

problemy agrofizyki

POLSKA AKADEMIA NAUK • INSTYTUT AGROFIZYKI



Ossolineum

zeszyt 68

rok 1993

**POLSKA AKADEMIA NAUK
INSTYTUT AGROFIZYKI
W LUBLINIE**

PROBLEMY AGROFIZYKI 68

**KAZIMIERZ BIS, GUSTAW DEMIDOWICZ,
TADEUSZ DEPUTAT, TADEUSZ GÓRSKI,
ADAM HARASIM, STANISŁAW KRASOWICZ**

EKONOMICZNE KONSEKWENCJE ZMIAN KLIMATU W ROLNICTWIE POLSKIM

(Ocena wstępna)

**WROCŁAW • WARSZAWA • KRAKÓW
ZAKŁAD NARODOWY IMIENIA OSSOLIŃSKICH
WYDAWNICTWO POLSKIEJ AKADEMII NAUK
1993**

Komitet redakcyjny

prof. dr hab. JAN GLIŃSKI czł. koresp. PAN (redaktor naczelny)
prof. dr hab. IGNACY DECHNIK, **prof. dr hab. BOGUSŁAW SZOT**,
prof. dr hab. RYSZARD WALCZAK

Okladkę projektował Zygmunt Ziemka

Wykonano ze składopisu dostarczonego przez Instytut Agrofizyki

© Copyright by Zakład Narodowy Im. Ossolińskich-Wydawnictwo. Wrocław 1993
Printed in Poland

PL ISSN 0137-6586
ISBN 83-04-041-87-1

SPIS TREŚCI

Przedmowa	5
Założenia metodyczne	6
Zmiany agroklimatu.....	7
Zmiany w strukturze zasiewów i poziomie plonów roślin uprawnych.....	13
Zmiany w bilansie substancji organicznej w glebie	15
Zmiany w produkcji zwierzęcej	16
Zmiany wskaźników ekonomicznych rolnictwa.....	18
Zadania dla nauki i doradztwa rolniczego wynikające z przewidywanych zmian klimatu.....	19
Podsumowanie	20
Literatura.....	22
Rysunki	23
Summary	32

Przedmowa

Problem spodziewanych zmian klimatu i ich wpływu na życie i działalność człowieka jest od wielu lat przedmiotem zainteresowania środowisk naukowych z różnych dyscyplin, a od kilku lat także przedmiotem zainteresowania i zaniepokojenia decydentów politycznych na całym świecie. Zainteresowanie to przewijało się między innymi w integracji wysiłków społeczności naukowej i politycznej świata nad rozpoznaniem problemu i poszukiwaniem właściwych dróg ograniczenia skutków tych zmian. Problem ocieplenia ma charakter globalny i z tego względu nie jest możliwe podejmowanie izolowanych działań przez poszczególne kraje lub grupy krajów.

Jak wykazują wyniki badań przeprowadzonych przy zastosowaniu modeli klimatu, zmiany zagrożą przede wszystkim gospodarce na wybrzeżu, poprzez wzrost poziomu oceanu światowego, rolnictwu i gospodarce żywnościowej oraz gospodarce wodnej poprzez rozwój procesów pustynnienia, niedobór wody w wielu rejonach świata i erozję, a także poprzez zmianę warunków wegetacji roślin. Szczególnie złożony jest proces zmian w produkcji roślinnej. Musi on bowiem uwzględniać cały kompleks zmiennych elementów meteorologicznych i wodnych, a także całą sferę procesów fizjologicznych roślin. Dodatkowo muszą być uwzględnione czynniki antropogeniczne związane ze zmianą nawożenia, agrotechniki, magazynowania i przetwarzania plodów rolnych. Sprawia to, że postęp badań światowych w tej dziedzinie jest bardzo powolny i nie dający jednoznacznych rozwiązań. Z drugiej strony decydenci gospodarczy oczekują co najmniej orientacyjnych informacji o możliwych kierunkach przyszłych zmian. Z tego względu jedyną możliwą do przyjęcia metodą jest metoda scenariuszy, opierająca rozwój procesów na założeniach wstępnych, stanowiących wejście do modelowania procesów i zjawisk.

Opracowanie wykonane przez zespół Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa pod kierunkiem Profesora Bisa "Ekonomiczne konsekwencje zmian klimatu w rolnictwie" stanowi pierwszą tego rodzaju próbę wykonaną dla warunków Polski i dla jednego ze scenariuszy zmian klimatu. Celem opracowania było uzyskanie ogólnego poglądu na kierunki możliwych zmian w rolnictwie i określenie stopnia naszej wiedzy zarówno w zakresie metod jak i informacji posiadanych w kraju na ten temat. Usystematyzowanie wiedzy, zwłaszcza zaś określenie obszarów niewiedzy, jest bowiem warunkiem koniecznym do sprecyzowania kierunków dalszych badań. Przedstawione opracowanie niewątpliwie spełnia pozytywną rolę w tym procesie porządkowania informacji.

Prof. dr hab. Maciej Sadowski

ZAŁOŻENIA METODYCZNE

Zmiany klimatu oznaczają m.in. przekształcenie zasobów agroklimatycznych, wywierających bezpośredni wpływ na poziom oraz strukturę produkcji rolnej; zmiany te spowodują więc także określone konsekwencje ekonomiczne.

Podstawę oceny zmian klimatu w Polsce stanowiły wyniki uzyskane na podstawie modelu GISS GCM (Goddard Institute for Space Studies, General Circulation Model). Tyczyły one wartości temperatury, opadów i parowania w ujęciu miesięcznym dla 6 punktów węzłowych o współrzędnych 50°, 54° N, 15°, 20°, 25° E, prognozowanych dla przypadku podwojenia zawartości dwutlenku węgla w atmosferze.

Ponieważ globalny model GISS przedstawia aktualne warunki klimatyczne w Polsce w sposób - z natury - uproszczony, w niektórych miesiącach wyraźnie odbiegający od rzeczywistości obserwowanych, stosowaliśmy założenie, że istotne znaczenie mają przewidywane przez model zmiany elementów klimatycznych, nie zaś ich bezwzględny poziom. Zmiany te określaliśmy w stopniach Celsjusza dla temperatury, a w procentach dla opadów i parowania.

Ponieważ model nie określa zmienności elementów meteorologicznych, przyjęliśmy założenie o stałości odchyłeń standardowych miesięcznych wartości temperatury oraz stałości współczynników zmienności (stosunku odchylenia standardowego do wartości średniej) w przypadku opadów i parowania. Wobec niemonotoniczności funkcji określających związek plonowania roślin z klimatem, niespełnienie tych założeń mogłoby w sposób zauważalny modyfikować przedstawione dalej ustalenia; generalnie rzecz biorąc, większa zmienność oznaczać będzie gorsze warunki agroklimatyczne.

Przewidywane zmiany posłużyły do zaproponowania wstępnej prognozy produkcji roślinnej w makroskali. Przy jej opracowaniu wykorzystano zasadnicze cechy agroklimatu. Niektóre z nich jednak uwzględniono tylko częściowo biorąc pod uwagę wielostronność powiązań i zależności, a także ograniczenia występujące w rolnictwie.

Przy określaniu plonów w prognozie brano pod uwagę poziom plonów uzyskiwanych aktualnie w doświadczeniach, a więc w warunkach po-

prawnej agrotechniki, właściwego doboru gleb, odmian itp. (tabela 1). Jako układ odniesienia do prognozy przyjęto wskaźniki charakteryzujące produkcję roślinną i zwierzęcą w 1989 r. /wg GUS; 10/. Pod uwagę brano również inne syntetyczne opracowania /7,8/. W obliczeniach globalnej produkcji roślinnej (tabela 2). zbiory wyrażono w jednostkach zbożowych. Miernik ten, mimo wielu wad i uproszczeń, umożliwia jednak porównanie niezależnie od rodzaju produktów i zmian cen.

Wskaźniki wynikowe, ilustrujące efekty organizacyjno-ekonomiczne w rolnictwie spowodowane zmianami klimatu, przedstawiono w tabeli 3. Uwzględniono zarówno zmiany pierwotne jak i wtórne (pochodne, wynikające ze zmian pierwotnych w sferze produkcji roślinnej). Założono między innymi, że 15-20% dodatkowo wyprodukowanej (w zmienionych warunkach klimatycznych) ilości pasz zostanie przetworzonych na produkty zwierzęce, przy dotychczasowym poziomie przetwarzania. Wybrane wskaźniki zmian w produkcji zwierzęcej podano w tabeli 4.

W opracowaniu przyjęto założenie, że tylko pewna zróżnicowana część efektów spowodowanych zmianami klimatu (wydłużenie okresu wegetacyjnego i gospodarczego) będzie mogła znaleźć odbicie w praktyce rolniczej.

Zestawiony materiał liczbowy ilustruje tylko jeden z wielu wariantów, który wydaje się najbardziej prawdopodobny przynajmniej w początkowym okresie istotnych zmian klimatu. Pomimo to ma on w wysokim stopniu charakter hipotetyczny. Dlatego też wnioski przedstawione poniżej mają charakter dyskusyjny i mogą być traktowane jako prognoza wstępna. Najważniejsze zmiany dotyczyć będą struktury zasiewów, plonowania roślin, wilgotności i żyzności gleby, produkcji zwierzęcej i w konsekwencji organizacji i ekonomiki rolnictwa.

ZMIANY AGROKLIMATU

Prognozowane zmiany miesięcznych wartości temperatury, opadów i parowania określono (interpolując między punktami węzłowymi) dla 17 miejscowości, których położenie charakteryzuje dostatecznie dokładnie regionalne zróżnicowanie agroklimatu. Były to miejscowości mające wieloletnie serie notowań meteorologicznych: Świnoujście, Szczecinek, Kartuzy, Suwałki, Mława, Biała Podlaska, Koło, Słubice, Jelenia Góra,

Tabela 1. Prognoza produkcji niektórych roślin oparta na zmianach klimatu określonych modelem GISS

Wyszczególnienie	1989 r.		Prognoza		Wskaźniki dynamiki: prognoza -100 1989	
	powierzchnia ^x (tys. ha)	plon (dt/ha)	powierzchnia ^x (tys. ha)	plon (dt/ha)	powierzchni	plonów
Jęczmień ozimy	154,6	43,6	500,0	50,0	323	115
Kukurydza na ziarno	51,1	47,8	400,0	60,0	783	126
Kukurydza na kiszonkę	330,9	329,0	600,0	500,0	181	152
Koniczyna czerwona	627,8	61,7	750,0	85,0	119	138
Ziemniaki	1858,5	185,0	1000,0	160,0	46	86
Buraki cukrowe	422,7	340,0	450,0	400,0	106	118
Popłony i wsiewki	947,8	114,0	1800,0	220,0	190	193
Łąki (siano)	2442,1	56,9	2300,0	70,0	94	123
Paruwiska (siano)	1486,7	44,5	1350,0	60,0	91	135

^x - według Z. Grochowskiego /8/ i szacunku własnego.

Tabela 3. Ważniejsze zmiany organizacyjno-ekonomiczne w rolnictwie spowodowane zmianami klimatu /wg prognozy/

Wyszczególnienie	1989 r.	Prognoza	Wskaźniki dynamiki: $\frac{\text{prognoza}}{1989} \cdot 100$
Powierzchnia uż. rolnych w tys. ha	18727	18000	96
Globalna prod. roślinna w tys. j. zb.	628801,3	699687,0	111
Globalna prod. roślinna w j.zb. z 1 ha	33,6	38,8	115
Produkcja pasz z dodatkowej powierzchni paszowej w tys. j.zb.	20615,1	55350,0	268
Produkcja pasz w tys. j.zb. (ogółem)	160906,5	216335,0	134
Udział pasz z dodatkowej powierzchni paszowej w %	12,8	25,7	200
Produkcja pasz w % glob. prod. roślinnej	25,6	30,9	121
Udział w powierzchni uż. rolnych w %:			
- zboża	44,7	47,2	106
- ziemniaki	9,9	5,6	57
- buraki cukrowe	2,3	2,5	109
- oleiste	3,1	3,3	106
- pastewne w upr. polowej (na siano)	8,1	6,3	78
- poplony i wsiewki	5,1	10,0	196
- łąki	13,0	12,8	98
- pastwiska	7,9	7,5	95

Tabela 4. Zmiany w produkcji zwierzęcej spowodowane wzrostem produkcji roślinnej pod wpływem zmian klimatu /zmiany wtórne/

Wyszczególnienie	1989 r.	Prognoza	Wskaźniki dynamiki: $\frac{\text{prognoza}}{1989} \cdot 100$
Obsada zwierząt w przeliczeniowych sztukach dużych na 100 ha uż. rol.	68,0	82	120
Produkcja żywca rzeźnego (w wadze żywej) w kg na 1 ha uż. rolnych	229,5	275	120
Produkcja żywca rzeźnego (w wadze żywej) w kg na 1 mieszkańca	113,2	130	115
Przeciętny udój mleka od krowy w l/rok	3260	3900	120

Kłodzko, Opole, Olkusz, Kielce, Tomaszów Lubelski, Lesko, Tarnów, Aleksandrowice.

Mając podstawowe dane, określono dla tych miejscowości najważniejsze charakterystyki agroklimatyczne. Okres gospodarczy i wegetacyjny opisano stosując przyjęte w klimatologii progi w cyklu rocznym temperatury (odpowiednio $2,5^{\circ}\text{C}$ i 5°C). Również wszystkie terminy fenologiczne i prawdopodobieństwo dojrzewania wyznaczono na podstawie temperatury, stosując metodę sum temperatur efektywnych i uwzględniając dodatkowo reakcje fotoperiodyczne /3,4/. Plony roślin uprawnych określano wykorzystując wieloskładnikowe modele graficzne, skonstruowane dla celów bonitacji agroklimatycznej /2,5/ i prognozowania agrometeorologicznego /6/.

Po uzyskaniu wyników dla 17 miejscowości, określaliśmy różnice między nimi, a otrzymanymi wcześniej dla aktualnych warunków klimatycznych. Różnice te były następnie interpolowane dla wszystkich miejscowości posiadających aktualne charakterystyki bonitacyjne, w liczbie ok. 120. Pozwoliło to na lepsze uwzględnienie regionalnych osobliwości klimatycznych, niż byłoby to możliwe przy uwzględnieniu tylko 17 miejscowości.

Oczywiście w prognozowanych warunkach klimatycznych stosowane przez nas modele pogoda - plon mogą wymagać modyfikacji; wolno jednak przypuszczać, że nie byłyby to modyfikacje daleko idące, ponieważ w konstrukcji tych statystyczno-empirycznych modeli wykorzystano również liczne przypadki skrajnych warunków meteorologicznych, wykraczających znacznie ponad wartości prognozowane.

Stosując przedstawione metody oraz wykorzystując różne materiały empiryczne, pochodzące z doświadczeń ścisłych, bądź z ustaleń statystycznych, dochodzimy do następujących wniosków:

1. Znacznie wydłuży się okres gospodarczy, w których możliwe jest przeprowadzenie prac polowych. W Polsce zachodniej będzie on praktycznie nieograniczony w ciągu większości zim, na wschodzie wydłuży się o ok. 70 dni /rys. 1-3/.
2. Podobnie wydłuży się klimatyczny okres wegetacyjny (z temperaturami średnimi ponad 5°C). Na wschodzie będzie on dłuższy o ok. 2 miesiące, na zachodzie o ok. 3 miesiące (rys. 4-6).

3. Znacznie rozszerzą się możliwości uprawy roślin ciepłolubnych. Można oczekiwać, że nawet późne odmiany kukurydzy (FAO 400) będą dojrzewały w całym kraju, wyjąwszy krańce północne (rys. 7,8). Odmiany obecnie uprawiane (FAO do 240) mogą dawać plony ziarna o ok. 3 t/ha wyższe niż obecnie. Nie będzie klimatycznych ograniczeń w uprawie soi (rys. 9), słonecznika oleistego (rys. 10), a także takich roślin jak dynia oleista (rys. 11) i rącznik.
4. Zboża dojrzewać będą o ok. 2 tygodni wcześniej niż obecnie (rys. 12-13). Umożliwi to szerokie stosowanie poplonów ścierniskowych, których plony (wyrażone w zielonej masie) będą około dwa razy wyższe niż obecnie (rys. 14-15).
5. Szczególnie wysokie plony dadzą rośliny pastewne, zwłaszcza wymagające dużych ilości wody. Tak np. plony zielonej masy koniczyzny czerwonej wzrosną od ok. 40% na południu do ok. 100% na północy (rys. 16-17).
6. Przcięte plony ziemniaków spadną znacznie, przynajmniej o kilkadziesiąt procent (rys. 18). Plony buraków cukrowych mogą być nieco wyższe niż obecnie.
7. Nie należy spodziewać się zwwyżki plonów czterech zbóż, może poza jęczmieniem ozimym.
8. Można spodziewać się pojawienia nowych gatunków i ras chorób i szkodników roślinnych. Większość fitopatogenów szkodzących obecnie, może zintensyfikować swoje działanie.
9. Ponieważ opady w zimie i na wiosnę zwiększą się o ok. 100%, zaś parowanie tylko o ok. 15%, nastąpi znaczne zwiększenie wilgotności gleby na wiosnę, co w znacznym stopniu zniweczy pozytywne skutki wymienione w punktach 1 i 2. Prawdopodobnie konieczny będzie szeroki program melioracji odwadniających. Zyskają na znaczeniu gleby lekkie, przepuszczalne.
10. Syntetycznie rzecz ujmując, potencjalna przydatność agroklimatu (bonitacja agroklimatyczna) wzrośnie przynajmniej w takim stopniu, jak długość okresu wegetacyjnego, tzn. o 30-40%. Wykorzystanie tego potencjału wymagać będzie jednak wielu działań dostosowawczych, także w zakresie doboru gatunków i odmian roślin uprawnych.

ZMIANY W STRUKTURZE ZASIEWÓW I POZIOMIE PLONÓW ROŚLIN UPRAWNYCH

1. Udział zbóż pozostanie na poziomie aktualnym. W wyniku zmiany struktury gatunkowej zbóż (zwiększenie udziału jęczmienia ozimego i kukurydzy w uprawie na ziarno) plony wzrosną o 9%.
2. Ponad 3-krotnie zwiększy się powierzchnia uprawy jęczmienia ozimego, a blisko 8-krotnie areal uprawy kukurydzy na ziarno. Znacznie wzrosną również użytkowanie kukurydzy na CCM (kiszzone kolby kukurydzy) z przeznaczeniem głównie dla trzody chlewnej.
3. Plony wzrosną w przypadku jęczmienia ozimego o 15%, a kukurydzy na ziarno o 26% przy znacznym zmniejszeniu dotychczasowego ryzyka jej uprawy.
4. Upowszechni się model żywienia (tuczu) trzody chlewnej oparty na szerokim wykorzystaniu kukurydzy (CCM) i śruty sojowej, co wymagać będzie poprawy wyposażenia gospodarstw w odpowiednie maszyny do zbioru i konserwacji pasz.
5. Zmniejszy się powierzchnia uprawy ziemniaków i spadną ich plony. Ziemniaki powinny być raczej eliminowane jako roślina pastewna, a ich uprawa ograniczyć się do odmian jadalnych i przemysłowych.
6. W związku z korzystniejszymi warunkami uprawy koniczyzny czerwonej, jej plony mogą być wyższe o 38%. W połączeniu z szerokim upowszechnieniem uprawy kukurydzy (na kiszonkę i ziarno) może to wydatnie zwiększyć produkcję pasz.
7. Przewiduje się zwiększenie powierzchni uprawy roślin strączkowych na nasiona, zwłaszcza soi.
8. Istotny wpływ na zmianę struktury przychodów w bilansie paszowym mieć będą takie czynniki jak:
 - a/ duża możliwość wzrostu powierzchni i plonów wszelkiego rodzaju po-
plonów i wsiewek z przeznaczeniem na paszę i przyoranie. Dotychczas

- krótki okres wegetacyjny był główną przyczyną ograniczającą ich uprawę,
- b/ zwiększenie powierzchni uprawy i plonów buraków cukrowych,
- c/ blisko o 1/4 może zwiększyć się produkcja zielonej masy z trwałych użytków zielonych. Sprzyjać temu będzie znaczna poprawa warunków wilgotnościowych, a także przedłużenie okresu wegetacji.
9. W wyniku zmian w strukturze zasiewów (wg opracowanej prognozy) nastąpi wzrost globalnej produkcji roślinnej ogółem o 11%, a w odniesieniu do 1 ha użytków rolnych o 15%. Spowoduje to znacznie lepsze wykorzystanie rolniczej przestrzeni produkcyjnej.
 10. Wydatne zwiększenie uprawy plonów i wsiewek sprawi, że produkcja pasz z tzw. dodatkowej powierzchni paszowej może nawet wzrosnąć blisko 3 razy - (268%), a udział tej powierzchni 2-krotnie. Obliczenie to ma charakter przybliżony.
 11. Produkcja pasz (roślin tradycyjnie użytkowanych na paszę) może wzrosnąć nawet o 34%.
 12. W sadownictwie zwiększyć się może powierzchnia uprawy drzew i krzewów jagodowych oraz plony owoców. Zmiany w klimacie spowodują, że wydatnie rozszerzą się zasięgi uprawy tych roślin. Nastąpią zmiany w rejonizacji produkcji sadowniczej. Jej zasięg rozszerzy się poza tradycyjne dotąd rejony. Zatem klimat przestanie być czynnikiem ograniczającym produkcję owoców.
 13. Ponadto zwiększy się asortyment uprawy roślin warzywnych (np. rozszerzenie uprawy papryki), a także jadalnych roślin strączkowych, co spowoduje znaczne urozmaicenie modelu żywienia ludzi. W prognozie ta grupa roślin mieści się w pozycji "pozostałe". Możliwy będzie poważny wzrost plonów tych roślin głównie dzięki wcześniejszym zasiewom i wydłużeniu okresu bezprzymrozkowego.
 14. Wydłużenie okresu wegetacyjnego sprzyjać będzie także poprawie cech jakościowych produktów roślinnych.
 15. Nastąpią zmiany w rejonizacji produkcji roślinnej, gdyż znacznie rozszerzy się uprawa kukurydzy na ziarno i jęczmienia ozimego.

16. Wykorzystanie potencjału klimatycznego wymagać będzie wielokierunkowych działań dostosowawczych, zwłaszcza w zakresie doboru gatunków i odmian roślin uprawnych. Wiąże się to ze znacznymi nakładami, a także koniecznością zmian technologii.
17. Wydłużenie okresu gospodarczego, pozwoli na pełne wykorzystanie wszystkich zabiegów uprawowych i pielęgnacyjnych, co sprzyjać będzie wzrostowi plonów, a także lepszego rozłożenia prac w okresie wegetacyjnym. W wyniku tego poprawią się możliwości organizacyjne rolnictwa - mniejsze spiętrzenia prac, a także i lepsze wykorzystanie pracy oraz maszyn i różnych urządzeń technicznych.
18. Powstaną możliwości do produkcji suszu o wysokiej jakości (m.in. z roślin motylkowych). Surowca do suszarni dostarczać będą gospodarstwa (ze względów ekonomicznych) ograniczające produkcję zwierzęcą.
19. Obfitsze opady i podwyższona temperatura powietrza będą sprzyjały rozwojowi chwastów, chorób (np. zarazy ziemniaczanej) i szkodników roślin uprawnych. W związku z tym będzie rosło znaczenie ochrony roślin i koszty z nią związane.
20. Przewidywane zmiany klimatu w warunkach dużego udziału gleb lekkich w Polsce przyczynią się do szybkiego zakwaszenia gleb i w konsekwencji do wzrostu potrzeb wapnowania.
21. W produkcji rolniczej winien nastąpić wyraźny spadek nakładów energetycznych na produkcję 1 jednostki zbożowej.

ZMIANY W BILANSIE SUBSTANCJI ORGANICZNEJ W GLEBIE

1. Korzystny wpływ na bilans substancji organicznej wywierać będzie zwiększenie udziału poplonów i wsiewek. Część ich w przypadku nadmiaru pasz objętościowych może być przeznaczona na przyoranie.
2. Większa o około 34% produkcja pasz może być podstawą rozszerzenia produkcji zwierzęcej, a co się z tym wiąże i zwiększenia nawożenia organicznego.

3. Przeobrażenia klimatu mogą być czynnikiem sprzyjającym lepszemu wykorzystaniu nawożenia mineralnego. Uwidoczni się to szczególnie na glebach lekkich, gdzie należy oczekiwać większego ich uwilgotnienia.
4. Pozytywny wpływ na bilans substancji organicznej w glebie będzie miało zwiększenie powierzchni uprawy roślin motylkowych w tym konicznych czerwonej i lucerny - jako roślin strukturotwórczych.
5. Poprawa bilansu substancji organicznej może ponadto spowodować przyrost resztek poźniwnych m.in. poprzez wzrost plonów roślin uprawnych, a także korzystne zmiany w strukturze zasiewów.
6. Wysoka i łatwiejsza niż dotychczas produkcja pasz może spowodować, że znaczna część słomy zbóż po zaspokojeniu potrzeb na ściólkę może być przeznaczona na przyoranie. Nie przewiduje się większego wykorzystania słomy na paszę.

ZMIANY W PRODUKCJI ZWIERZĘCEJ

1. Zwiększenie produkcji pasz, przy niezmiennym poziomie pogłowia, może być podstawą lepszego żywienia, a w konsekwencji wzrostu wydajności (mleczność, przyrost żywca). Może to być również podstawą rozszerzenia produkcji zwierzęcej, oczywiście pod warunkiem wysokiej opłacalności i możliwości zbytu produktów.
2. Oparcie tuczu trzody chlewnej o kukurydzę będzie miało pozytywne konsekwencje, takie jak wzrost przyrostów dziennych, skrócenie okresu tuczu, obniżenie kosztu produkcji 1 kg żywca, zmniejszenie powierzchni paszowej na 1 tucznika, 100 kg przyrostu itp.
Wniosek ten znajduje potwierdzenie w wynikach doświadczeń ekonomiczno-produkcyjnych przeprowadzonych w RZD IUNG /1/.
3. Globalna produkcja roślinna (według założeń prognozy) może być większa przynajmniej o 5,2 jednostki zbożowej z każdego ha użytków rolnych. Przetworzenie tej dodatkowej produkcji na produkty zwierzęce poprawi zaopatrzenie ludności w mięso i mleko. Sprzyjać temu

może wzrost temperatury, lepsze warunki zoohigieniczne w budynkach inwentarskich, a także poprawa współczynników przetworzenia produktów roślinnych na zwierzęce.

4. Zmiany klimatyczne sprzyjać będą wydłużeniu pastwiskowego (tańszego) żywienia zwierząt. W niektórych rejonach można też rozważać możliwość opasu bydła w oparciu wyłącznie o produkcję z trwałych użytków zielonych. W okresie zimowym, ale znacznie krótszym i charakteryzującym się wyższymi temperaturami, bydło przebywałoby w szopach, wiatlach. Model ten nie może być jednak traktowany generalnie.
5. Zająć mogą daleko idące zmiany w systemach żywienia zwierząt. Wydłużenie okresu wegetacyjnego oraz wzrost wilgotności będzie niewątpliwie sprzyjał rozwojowi traw, co może skłaniać do preferowania gospodarki pastwiskowej na wzór holenderski czy duński. Rolnicy mieć będą większe możliwości optymalnego wyboru, zestawu pasz. Oczywiście będzie to wymagać doradztwa fachowego i podniesienia kwalifikacji producentów - rolników.
6. Poprawa efektywności tuczu m.in. w oparciu o kukurydzę i śrutę sprzyjać będzie lepszemu wykorzystaniu pasz poprzez zwiększenie dobowych przyrostów, co w konsekwencji zwiększy wskaźnik rotacji zwierząt w budynkach inwentarskich poprzez skrócenie okresu tuczu.
7. Przyjmując, że w 1989 r. produkcja żywca rzeźnego w wadze żywej na 1 ha wynosiła 229,5 kg i 113,2 kg na 1 mieszkańca, przy zwiększonej produkcji pasz i poprawie efektywności produkcji zwierzęcej można realistycznie zakładać około 15-20% wzrostu tych wskaźników. Wariant ten wydaje się umiarkowany. W tych warunkach może dojść do złagodzenia, dysproporcji w spożyciu mięsa i jego przetworów w różnych grupach ludności.

ZMIANY WSKAŹNIKÓW EKONOMICZNYCH ROLNICTWA

Wszystkie wymienione wyżej zmiany mogą spowodować podniesienie poziomu dochodów rolników, poprawę opłacalności produkcji i poziomu życia ludności. Są to jednak daleko idące hipotezy. Ich zrealizowanie zależy będzie od sytuacji rynkowej, możliwości zbytu, relacji cen produktów rolnych do cen środków produkcji, a więc od całokształtu polityki rolnej. Ważne tu będą również różne dotychczas nie przewidywane dodatkowe skutki, zarówno pozytywne, jak i negatywne, które w ostatecznym efekcie mogą być decydujące.

Zakładając jednak, że wszystkie te czynniki ukształtują się na poziomie zadawalającym większość rolników (gospodarujących w przeciętnych warunkach) można przewidywać następujące zmiany:

1. Poprawa opłacalności produkcji roślinnej i zwierzęcej wskutek wzrostu plonów i wydajności produkcji zwierzęcej. Wiąże się z tym wzrost wynagrodzenia za pracę w rolnictwie, zbliżenie pod tym względem do gałęzi pozarolniczych (parytet dochodów).
2. Wzrost poziomu dochodów rolników może spowodować zainteresowanie produkcją rolną, inwestowaniem w rolnictwie itp.
3. Poprawa warunków klimatycznych i wzrost plonów na glebach lekkich może sprzyjać rozwiązaniu np. problemu tzw. "ściany wschodniej", obszarów gleb lekkich /9/.
4. Wzrost opłacalności produkcji i dochodu rolniczego może być czynnikiem umożliwiającym zrealizowanie szerokiego programu melioracji wodnych, których znaczenie może narastać.
5. Wzrostowi poziomu dochodów rolników sprzyjać też będzie lepsze wykorzystanie środków produkcji np. maszyn i środków trwałych, nawozów mineralnych, pasz przemysłowych itp., a w sumie obniżenie kosztów jednostkowych produkcji.
6. Wydłużenie okresu wegetacji oraz okresu prac polowych, skrócenie zimy spowoduje lepsze rozłożenie prac w rolnictwie, obniżenie szczytów prac i okresów martwych. W sumie spowoduje to polepszenie wa-

runków organizacyjnych w rolnictwie, a w konsekwencji przyczyni się do obniżenia kosztów produkcji.

7. Zmiany agroklimatu, zbliżenie jego cech do występującego obecnie w południowej Francji, na Morawach, na Węgrzech, czy Austrii może też sprawić poprzez obniżkę kosztów produkcji, że polskie produkty staną się konkurencyjne dla produkowanych w Europie Zachodniej. Dotychczas produkty polskie były uzyskiwane po wysokich kosztach przy relatywnie wysokich nakładach energetycznych. Należy jednak pamiętać, że rolnictwo zachodniej Europy jest wysoko dotowane.
8. Zmiany agroklimatu nie spowodują większych przeobrażeń w strukturze agrarnej polskiego rolnictwa. Mogą natomiast stać się przyczyną większej specjalizacji produkcji, ograniczenia wielokierunkowości, ale w racjonalnym zakresie wzrosnąć znaczenie właściwej lokalizacji produkcji.
9. Zaintersowanie produkcją rolną może też wzrosnąć dzięki znacznemu zmniejszeniu ryzyka i niepewności, co dotychczas zaznaczało się dość mocno, szczególnie zaś w niektórych rejonach kraju, np. w górach, na Suwalszczyźnie, w rejonach gradowych itp.

ZADANIA DLA NAUKI I DORADZTWA ROLNICZEGO WYNIKAJĄCE Z PRZEWIDYWANYCH ZMIAN KLIMATU

1. Konieczność opracowania modeli plodozmianów i gospodarstw, uwzględniających specyficzne cechy klimatu.
2. Doskonalenie technologii produkcji podstawowych roślin uprawnych i opracowanie technologii roślin wprowadzonych do uprawy na szeroką skalę (np. soja).
3. Uwzględnienie całokształtu zmian w produkcji rolnej w doradztwie rolniczym (tradycyjnym i komputerowym).
4. Konieczność zmian w tematyce badawczej, poszerzenie jej o nowe zagadnienia.

5. Podjęcie prac hodowlanych nad tworzeniem nowych odmian roślin uprawnych dostosowanych do prognozowanych zmian klimatu.
6. Reorganizacja sieci doświadczeń rolniczych z punktu widzenia ich reprezentatywności w zmienionych warunkach klimatycznych.

PODSUMOWANIE

Przewidywane efekty ocieplenia klimatu w Polsce ogólnie wpłyną wielokierunkowo na produkcję. Większość zmian będzie miała charakter korzystny. W tym miejscu należy jednak przypomnieć, że wszystkie wnioski opierają się na założeniach wynikających z przyjęcia określonego scenariusza zmian klimatu. Inne równouprawnione scenariusze mogą być mniej optymistyczne.

Generalnie wzrosną plony niemal wszystkich dotychczas uprawianych roślin za wyjątkiem ziemniaka. Plony jęczmienia ozimego wzrosną o 15%, a kukurydzy na ziarno o 26%. Zmniejszy się produkcja ziemniaków (mniejsza powierzchnia uprawy, niższe plony). Ziemniaki będą raczej eliminowane jako roślina pastewna, a ich uprawa ograniczać się będzie do odmian jadalnych i przemysłowych.

Nastąpi poważne rozszerzenie uprawy najcenniejszych roślin jakimi są kukurydza, szczególnie na ziarno czy też CCM oraz upowszechnienie uprawy soi i słonecznika oleistego.

Produkcja pasz wzrośnie blisko o 34%. Natomiast produkcja pasz z tzw. dodatkowej powierzchni paszowej może wzrosnąć nawet 3-krotnie.

Możliwe będzie wprowadzenie na dużo szerszą skalę gospodarki pastwiskowej, dzięki wydłużeniu się okresu wegetacyjnego oraz wzrostowi wilgotności. Jest to najtańszy i najmniej praco- i energochłonny sposób letniego żywienia zwierząt trawożernych.

Produkcja zielonej masy z trwałych użytków zielonych zwiększy się blisko o 1/4.

Dzięki wydłużeniu okresu prac polowych poważnie może się poprawić organizacja produkcji i prac w rolnictwie oraz lepsze wykorzystanie maszyn i innych środków produkcji.

Należy też oczekiwać spadku nakładów energetycznych i pracy na produkcję 1 jednostki zbożowej, co w sumie winno się przyczynić do obniżki kosztów, potanienia produkcji i ogólnej poprawy efektywności gospodarowania w rolnictwie.

Rozszerzy się asortyment uprawianych roślin, szczególnie niektórych owoców i warzyw.

Zmniejszyć się winno ryzyko i niepewność, szczególnie w produkcji roślinnej (późnowiosenne i wczesnojesienne przymrozki).

Może mieć miejsce lepsze wykorzystanie rolniczej przestrzeni produkcyjnej. Szczególnie dotyczy to będzie gleb lekkich i słabych, które w Polsce przeważają. Nastąpi wzrost globalnej produkcji roślinnej z 1 ha użytków rolnych o 5,2 jednostki zbożowej, to jest o 15% w porównaniu z rokiem 1989.

Ogólne ocieplenie i skrócenie okresu zimowego spowoduje wyższą efektywność produkcji zwierzęcej (mniejsze potrzeby gromadzenia na ogół drogich pasz na okres żywienia zimowego, a także budynki inwentarskie mogą być tańsze).

Tak więc zmiany klimatu spowodują wzrost efektywności wykorzystania podstawowych czynników produkcji tj. ziemi, pracy i kapitału, a także umożliwią wprowadzenie szeregu korzystnych zmian w organizacji produkcji rolnej. Niekorzystnymi zjawiskami mogą być w takich warunkach nasilenie występowania chorób i szkodników roślin uprawnych, a także zwiększenie potrzeb w zakresie melioracji użytków rolnych.

Przewidywane, niekiedy bardzo hipotetycznie, zmiany w rolnictwie dotyczą tylko niektórych problemów. Niektóre z nich stanowią tzw. "wariant optymistyczny". Zrealizowanie ich, oprócz zmian klimatu, wiąże się z ogromnymi zmianami w gospodarce państwa, zwiększeniem nakładów finansowych na rolnictwo i gospodarkę żywnościową.

Zmiany te tylko częściowo ukształtują się w rozmiarach określonych przeobrażeniami klimatu. Ze względu na zwiększoną ilość opadów w zime i na wiosnę wejście w pole, szczególnie na glebach ciężkich, może być utrudnione i opóźnione. Jest to wysoce prawdopodobne, że sprzyjające warunki termiczne nie zawsze będą w pełni wykorzystane. Przewidując zmiany brano pod uwagę fakt istnienia wielu czynników ograniczających, leżących poza warunkami przyrodniczymi. W prognozie nie uwzględniono zmian związanych z postępowaniem odmianowym, wzrostem nawożenia.

Generalnie zmiany agroklimatu doprowadzić mogą do wzrostu intensywności organizacji produkcji. Jednakże zwiększenie intensywności nie może się opierać wyłącznie na potencjale przyrodniczym (klimatycznym). Konieczne są działania kompleksowe.

LITERATURA

1. B i s K., U f n o w s k a J., O l e ś k i e w i c z J.: Efektywność różnych modeli żywienia tuczników. Wyd. IUNG, Puławy 1990, S/72/.
2. D e m i d o w i c z G., G o n e t Z.: Bonitacja klimatu Polski dla uprawy poplonów ścierniskowych. Pam. Puł. 1976, 67.
3. D e p u t a t T.: Klimatyczne podstawy rejonizacji ciepłolubnych roślin oleistych w Polsce. IUNG, Puławy, 1987, R/237/.
4. G ó r s k i T., J a k a c k a M.: Warunki agroklimatyczne uprawy kukurydzy w 1978 r. Nowe Rolnictwo, 1979, 8.
5. G ó r s k i T., D e m i d o w i c z G., D e p u t a t T., J a k a c k a M., S p o z - P a ć W.: Bonitacja agroklimatyczna. Polski. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1979, 224.
6. G ó r s k i T., S p o z - P a ć W.: A method for forecasting sugar beet yields in Poland. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 1989, 369.
7. Praca zbiorowa: Społeczno ekonomiczne oraz ekologiczne czynniki "zdrowego" rozwoju rolnictwa w Polsce. Wied i Rolnictwo, 1989, 4.
8. Praca zbiorowa pod red. Z. G r o c h o w s k i e g o : Prognoza rozwoju rolnictwa i gospodarki żywnościowej do roku 2010. Wyd. PAN, Wrocław 1990.
9. Praca zbiorowa pod red. R. J c d u t a : Obszary problemowe rolnictwa Polski ze szczególnym uwzględnieniem regionu lubelskiego. Mat. VII Ogólnopolskiego Seminarium Geograficzno-Rolniczego, Lublin 20-21.VI.1990 r. Wyd. UMCS, Lublin 1990.
10. Produkcja roślinna w 1989 r., GUS, Departament Rolnictwa, Leśnictwa i Ochrony Środowiska, Warszawa, 1989.



Rys. 1. Początek okresu gospodarczego ($>2.5^{\circ}\text{C}$)
Beginning of the farming season ($>2.5^{\circ}\text{C}$)



Rys. 2. Koniec okresu gospodarczego ($>2.5^{\circ}\text{C}$)
End of the farming season ($>2.5^{\circ}\text{C}$)



Rys. 3. Długość okresu gospodarczego ($>2.5^{\circ}\text{C}$)
Length of the farming season ($>2.5^{\circ}\text{C}$)



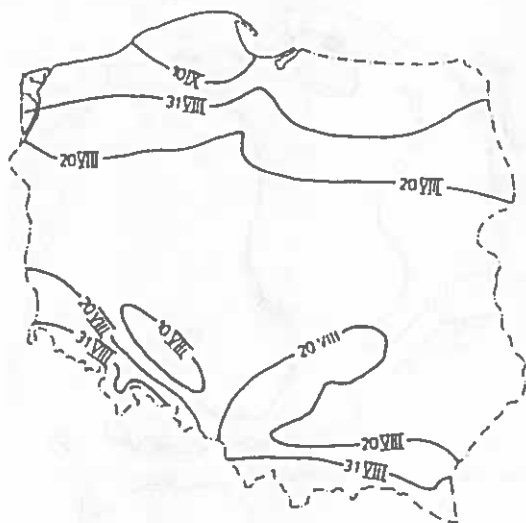
Rys. 4. Początek okresu wegetacyjnego ($>5^{\circ}\text{C}$)
Beginning of the growing season ($>5^{\circ}\text{C}$)



Rys. 5. Koniec okresu wegetacyjnego ($>5^{\circ}\text{C}$)
End of the growing season ($>5^{\circ}\text{C}$)



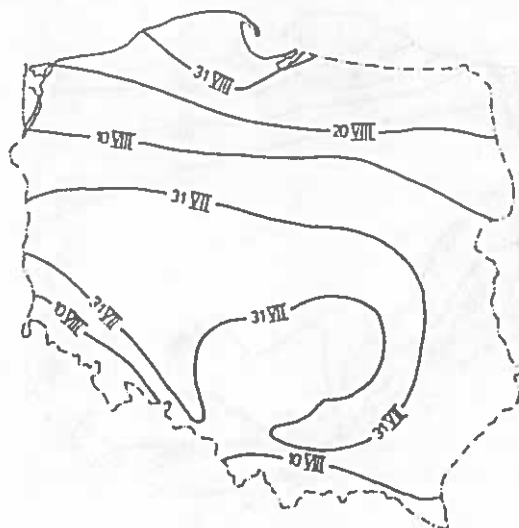
Rys. 6. Długość okresu wegetacyjnego ($>5^{\circ}\text{C}$)
Length of the growing season ($>5^{\circ}\text{C}$)



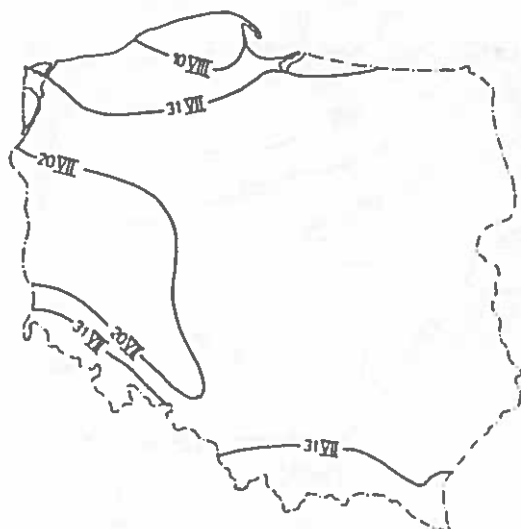
Rys. 7. Średnie daty dojrzewania kukurydzy średniopóźnej (FAO 270)
Time of medium late maize ripening



Rys. 8. Prawdopodobieństwo dojrzewania (%) kukurydzy późnej (FAO 400)
Probability (%) of late maize ripening



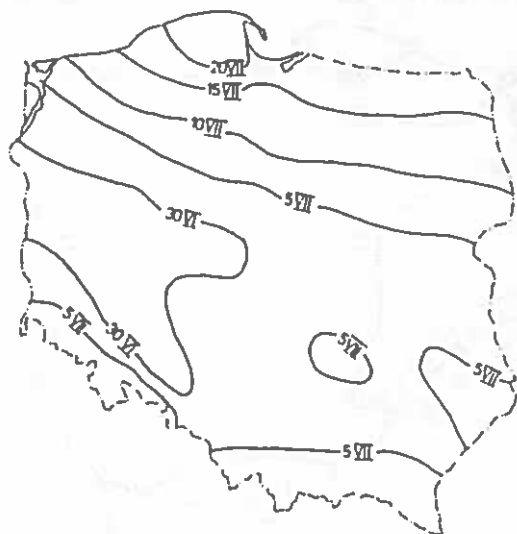
Rys. 9. Średnie daty dojrzewania soi
Time of soya ripening



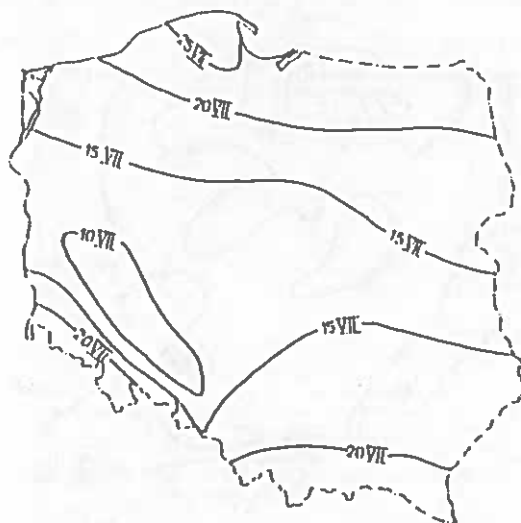
Rys. 10. Średnie daty dojrzewania słonecznika oleistego
Time of oil-bearing sunflower ripening



Rys. 11. Średnie daty dojrzewania dyni oleistej
Time of oil-bearing gourd ripening



Rys. 12. Średnie daty początku zbiorów żyta
Time of the beginning of rye harvest



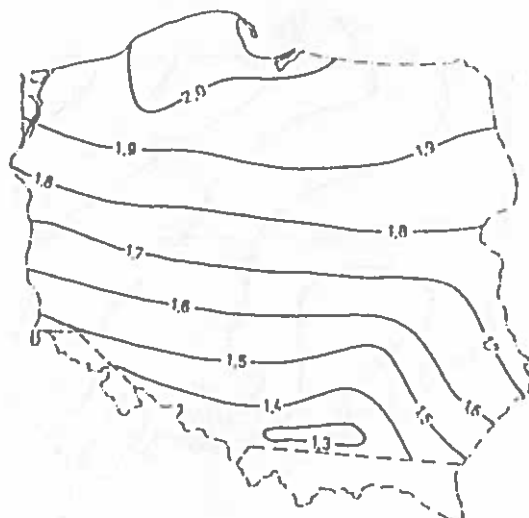
Rys. 13. Średnie daty początku zbiorów pszenicy ozimej
Time of the beginning of winter wheat harvest



Rys. 14. Wskaźnik wzrostu plonów poplonów ścierniskowych
Index of yield increase of stubble crops



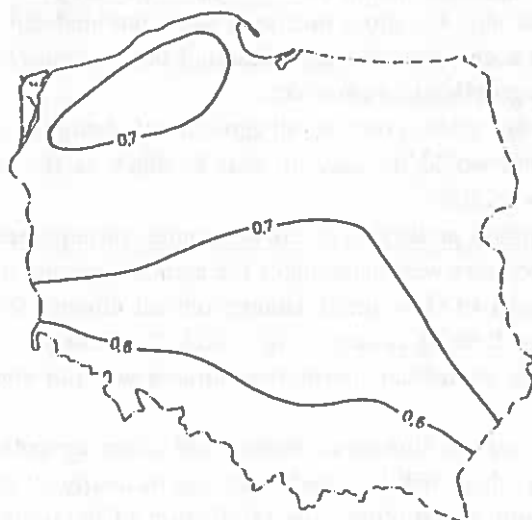
Rys. 15. Plony (dt/ha) poplonów ścierniskowych
Yield (dt/ha) of stubble crops



Rys. 16. Wskaźnik wzrostu plonów koniczyny czerwonej
Index of yield increase in red clover



Rys. 17. Plony (dt/ha) koniczyny czerwonej
Yield (dt/ha) of red clover



Rys. 18. Wskaźnik spadku plonów ziemniaka
Index of yield decrease in potatoes

ECONOMIC CONSEQUENCES OF CLIMATE CHANGES IN AGRICULTURE

(preliminary appraisal)

Summary

Climate changes bring about a transformation of agroclimatic resources that influence the level, directions and structure of production. That entails certain defined organizational and economic consequences in agriculture.

Based on the GISS model (Goddard Institute for Space Studies, General Circulation Model) changes of climatic elements were determined. Those changes were given as degrees Celsius for temperature and in percentages for precipitation and evaporation. Seventeen sites representative of the agroclimate differentiation in Poland were analysed. Once the agroclimatic data for those locations were obtained differences were determined between the predicted values and the previously obtained actual indices of agroclimatic resources.

The study showed that the overall agroclimatic potential expressed on the grading basis would increase at least as much as the length of the growing season i.e. 40%.

The preliminary prediction of the economic consequences of climate changes in agriculture was made under the assumption that only a certain differentiated part of the climate change related effects (lengthening of the growing and farming season - Fig. 1 and 2) will become manifest in farming practice. Beneficial thermal conditions will not always be fully utilized.

The change of the climate in Poland will affect agriculture in many ways. Generally, there will be a yield increase of nearly all current crops with the exception of potatoes. The production of potatoes will decline due to a smaller planted area and lower yields (Fig. 3). Potato growing will involve chiefly cultivars for human consumption and possibly for in-

dustrial use and cultivation for fodder will be eliminated. There should be a substantial increase in the area planted to maize for seed and CCM. It will be possible to grow soybeans and sunflower. The number of crops will increase including fruit and vegetables.

Total feed production will increase by ca. 34% and there may be an even 3-fold rise of fodder crop production from the additional area planted to feed crops. Even a two-fold rise in the yields of red clover and stubble crops will be possible (Figs. 4 and 5). The production of herbage from permanent grasslands will increase considerably. The lengthening of the growing season and rise in humidity will make it possible to introduce cheeper grassland farming on a larger scale.

Due to the longer farming season the organization of work and production in agriculture will be upgraded. More effective and better use of machinery and other means of production will also be possible. Uncertainties and hazards of agricultural production related to late spring and early autumn frosts will be alleviated. A better utilization of agricultural production space can take place. It will be particularly true of light and weak soils prevailing in Poland. There will be an increase of total crop production from 1 ha of farmland by ca. 15% compared to the year 1989 only as a result of the improved climate not to mention normal technological progress.

General warming and shortening of the winter season will increase the effectiveness of livestock production as there will be less need to store usually expensive foodstuffs for winter feeding and it will be possible to build less expensive livestock buildings.

Climate changes will result in a more effective utilization of essential production means and allow to make a number of changes in the organization of agricultural production. Some harmful phenomena are also bound to occur such as higher pest and disease incidence and more need for reclamation. Due to heavier winter precipitation the start of spring cultivation may be delayed or made difficult, especially on heavy soils.

Generally, the changes of agroclimate may lead to improved production management. This improvement, however, cannot be based solely on the climatic potential. Comprehensive action is needed including more investment in agriculture and food management.

Dotychczas ukazały się następujące zeszyty

PROBLEMÓW AGROFIZYKI

1. Jan Gliński, Witold Stępniewski - Zastosowanie chromatografii gazowej w badaniach gleboznawczych. 1972.
2. Piotr Kowalik - Podstawy teoretyczne pomiarów potencjałów wody glebowej. 1972.
3. Jan Gliński, Jerzy Duliban - Potencjał oksydoredukcyjny w glebach. 1972.
4. Małgorzata Dąbek - Szreniawska - Mikrobiologiczne aspekty tworzenia się agregatów glebowych. 1972.
5. Bogusław Szot - Rozwój badań właściwości fizycznych materiałów rolniczych. 1973.
6. Ignacy Dechnik, Janusz Stawiński - Powierzchnia właściwa w badaniach fizykochemicznych i chemicznych gleb. 1973.
7. Adam Pukos, Ryszard Walczak - Podstawy teoretyczne badania właściwości mechanicznych gleb. 1973.
8. Bogusław Szot, Grażyna Skubisz - Metody oceny wylegania zbóż. 1973.
9. Janusz Haman, Bogusław Szot, Wanda Woźniak - Zagadnienie wymiany ciepła i masy w materiałach roślinnych. 1973.
10. Materiały seminarium poświęconego fizyce wody glebowej. Praca zbiorowa. 1973.
11. Henryk Czachor, Ryszard Walczak - Zamknięte źródła radioizotopowe w badaniach fizycznych właściwości gleb. 1974.
12. Zastosowanie analizy spektralnej w badaniach rolniczych. Praca zbiorowa. 1974.

13. Krystyna Konstankiewicz, Adam Pukos, Ryszard Walczak - Domenowa teoria histerezy dla termodynamicznych procesów w glebie. 1974.
14. Jerzy Szczypa, Zofia Sokołowska - Zastosowanie radioizotopów do badania fizykochemicznych właściwości gleb. 1975.
15. Janusz Haman, Adam Pukos - Aktualne zagadnienia mechaniki gleb. 1975.
16. Jan Gliński, Zofia Stępniewska - Zastosowanie elektrod selektywnych w badaniach gleboznawczych. 1975.
17. Ignacy Dechnik, Jerzy Lipiec - Zwięzłość gleby jako czynnik środowiska rozwoju roślin. 1985.
18. Ignacy Dechnik, Stanisław Tarkiewicz - Zmiany właściwości agrofizycznych gleb pod wpływem działania narzędzi aktywnych. 1975.
19. Ryszard Walczak, Barbara Witkowska - Metody badania i sposoby opisywania agregacji gleby. 1975.
20. Władysław Byszewski, Janusz Pała - Niektóre aspekty związku między poziomem mechanizacji produkcji roślinnej a właściwościami fizycznymi roślin. 1976.
21. Ignacy Dechnik, Ryszard Dębicki - Czynniki zaskorupiania gleb oraz metody przeciwdziałania temu zjawisku. 1976.
22. Helena Lisowa, Janusz Haman, Tadeusz Lis - Właściwości cieplne ciał kapilarnoporowatych i metody ich pomiarów. 1976.
23. Ignacy Dechnik, Ryszard Dębicki - Wykorzystanie syntetycznych środków do ulepszania gleb. 1977.
24. Ludomir Pavel, Stanisław Uziak - Metody badania składu i właściwości mineralnych wysokodispersyjnych składników gleb. 1977.
25. Małgorzata Dąbek-Szreniawska, Maria Drażkiewicz - Zagadnienie sorpcji mikroorganizmów glebowych. 1977.
26. Ryszard Turski, Henryk Domżał, Anna Słowińska-Jurkiewicz, Jan Hodara - Metody badania i wskaźniki oceny agrofizycznego efektu działania narzędzi uprawowych na glebę. 1977.

27. Jan Kossowski, Ewa Sikora - Ciepłne właściwości gleb i metody ich wyznaczania. 1978.
28. Edmund Ślusarczyk, Ewa Kośmider - Potencjał wody w glebie i roślinie oraz metody jego oznaczania. 1978.
29. Bogusław Szot, Jerzy Tys - Przyczyny osypywania się nasion roślin oleistych i strączkowych oraz metody oceny tego zjawiska. 1979.
30. Jolanta Kaniewska, Piotr Kowalik - Numeryczne równania przepływu wody w glebie. 1979.
31. Marek Małicki - Przegląd metod pomiaru wilgotności gleb i oceny ich przydatności w badaniach polowych. 1980.
32. Ignacy Dechnik, Jerzy Lipiec - Przewodnictwo wodne gleby w strefie nienasyconej i metody jego pomiaru. 1980.
33. Bogusław Szot, Józef Horabik - Zagadnienia mechaniki ośrodków sypkich pochodzenia roślinnego. 1980.
34. Jerzy Szczypa, Jerzy Czajkowski - Stabilność układów zdyspergowanych w procesach flokulacji i aglomeracji. 1980.
35. Stanisław Dąbrowski, Józef Grochowicz, Wiktor Pietrzyk - Elektryczne właściwości nasion i ich praktyczne wykorzystanie. 1981.
36. Słownik Agrofizyczny. Praca zbiorowa. 1981.
37. Piotr Staszczuk, Andrzej Waksmundzki - Właściwości warstewek hydratacyjnych na powierzchni ciał stałych. 1981.
38. Grażyna Skubisz - Zagadnienie sprężystości żdźbła zbóż. 1982.
39. Jan Gliński, Witold Stępniewski, Stanisław Łabuda - Pobieranie tlenu i wydzielanie dwutlenku węgla w środowisku glebowym. 1983.
40. Jerzy Lipiec - Możliwości oceny przewodnictwa wodnego gleb na podstawie ich niektórych właściwości. 1983 (rozprawa habilitacyjna).
41. Ryszard Walczak - Modelowe badania zależności retencji wodnej od parametrów fazy stałej gleby. 1983 (rozprawa habilitacyjna).
42. Witold Stępniewski, Jan Gliński - Procesy transportu gazów w glebie i skład powietrza glebowego. 1983.

43. Jan Gieroba, Kazimierz Dreszer - Proces przemieszczania ziarna w przenośnikach śrubowych i zbierakowych. 1984.
44. Jan Gliński, Witold Stępniewski - Procesy biologiczne i chemiczne w glebie uzależnione od jej stanu natlenienia. 1984.
45. Witold Stępniewski, Jan Gliński - Reakcja roślin na stan aeracji gleby. 1984.
46. Witold Stępniewski, Jan Gliński - Metody pomiarów wskaźników aeracji gleb. 1984.
47. Krystyna Konstankiewicz - Porowatość gleby, definicje i metody. 1985.
48. Józef Horabik - Opis początkowej fazy grawitacyjnego wypływu roślinnego ośrodka ziarnistego ze zbiornika. 1985.
49. Tadeusz Wolski, Jan Gliński - Odpady przemysłowe i ich przetwarzanie na sole techniczne oraz preparaty do nawożenia gleb i żywienia zwierząt. 1985.
50. Jan Gieroba, Kazimierz Dreszer - Problemy strat i uszkodzeń ziarna podczas kombajnowego zbioru. 1986.
51. Krystyna Konstankiewicz - Wpływ prędkości odkształceń na charakterystyki mechaniczne gleb. 1987 (rozprawa habilitacyjna).
52. Stanisław Łabuda - Wpływ stresów tlenowych na zawartość składników mineralnych w roślinach. 1987 (rozprawa habilitacyjna).
53. Janusz Stawiński, Edmund Kozak, Mieczysław Hajnos - Elektroultrafiltracja - metoda i jej zastosowanie w analizie glebowej. 1987.
54. Stanisław Grundas - Niektóre aspekty podatności ziarna pszenicy zwyczajnej (*Triticum aestivum* L.) na uszkodzenia mechaniczne. 1987 (rozprawa habilitacyjna).
55. Zofia Sokolowska, Stefan Sokolowski - Zastosowanie teorii fraktalnych do opisu procesu adsorpcji. 1988.
56. Zofia Stępniewska - Właściwości oksydoredukcyjne gleb mineralnych Polski. 1988 (rozprawa habilitacyjna).

57. Jan Gieroba, Kazimierz Dreszer, Jan Dudkowski, Janusz Nowak - Czynniki warunkujące jakość ziarna siewnego zbieranego kombajnami. 1988.
58. Zofia Sokolowska - Rola niejednorodności powierzchni w procesach adsorpcji zachodzących na glebach. 1989 (rozprawa habilitacyjna).
59. Ryszard Dębicki, Jerzy Rejman - Przewidywanie strat gleby w wyniku zjawisk erozji wodnej. 1990.
60. Ignacy Dechnik, Jan Gliński, Adam Kaczor, Henryk Kern - Rozpoznanie wpływu kwaśnych deszczy na glebę i roślinę. 1990.
61. Adam Pukos - Odształcenia gleby w zależności od rozkładów wielkości porów i cząstek fazy stałej. 1990 (rozprawa habilitacyjna).
62. Ryszard Dębicki - Kształtowanie podstawowych elementów żyzności gleby niekonwencjonalnymi środkami nawozowymi. 1990 (rozprawa habilitacyjna).
63. Ignacy Dechnik, Jan Gliński, Adam Kaczor - Określenie możliwości doboru wskaźników roślinnych do oceny stopnia zagrożenia środowiska rolniczego kwaśnymi opadami. 1991.
64. Jan Gliński, Krystyna Konstankiewicz - Metody i aparatura do badań agrofizycznych. cz.I. gleby. 1991.
65. Jan Gliński, Krystyna Konstankiewicz - Metody i aparatura do badań agrofizycznych. cz. II. materiał roślinny. 1991.
66. Jan Gliński, Janusz Ostrowski, Zofia Stępniewska, Witold Stępniewski - Bank próbek glebowych reprezentujących gleby mineralne Polski. 1991.
67. Ekologiczne aspekty gospodarki wodą w glebach Polski. Praca zbiorowa. 1993.

