

OCENA STANU I POTRZEBY BADAŃ NAD WPŁYWEM TECHNIKI ROLNICZEJ NA ŚRODOWISKO CZŁOWIEKA

Janusz Haman

WSTĘP

Zakres rozważań nad stanem badań dotyczących wpływu techniki rolniczej na środowisko człowieka wymaga zawężenia. Jeśli bowiem rozważać wzajemne powiązania wszystkich czynników przyrodniczych, składających się na pojęcie „rolnictwo” z czynnikami „techniki rolniczej” i z działającym za ich pomocą człowiekiem, to ilość kombinacji będzie zbyt duża, aby je można było w jakiś racjonalny sposób usystematyzować. Zachodzą przy tym dodatkowe trudności w ścisłym ustaleniu „technicznych” przyczyn zmian zachodzących w środowisku przyrodniczym. Trudno bowiem nieraz ustalić, w jakim stopniu obserwowane skutki stanowią rezultat dawniejszych zabiegów, oddziaływania przedplonów, a nawet nieświadomych lub nietrafnych decyzji ludzi. W szczególności trudno poddają się ocenie pewne długofalowe oddziaływania środków chemicznych, wtórne skutki wyniszczenia fauny, względnie zakażenia przeniesione przez urządzenia techniczne, służące rolnictwu. Zostaną więc tu omówione jedynie nieliczne aspekty wzajemnych powiązań, zbadane w dostatecznej mierze, aby mogły potwierdzić istotne oddziaływanie rolniczych urządzeń technicznych na środowisko człowieka.

W opracowaniu niniejszym ograniczono się więc po pierwsze do samego rolnictwa, rozumiejąc pod tym terminem jedynie produkcję surowca w procesie agrotechnicznym lub zootechnicznym, pomijając zaś jego uszlachetnianie i przerób, stanowiący niezmiernie silne, może właśnie najsilniejsze źródło zniszczeń środowiska naturalnego, które w pełni zasługuje na osobne omówienie. Po drugie odrzucono problemy bezpośredniego oddziaływania urządzeń technicznych na człowieka, co stanowi przedmiot medycyny pracy. Ograniczono się również do problemów produkcji roślinnej, gdyż oddziaływanie mechanizacji produkcji zwierzęcej na środowisko wynika przede wszystkim z dużej koncentracji zwierząt, prowadzącej do wzajemnych zakażeń, do zaka-

zeń składowanym nawozem itp. problemów natury weterynaryjnej. Ostatnim ograniczeniem tematu jest zwięźlenie pojęcia „technika rolnicza” do pojęcia „mechanizacja rolnictwa”.

Wydaje się konieczne zdefiniowanie zakresu tego pojęcia. Tym terminem będą w dalszym ciągu określane wszystkie maszyny wytworzone przez przemysł, a wykorzystane do produkcji rolniczej. Tak więc, nie będą w zakres problemów wchodzić skutki stosowania chemicznych środków ochrony roślin, lecz oddziaływanie samych maszyn (np. mechanicznie na glebę). W opracowaniu znacznie ograniczono bibliografię, wychodząc z założenia, że została ona wyczerpująco przedstawiona w opracowaniach poprzednich [1-4].

ZAKRES DOTYCHCZASOWYCH BADAŃ

W rozważaniach wzięto pod uwagę następujące elementy podlegające wzajemnemu oddziaływaniu: człowiek-środowisko naturalne-roślina uprawna-zwierzęta gospodarskie-mechanizacja rolnictwa.

Środowisko naturalne stanowią: gleba, powietrze, wody naturalne, flora nieuprawna i fauna nie będąca przedmiotem hodowli. Nie są nim natomiast: tereny zabudowane, budynki, sztuczne zbiorniki wodne oraz dzieła sztuki inżynierskiej. Wszystkie wymienione elementy mają możliwość wzajemnego oddziaływania na siebie, przy czym wpływ człowieka ograniczony jest w każdym z tych wypadków do zakresu znajomości transformacji. Znaczna większość transformacji jest jednak wzajemnie uwarunkowana, a skutek ostateczny trudny lub niemożliwy do przewidzenia dla działającego człowieka.

Celem nauki jest rozszerzenie znajomości transformacji, a celem ostatecznym — znajomość wszelkich transformacji przy znanych operandach i operatorach.

Zakres podjętego opracowania ogranicza się z założenia do przypadków, w których mechanizacja rolnictwa występuje — po wykluczeniu człowieka — jako operatora w transformacjach środowiska, roślin uprawnych i zwierząt użytecznych, będących w tym przypadku operandami. Jest oczywiste, iż w efekcie ostatecznym przedmiotem oddziaływania jest człowiek, zaś wszelkie oddziaływania mogą być bezpośrednie, jak np. maszyna-roślina lub pośrednie, np. maszyna-gleba-roślina lub nawet z włączeniem człowieka, np. maszyna-człowiek-gleba-roślina. Ten ostatni przypadek występuje np., gdy zaprojektowana nieprawidłowo pod względem ergonomicznym maszyna powoduje fizjologiczne obciążenie wykonawcy, który nie jest w stanie dostatecznie precyzyjnie przeprowadzić uprawy, co w ostatecznym rezultacie rzutuje na plony roślin. Jak wspomniano, przypadki takie zostały wykluczone z rozważań.

Jak wynika z tytułu opracowania, nie dotyczy ono bezpośredniego oddziaływania mechanizacja-gleba lub mechanizacja-roślina, lecz tych łańcuchów, w których ostatecznym elementem jest całość środowiska przyrodniczego.

ODDZIAŁYWANIE: MASZYNA-GLEBA-ŚRODOWISKO

Gleba stanowi ośrodek trójfazowy, zawierający rozdrobnione ciała stałe, ciecze i gazy. Mechanika takich ośrodków jest niedostatecznie opracowana. Prowadzone do tej pory badania nad mechaniką gruntów ograniczały się bądź do ciał idealnie sypkich, bądź też do ośrodka dwufazowego, bez fazy gazowej, co stanowiło o ich zupełnej nieprzydatności do interpretowania zjawisk wynikających z obciążenia maszynami rolniczymi. W obu bowiem przypadkach prędkość ruchu maszyny nie ma żadnego znaczenia, co jest jawnie sprzeczne z wynikami doświadczeń rolniczych.

Nowoczesny, zmechanizowany proces uprawy roślin prowadzi do wielokrotnego przemieszczania dużych mas po powierzchni gleby. Powierzchnia śladów maszyn przekracza kilkakrotnie powierzchnię uprawianego pola, a ich długość na 1 ha waha się od 20 do 100 km. Ponieważ maszyny poruszają się na ogół stale po tych samych śladach, zdarza się w skrajnych przypadkach, że podłoże ugniatane jest do 25 razy w sezonie, przy czym wielkość nacisku sięga niekiedy do 5 kg/cm², a więc znacznie przekracza naciski spotykane w pracach inżynierskich. Szacunkowo można przyjąć powierzchnię uprawną — poddawaną corocznie ugniataniu przez maszyny, ciągniki i konie — na około 20 do 30 mln ha, tj. 1,5 do 2-krotnie większą od uprawnej w kraju.

Drugim sposobem oddziaływania maszyn na glebę jest przemieszczanie przez maszyny uprawowe mas ziemnych, połączone z ich kruszeniem w skali makroskopowej i zagęszczaniem pojedynczych brył, powstających w procesie kruszenia, przy czym — w zależności od rodzaju narzędzia i rodzaju gleby — zwiększenie ich ciężaru objętościowego może sięgać kilkudziesięciu procent. Masa gleby przemieszczanej w ten sposób jest ogromna — w skali krajowej przekracza ok. 300 razy ilość gruntów przemieszczanych we wszystkich pracach górniczych, budowlanych i inżynierskich.

Wszelkie, wymienione wyżej zabiegi powodują daleko idącą deformację gruntu. Jak wiadomo, pod wpływem ciśnienia następuje proces odkształcenia objętościowego gruntu, polegający na odfiltrowaniu gazu zawartego w jego porach. Prowadzi to do wzrostu ciężaru objętościowego, zmniejszenia porowatości oraz wzrost wilgotności ogólnej i kapilarnej. Odkształcenie jest tym większe, im mniejsza jest spójność i współczynnik tarcia wewnętrzznego, maleje zaś proporcjonalnie do

współczynnika filtracji i wzrostu wilgotności początkowej. Ten ostatni czynnik ma jednak znaczenie niewielkie, gdyż zwykle zabiegi uprawowe przeprowadza się przy nieznacznej wilgotności gleby.

Procesy odkształcenia gleby narzędziami odbywają się wielokrotnie w ciągu okresu wegetacyjnego. Gleba zagęszczona — szczególnie gleba odznaczają się dużą porowatością początkową i nieznaczną wilgotnością — charakteryzuje się dużą histerezą, tj. ma mały moduł sprężystości. Po przejściu narzędzia wraca ona szybko do równowagi, tj. do stanu, w którym naprężenia przenoszone przez szkielet zanikają, co powoduje — przy kolejnym obciążeniu, nawet bezwzględnie znacznie mniejszym niż obciążenie pierwotne — dużą podatność gleby na dalsze odkształcenia objętościowe. Końcowe zagęszczenie gleby może więc osiągnąć, jak wspomniano uprzednio, znaczne wartości. W efekcie tych zagęszczeń obserwuje się duże różnice nie tylko we właściwościach fizyczno-mechanicznych gleby ugniecionej w stosunku do nie ugniecionej, ale również retencyjne i biologiczne, wynikające ze zmian wartości pF oraz istotnych dla rozwoju roślin właściwości chemicznych i biologicznych, jak np. rozmieszczanie pierwiastków chemicznych, przebieg nitryfikacji, pH , flora bakteryjna itp. W zasadzie zmiany te powodują z reguły reakcję roślin, z tym, że nie zawsze jest ona jednakowa. Często następuje spadek plonowania na ugniecionej części roli, zdarzają się jednak reakcje odwrotne.

Niejednokrotnie obserwowano, że reakcja roślin trwa nadal mimo przeprowadzenia zabiegu uprawowego (np. orka lub kultywatorowanie), który — zdaniem licznych specjalistów — powinien doprowadzić fizyczno-mechaniczne parametry gleby do ich pierwotnego stanu. Jest to w rzeczywistości możliwe jedynie w przypadku gleb o skrajnie małej spójności rzeczywistej i tak małej kapilarnej pojemności wodnej, że nie występuje w nich spójność pozorna, bowiem tylko wtedy orka może spowodować całkowite rozkruszenie gleby. W przeciwnym razie nastąpi wprawdzie rozdzielenie masy na duże bryły, zawierające wiele makroporów, przy czym ogólna objętość gleby ulegnie zwiększeniu, jednak ciężar objętościowy poszczególnych grudek nie tylko nie zmniejszy się, lecz wzrośnie na skutek bardzo dużych ciśnień, występujących na krawędzi tnącej narzędzia. Skutki te ulec mogą likwidacji dopiero po kilku latach pod wpływem kompleksowego oddziaływania warunków przyrodniczych i roślin uprawnych, w szczególności strukturotwórczych.

Obecnie znanych jest kilka tysięcy opracowań, zajmujących się skutkami biologicznymi oddziaływania maszyn rolniczych na glebę. Wyniki tych badań mogą być jednak stosowane wyłącznie w warunkach ściśle odpowiadających warunkom eksperymentu. Stosunkowo najwięcej prac odnosi się do określenia tzw. optymalnego zagęszczenia gleby, tj. ciężaru objętościowego lub porowatości ogólnej, przy której plony roślin są najważniejsze. Otrzymane dane są jednak tak rozbież-

ne, że nie można uzyskać żadnego ogólnego prawa, wiążącego je w jedną całość. Jest przy tym istotne, że jedna i ta sama gleba powinna być uprawiana dla każdej rośliny w inny sposób, aby uzyskać właściwe dla niej, optymalne zagęszczenie. Na przykład według badań Stranakla czarnoziem powinien mieć ciężar objętościowy równy ok. $1,5 \text{ g/cm}^3$ przy uprawie pszenicy, a $1,2$ przy uprawie buraków. Nie dysponujemy żadną metodą pozwalającą na zmienianie ciężaru objętościowego w tak znacznych granicach. Gdyby udało się uzyskać wymagane parametry dla jednej rośliny uprawnej, na pewno w następnych latach, nawet przy skrajnie uproszczonym płodozmianie, kolejne rośliny napotkałyby warunki dalekie od optymalnych. Zupełnie analogiczne rezultaty uzyskano w przypadku badań nad tzw. wilgotnością optymalną (pojęcie to różni się od wilgotności optymalnej w rozumieniu PN). Jest to wilgotność, przy której następuje tworzenie się największej liczby gruzełków wodoodpornych. Wilgotność optymalna zmienia się, podobnie jak optymalne zagęszczenie gleby, i zależy od bardzo wielu czynników, których kolekcja na ogół nie jest poznana, co powoduje, że zalecenia różnych autorów zmierzające do uzyskania tej wilgotności są niejednokrotnie sprzeczne. Na przykład często ocenia się działanie frezarek glebowych jako szkodliwe, podczas gdy szeroko prowadzone badania związane z systemem „minimum tillage” wykazały, iż w licznych przypadkach frezarki te działają wybitnie strukturotwórczo i doskonale wpływają na plony.

Niezależnie od wspomnianych sprzeczności wpływ mechanicznego oddziaływania pojazdów i narzędzi rolniczych na glebę jest niezaprzeczalny i wywołuje niejednokrotnie daleko idące, trwałe zmiany, które pośrednio wpływają na środowisko przyrodnicze. Przy obecnym stanie wiedzy trudno jest wyjaśnić wszystkie możliwe skutki tych zmian. Wydaje się, że najwyraźniej występują one w niżej podanych układach.

Wpływ maszyn na rzeźbę terenu. Wprowadzenie nowoczesnych źródeł energii w postaci przede wszystkim ciągników wielkiej mocy pozwoliło na znaczne rozszerzenie, a w licznych przypadkach na zastosowanie niwelacji terenów rolniczych oraz na rozbudowanie prac melioracyjnych i agromelioracyjnych, które prowadzą do przebudowy zarówno stosunków wodnych i mikroklimatu, jak i do daleko sięgających i długotrwałych zmian w strukturze gleb uprawnych.

Wpływ maszyn na życie biologiczne gleby. Systematyczne stosowanie ciężkich maszyn rolniczych oraz rosnąca baza energetyczna, pozwala na wielokrotne zwiększenie liczby zabiegów wymagających poruszania się maszyn po polach, oraz wprowadzenie ciężkiego transportu o naciskach rzędu kilku ton na oś powodują duże zmiany właści-

wości fizyczno-mechanicznych i wodnych gleb. Pociąga to za sobą zmiany biologiczne i to zarówno we florze i faunie glebowej, jak i we florze dziko rosnące i uprawnej. Każda zmiana właściwości gleby prowadzi bowiem do uprzywilejowania pewnych organizmów, dla których zostają stworzone warunki optymalne, co niejednokrotnie prowadzi do daleko idącej przebudowy środowiska.

Sprzyjają temu dodatkowe i trudno uchwytnie czynniki, wynikające z wprowadzenia szybkich pojazdów i środków transportu, przemieszczających się na duże odległości i przenoszących na kołach i elementach roboczych duże ilości nasion, a także mikroorganizmów, nicieni, owadów itp., co również wprowadza nie zamierzone przez człowieka zmiany w biocenozie.

Wpływ zmian w systemie uprawy. Ujemne oddziaływanie na glebę nadmiernej liczby uprawek spowodowało tendencję do ograniczenia ich ilości, co w skrajnych przypadkach prowadzi do stosowania jednorazowej uprawy narzędziem aktywnym, połączonej z siewem. Niszczenie chwastów odbywa się w tym przypadku chemicznie. Zbiór — szczególnie okopowych — odbywa się maszynami wyposażonymi w elementy robocze o dużych prędkościach. Wprowadzenie narzędzi o dużej prędkości ruchu powoduje istotne zmiany w oddziaływaniu na glebę. Natomiast wprowadzenie chemicznego zwalczania chwastów zamiast upraw międzyrzędowych powoduje, wobec ich wybiórczego działania, zmiany w szacie roślinnej trwające niekiedy przez bardzo długi czas i pociągające za sobą zmiany w faunie glebowej, a także naziemnej, co dotyczy szczególnie owadów.

Wprowadzenie silnika spalinowego jako źródła energii w rolnictwie. Stworzyło to możliwość stosowania maszyn o praktycznie nieograniczonym zapotrzebowaniu energii. Stosuje się szeroko maszyny o dużych prędkościach elementów roboczych, np. narzędzia aktywne, pługi do orki szybkiej, kopaczki o dużej prędkości roboczej itp. Wszystkie te narzędzia na glebę z prędkością od 3 do 15 m/s, ale jednocześnie czas ich oddziaływania jest znacznie krótszy niż narzędzi tradycyjnych. W większości przypadków prowadzi to do zmniejszenia trwałych odkształceń i skrócenia czasu odzyskiwania przez glebę naturalnej struktury.

Podobnie przedstawia się sprawa ugniatania podłoża przez poruszające się — nawet ciężkie — pojazdy rolnicze. Przyspieszenie prędkości ich ruchu, możliwe przy dysponowaniu dostatecznie silnymi źródłami energii, powoduje zmniejszenie odkształceń trwałych. Należy sądzić, że przyszłość leży przed maszyną szybką, jako najmniej szkodliwą dla środowiska.

POSTULOWANE KIERUNKI BADAŃ

Wydaje się, że dalszy rozwój mechanizacji prac uprawowych jest możliwy pod warunkiem intensywnego przyspieszenia badań teoretycznych, a w ślad za nimi i eksperymentalnych nad zmianami środowiska glebowego zachodzącymi pod wpływem obciążeń dynamicznych. Ujemną stroną dotychczasowych badań był brak jakiegokolwiek porządku metodycznego w fazie ich projektowania i prowadzenia. Z tego powodu istnieje wiele wyników zupełnie nieporównywalnych i nie dających żadnych uogólnień przydatnych przy racjonalizacji procesów produkcyjnych. Można by naszkicować następujący schemat prac badawczych:

1. Gleba jako ośrodek trójfazowy. Zależności reologiczne dla najważniejszych typów gleb krajowych.

2. Wpływ stanu gleby na zachodzące w niej procesy fizyczno-chemiczne. Dynamika tych procesów.

3. Wpływ stanu gleby na zachodzące w niej procesy biofizyczne i biochemiczne. Dynamika tych procesów.

4. Dążenie do tego, aby wpływ stanów wyrażonych w p. 1, 2, 3 na plony roślin był optymalny. Pozwoli to na ujęcie następującej zależności: rodzaj (odmiana) rośliny a przygotowanie dla niej stanowiska przez dobór właściwego płodozmianu i właściwych zabiegów uprawowych. Poszukiwanie równowagi między dążeniem do zwiększenia plonów a niszczącym oddziaływaniem prowadzących do tego zabiegów na środowisko rolnicze.

ODDZIAŁYWANIE: MASZYNA-ROŚLINA-ŚRODOWISKO

Maszyny oddziałują na roślinę w różnych fazach jej rozwoju. Wobec mnogości roślin uprawnych i zabiegów, jakim są one poddawane, można przypuszczać, że w każdej z faz rozwojowych będą one miały kontakt z maszynami. Jeżeli jednak jako efekt końcowy będzie się rozpatrywać wpływ tych kontaktów na środowisko przyrodnicze, wiele z nich okaże się dla takiej zależności mało istotne. Wydaje się, że przypadkibrane pod uwagę w tym opracowaniu można uporządkować następująco:

1. Bezpośrednie oddziaływanie maszyn na rośliny, wywołujące ich niszczenie lub uszkodzenie.

2. Konieczność wymiany odmian roślin uprawnych, gdyż uprawa odmian tradycyjnych przy wprowadzeniu nowych maszyn nie jest ekonomicznie uzasadniona. W skrajnych wypadkach prowadzi to do zrezygnowania z uprawy niektórych roślin.

Należy rozważać kolejno każdy z przytoczonych przypadków. Niszczenie roślin przez maszyny będzie występowało, gdy ich parametry

techniczne nie odpowiadają fizycznym lub biologicznym cechom rośliny. Może tu występować np.: łamanie ziarna w młocarni, uszkodzenie powierzchni ziarna, kłębów i korzeni, rozrywanie korzeni, łamanie źdźbeł, straty nasion wynikające z zastosowania nieodpowiednich siewników, straty spowodowane zbyt małą przepustowością maszyny (kosiarki, kombajnu zbożowego), przegrzaniem roślin przy suszeniu, złą konserwacją w przechowalni itp., wreszcie straty pośrednie — w wyniku nieprecyzyjnego dawkowania preparatów w procesach fitosanitarnych i w nawożeniu.

Rozpatrując konstrukcję współczesnych maszyn rolniczych można bez trudu stwierdzić, że większość ich elementów roboczych od chwili wynalezienia nie uległa zmianom lub, że zmiany te są nieistotne, mimo wprowadzenia do rolnictwa innych źródeł energii, a co za tym idzie, daleko idących zmian parametrów pracy i technologii procesów produkcyjnych. Wynika to z zupełnej nieznajomości właściwości fizyczno-mechanicznych materiału roślinnego, a co gorzej, z braku jakichkolwiek usystematyzowanych metod poszukiwania informacji o tych właściwościach.

Struktura materiału roślinnego jest nie tylko bardzo złożona i trudna do przedstawienia za pomocą znanych modeli reologicznych, ale i zmienna w czasie rozwoju osobniczego. Nawet nieznaczna różnica w czasie przeprowadzenia zabiegu może więc spowodować duże zmiany w oddziaływaniu maszyny na roślinę. Doświadczenia przeprowadzone na zbożach, ziemniakach, burakach i owocach wskazują, że jeżeli odmiana i termin zabiegu nie były dobrane prawidłowo, uszkodzeniom mechanicznym może podlegać znaczna część plonu.

Prowadzone w ostatnich latach w Polsce i w innych krajach próby skatalogowania właściwości fizyczno-mechanicznych cech ważniejszych roślin uprawnych [3] wskazują, że — poza podstawowymi wymiarami i ciężarem objętościowym — nie ma prawie żadnych informacji przydatnych dla konstruktorów maszyn. Brak przy tym metod badawczych i norm niezbędnych przy szerokiej międzynarodowej wymianie maszyn rolniczych.

Skutki niszczenia roślin przez maszyny są różnorakie. Wiele z nich oddziałuje na środowisko przez zmiany wywołane w strukturze szaty roślinnej, polegające na zanikaniu niektórych odmian roślin dzikich i uprawnych, szczególnie wrażliwych na oddziaływanie maszyn, a także na masowym niszczeniu chemicznym pewnych grup roślin, szczególnie wrażliwych na przedawkowanie tych preparatów.

Wprowadzenie obecnych nowych metod przechowania zbóż (za pomocą słabszych roztworów kwasów organicznych) powoduje wprawdzie daleko idące uproszczenia technologiczne, lecz jednocześnie w dużej mierze może oddziaływać na środowisko. Badania nad tymi zagadnieniami znajdują się w fazie początkowej.

Warto zwrócić uwagę, że ograniczenie niszczenia roślin przez ma-

szyny można uzyskać nie tylko przez konstruowanie odpowiednich mechanizmów roboczych. Konieczne są zabiegi hodowlane, zmierzające do uzyskania odmian dostosowanych do zmechanizowanego procesu produkcji. Osiągnięto już w tej dziedzinie wybitne rezultaty. Wyhodowano np. zboża krótko- i sztywnosłome, buraki o kłębkach jednokielkowych, ziemniaki o korzystnym rozkładzie bulw, niektóre warzywa o korzystnych właściwościach itp. Ważne jest jednak dostosowanie prac hodowlanych do potrzeb konstruktorów maszyn i znalezienie metod kontrolowania pożądanych właściwości podczas selekcji.

POSTULOWANE KIERUNKI BADAŃ

W celu lepszego poznania cech fizyczno-mechanicznych roślin uprawnych i ich systematycznego ustalenia w procesie hodowlanym należałoby podjąć następujące badania:

1. Opracowanie metod i stałe badanie właściwości reologicznych materiału roślinnego oraz ich zmian w okresach ważnych dla obróbki mechanicznej.

2. Badanie cech fizycznych, ważnych dla procesów rozdzielczych jak: geometria, barwa, współczynniki tarcia, oporu powietrza, właściwości elektryczne.

3. Badanie cech termofizycznych.

4. Badania nad biologią rozwoju roślin uprawnych i dzikich, pozwalające na dobór najkorzystniejszych terminów i parametrów uprawy mechanicznej i zbioru.

Warto zwrócić uwagę, że nie chodzi tu wyłącznie o określenie cech pojedynczego osobnika. W wielu przypadkach niezbędne są syntetyczne dane dotyczące całej populacji. Na przykład, występują problemy takie jak ścinanie gęstej runi traw łąkowych, zbóż o dużych plonach, obróbka międzyrzędowa ziemniaków o szerokim rozkładzie bulw itp. W wielu przypadkach właściwości te zmieniają się nie tylko w zależności od odmiany, lecz również w zależności od całej poprzedzającej technologii uprawy, co w dużej mierze komplikuje ocenę.

Wprowadzenie nowych typów maszyn i nowych procesów technologicznych prowadzi nieuchronnie do zmian w strukturze produkcji. Wynika to, jak już wspomniano, z małej przydatności niektórych roślin uprawnych do zmechanizowanego cyklu produkcyjnego i wymaga bądź rezygnacji z takiej rośliny, bądź też prowadzenia prac selekcyjnych i hodowlanych, zmierzających do uzyskania odmian bardziej dostosowanych do nowej technologii. Jednak mając nawet do dyspozycji pełny zestaw takich odmian, gospodarstwo jest zmuszone ze względów ekonomicznych do upraszczania i specjalizacji struktury zasiewów.

Nowoczesne maszyny są bardzo drogie, a okres ich amortyzacji jest krótki. Prowadzi to do wielkiego obciążenia gospodarstwa kosztami in-

westyacji lub usług, jeżeli chce ono zachować szeroki profil produkcji. Stąd też — w miarę zwiększania się kosztów robocizny i konsekwentnie rosnących kosztów mechanizacji — następuje ukierunkowanie gospodarstw, przy czym szczególnie popularne stają się kierunki produkcji pozwalające na pełną, kompleksową mechanizację całego procesu produkcyjnego. Przy takim założeniu na pierwsze miejsce wysuwa się produkcja roślin zbieranych na ziarno, dalej traw i roślin pastewnych, których plon stanowią wegetatywne części nadziemne, a na ostatnim miejscu okopowych, dostarczających bulw lub korzeni.

Szczególne przydatność zbóż dla gospodarstw w pełni zmechanizowanych powoduje daleko idące przeobrażenia w strukturze zasiewów krajów wysoko uprzemysłowionych, osiągające tam do 70% pokrycia wszystkich gruntów ornyc. Jednocześnie zwiększony popyt na pszenicę i jęczmień prowadzi do dalszej specjalizacji i daleko idących, biologicznych jej skutków. O wysokości plonów w takich przypadkach decydują w dużej mierze względy fitosanitarne. Występują masowo w tych warunkach choroby grzybkowe, jak też zmiany w strukturze populacji roślin dzikich. Wzrost udziału zbóż prowadzi do eliminacji dużej liczby zabiegów zwalczających chwasty, szczególnie jednoliścienne, których chemiczne zwalczanie jest trudne, a które skutecznie konkurują z rośliną uprawną, tym bardziej że wprowadza się odmiany sztywno- i krótkosłome, słabiej konkurujące z chwastami.

Pełna mechanizacja produkcji zbóż, łącznie z użyciem do ich zbioru kombajnów, powoduje kilkutygodniowe opóźnienie żniw i znacznie liczniejsze osypywanie się nasion chwastów w łanie, a także rozsiewanie przez kombajn omłóconych nasion wraz z plewami. Nasiona te przy tradycyjnej technologii były wraz ze snopami zwożone z pola. Opóźniony termin zbioru kombajnem wyklucza przy tym lub ogranicza intensywną uprawę późniwną. Szczególnie silne zachwaszczenie występuje w przypadku rozdrabniania i przyorywania słomy po kombajnie. Technologia ta — jako najmniej pracochłonna — szczególnie rozpowszechnia się w ostatnich latach. Podobne zjawiska selektywnego rozwoju roślinności dzikiej występują przy stosowaniu nowoczesnej technologii produkcji okopowych. Czyszczenie ziarna powoduje również selekcję roślin w wyniku stałego odrzucania pewnych grup nasion. Specjalnie wyraźnie można to zaobserwować w przypadku czyszczenia koniczyny z nasion kianiaki. Mimo wprowadzania coraz subtelniej działających maszyn, nie udaje się przeprowadzić całkowicie tego procesu, gdyż następuje selekcja kianiaki w kierunku osobników dających nasiona morfologicznie nie różniące się niczym od nasion koniczyny.

Nowoczesna technologia produkcji, której stosowanie opiera się na przesłankach ekonomicznych, prowadzi więc do zachwiania równowagi środowiska, powodując daleko idące zmiany ekologiczne.

Z tego względu, znaczna intensyfikacja badań ekologicznych nad

zmianami środowiska, poddanego intensywnemu działaniu nowoczesnych maszyn, a także nad pośrednimi skutkami wywoływanymi przez nowe rodzaje herbicydów i środków fitosanitarnych, a nade wszystko przez intensywne nawożenie, niezbędne do uzyskania wysokich i wierznych plonów, osiągniętych m.in. przez wprowadzenie ciężkiego sprzętu — transportowego i rozsiewającego nawozy — wydaje się niezbędna.

LITERATURA

1. Biologiczne skutki powodowane wzrostem stopnia mechanizacji produkcji roślinnej. Zesz. probl. Post. Nauk rol. z. Warszawa 1969 PWN
2. Haman J., Zdanowicz A.: O potrzebie rozszerzenia studiów nad reologią materiałów w rolnictwie. Roczn. Nauk rol. ser. C 1968 t. 68 z. 2
3. Wartości graniczne cech środowiska przyrodniczego wiążących się z pracą maszyn rolniczych. Warszawa 1971 PWN
4. Wpływ poziomu mechanizacji na wzrost i plonowanie roślin. Zesz. probl. Post. Nauk roln. z. 112. Warszawa 1971 PWN