotu. W ogólnej puli emitowanych gazów cieplarnianych aż 25% metanu i 60% tlenków azotu pochodzi z produkcji rolniczej. Głównym źródłem emisji amoniaku jest również produkcja zwierzęca. Związek ten ulatnia się z budynków inwentarskich, z miejsc składowania odchodów oraz podczas ich rozpraszania na polu. Amoniak w formie gazowej lub w postaci soli amonowych może opadać wraz z deszczem i przyczynić się do zanieczyszczenia wód powierzchniowych, jony amonowe ulegają natomiast procesowi nityfikacji, przez co mogą doprowadzić do zakwaszenia gleby [Laegreid 1999].



Rys. 3. Źródło gazów cieplarnianych w rolnictwie (Eggleston i in. 2006)

Fig. 3. The emission of greenhouse gases from the agriculture (Eggleston et al. 2006)

WPŁYW ROLNICTWA NA RÓŻNORODNOŚĆ BIOLOGICZNA I KRAJOBRAZ

Bioróżnorodność jest jedną z cech krajobrazu i polega na jego strukturalnym zróżnicowaniu. Gospodarstwo rolne jest częścią ekosystemu i jest z nim ściśle związane. Poza spełnianiem funkcji produkcyjnych rolnictwo powinno współtworzyć krajobraz oraz chronić glebę, wodę, powietrze, bioróżnorodność i inne jego elementy. Ochrona, utrzymanie i zrównoważone użytkowanie naturalnych zbiorowisk roślinnych i zwierzęcych, występujących na terenach rolniczych, ma na celu zapewnienie trwałości oraz optymalnej liczebności poszczególnych gatunków roślin i zwierząt. Rolnictwo prowadzone w sposób intensywny istotnie wpływa na poszczególne walory przyrodnicze i najczęściej wpływ ten jest negatywny. Coraz częściej w rolnictwie konwencjonalnym spotykamy się z wielkoobszarowymi monokulturami, które nie tylko obniżają walory krajobrazo-

we regionu, ale także wpływają negatywnie na różnorodność biologiczną flory i fauny ekosystemów rolniczych [Scherr i McNeely 2008]. Coraz rzadziej obserwuje się też zadrzewienia śródpolne, drobne obszary bagienne czy nieużytki. Wielkopowierzchniowe uprawy przyczyniają się do zanikania bądź utraty naturalnych siedlisk, a brak korytarzy ekologicznych uniemożliwia migrację i przemieszczanie się wielu gatunków zwierząt. Gospodarka rolna, poprzez intensywne stosowanie środków chemii rolnej, przyczynia się do zanikania gatunków roślin i zwierząt niegdyś powszechnych na siedliskach rolniczych i obszarach wiejskich.

Opracowanie powstało w ramach realizacji zadania 1.4. Ocena i kształtowanie bioróżnorodności środowiska glebowego oraz aktywności mikrobiologicznej gleb z uwzględnieniem różnych warunków siedliskowych i systemów gospodarowania. Program Wieloletni IUNG-PIB na lata (2016–2020).

LITERATURA

- Banik S., Dey B.K., 1982. Available phosphate content of an alluvial soil as influenced by inoculation of some isolated phosphate-solubilizing micro-organisms. *Plant Soil*. 69(3), 353–364.
- Chung H., Park M., Madhaiyan M., Seshadri S., Song J., Cho H., Sa T., 2005. Isolation and characterization of phosphate solubilizing bacteria from the rhizosphere of crop plants of Korea. *Soil Biol. Biochem.* 37, 1970–1974.
- Domagała-Świątkiewicz I., 2005. Wpływ działalności rolniczej na środowisko naturalne. Wydział Ogrodniczy AR w Krakowie, Katedra Uprawy Roli i Nawożenia Roślin. Monografia. <http://fundacja.ogr.ar.krakow.pl>.
- Duner I., Fotyma M., Madej A., 2002. Kodeks dobrej praktyki rolniczej. http://www.kzgw.gov.pl/files/file/Materialy_i_Informacje/Dyrektywy_Unijne/Azotowa/kodeks_dobrej_praktyki_rolniczej.pdf.
- Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T., Tanabe K. (eds.), 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, IGES, Japan.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2015. World fertilizer trends and outlook to 2018. Rome.
- Fotyma M., Mercik S., Faber A., 1987. Chemiczne podstawy żyzności gleby i nawożenia. PWRiL, Warszawa.
- Gębski M., 1998. Czynniki glebowe oraz nawozowe wpływające na przyswajanie metali ciężkich przez rośliny. *Post. Nauk. Roln.* 5, 3–16.
- Goldstein A.H., 1994. Involvement of the quinoprotein glucose dehydrogenase in the solubilisation of exogenous phosphates by Gram-negative bacteria. In: A. Torriani-Gorini, E. Yagil, S. Silver (ed.). *Phosphate in Microorganisms: Cellular and Molecular Biology*. ASM Press, Washington, DC: 197–203.
- Gorlach E., Gambuś F., 1997. Nawozy fosforowe i wieloskładnikowe jako źródło zanieczyszczenia gleby metalami ciężkimi. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 448, 139–146.
- Hooda P.S., Moynagh M., Svoboda I.F., Edwards A.C., Anderson H.A., Sym G., 1999. Phosphorus loss in drain flow from intensively managed grass-land soils. *J. Environ. Qual.* 28, 1235–1242.
- Isherwood K.F., 2000. Mineral fertilizers use and the environment. International Fertilizers Industry Association, Paris.

- Kabata-Pendias A., Pendias H., 1993. Biogeochemia pierwiastków śladowych. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Kośmicki E., 1993. Tendencje rozwojowe rolnictwa na świecie i w Polsce. W: U. Sołtysiak (red.) Rolnictwo ekologiczne od teorii do praktyki. Stowarzyszenie EKOLAND, Warszawa, 39–54.
- Kuś J., Fotyma M., 1992. Stan i perspektywy rolnictwa ekologicznego. *Fragmenta Agronomica* 2, 75–86.
- Laegreid M., Bockman O.C., Kaarstad O., 1999. *Agriculture, Fertilizers and the Environment*. CABI Publishing, New York.
- Laegreid M., Bockman O.C., Kaarstad O., 1999. *Agriculture, fertilizers and the environment*. CABI Publishing, Wallingford UK.
- Liu Y., Villalba G., Ayres R.U., Schroder H., 2008. Global phosphorus flows and environmental impacts from a consumption perspective. *J. Ind. Ecol.* 12(2), 229–247.
- Pierrou U., 1976. The global phosphorus cycle. *Eco. Bull. (Stockholm)* 22, 75–88.
- Savci S., 2012. An Agricultural Pollutant: Chemical Fertilizer. *IJESD* 3(1), 77–80.
- Scherr S.J., McNeely J.A., 2008. Biodiversity conservation and agricultural sustainability: towards a new paradigm of 'ecoagriculture' landscapes. *Philos. T. Roy. Soc. B* 363(1491), 477–494.
- Wrzosek J., Gworek B., Maciaszek D., 2009. Środki ochrony roślin w aspekcie ochrony środowiska. *Ochr. Środ. i Zasob. Natur.* 39, 75–88.
- Zbytek Z., Talarczyk W., 2012. Sposoby ograniczania negatywnego oddziaływania agregatów ciągnikowych na rolę. *Probl. Inż. Rol.* 4(78), 57–68.

UNSUSTAINABLE AGRICULTURE AND ITS ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES

Summary. Without any doubt intensive and modern agriculture significantly increased efficiency and productivity of crop and animal production. It became possible mainly thanks to the widely used mineral fertilizers, crop protection chemicals such as pesticides, but also due to constantly developed new varieties of plants and breeds of animals that are more resistant to diseases and better adapted to cold, as well as mechanization of the agriculture. The crop and animal production would not be possible without the use of natural resources such as soil, water, air as well as land together with its ecosystems and biodiversity. The intensive and industrial agriculture might cause very serious environmental consequences and endanger natural resources from which we are dependent. Threat to the environment comes mainly from unsustainable use of these resources as well as overuse of agrochemicals which are the source of various pollution. Pesticides and fertilizers are not only a direct danger to the health of consumers, they might be a source of food contamination. They also importantly affect chemical properties of the soil by changing its pH, contaminate it with heavy metals and pesticide residues that often cumulate in the upper layers over decades and eventually leach to the ground waters. Extensive use of NPK fertilizers leads to the eutrophication of surface waters causing algae bloom in lakes threatening water ecosystems. Use of agricultural machinery and hi-tech equipment certainly increased the efficiency and productivity in the farm. However, it also caused decrease in employment in the rural areas. Works that were used to be performed by people nowadays are carried out by the machines. Furthermore, mechanization and use of heavy equipment lead to the soil erosion and cause changes in soil structure. Intensive agriculture is one of the main sources of greenhouse

gases emissions. The greatest portion of methane comes from ruminant animals which are produced during digestive processes. Finally, industrial agriculture negatively influences biological diversity of rural and agricultural ecosystems. Intensive farming often favors large surface monocultures that significantly decrease biodiversity. The main goal of this review is to discuss how modern, unsustainable agriculture affect our environment, its specific components and natural resources.

Key words: agriculture, natural resources, environment, fertilizers, pesticides

