

**JERZY BAŃSKI**

Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania  
im. St. Leszczyckiego PAN w Warszawie

## **ZMIANY GOSPODARKI ROLNEJ I ZABEZPIECZENIA ŻYWNOŚCIOWEGO LUDNOŚCI W WYNIKU ZMIAN KLIMATYCZNYCH\***

**Abstract: Transformations in Agriculture and Meeting the Food Needs of Population as a Result of Climatic Changes.** The paper is an attempt at evaluation of the oncoming transformations in the world and Polish agricultural economy induced by climatic changes. It is assumed that climate warming in the next few decades is a phenomenon the most probable to occur. Consequently, it may bring about spatial polarization in the production of food in agricultural economy, *i.e.* a growth in production potential in rich countries and its relative decrease in poor nations. In Poland, the expected climatic changes may result in a growth in potential production of food in view of the increasingly extended vegetative period. That process will not only widen the range of arable crops but also should make it possible, *i.a.*, to have crops twice a year or to graze cattle over a whole year. The paper is designed for debating purposes and ought to be treated as an opinion in the presently ongoing widespread discussion concerning consequences of climatic changes.

**Key words:** climate, changes of climate, agriculture, food economy, Poland.

### **Wstęp**

Rozwój gospodarki światowej i wzrost liczby ludności na naszej planecie powodują dynamiczne zmiany w środowisku przyrodniczym. Zmiany te zostały przez człowieka zauważone, są monitorowane i oceniane. Stale rośnie też świadomość społeczna na temat relacji człowiek – środowisko i zmian w przyrodzie wynikających z gospodarczej działalności.

Wpływ człowieka na zmiany klimatu to współcześnie najmodniejszy temat w badaniach przyrodniczych, zyskujący też duże zainteresowanie wśród przedstawicieli in-

---

\* Opracowanie wykonane w ramach projektu ESPON 2013, *European Development Opportunities for Rural Areas (EDORA)*, Task 2.11. *Review of Current Situation and Recent Trends, (h) Climate Changes.*

nych dyscyplin badawczych reprezentujących nauki społeczne, ekonomiczne i techniczne. Dużo do powiedzenia mają też w tym zakresie politycy, którzy określają kierunki rozwoju gospodarczego regionów i kontynentów, a swoimi decyzjami wpływają w sposób pośredni na współczesne procesy klimatyczne (np. unijny „pakiet klimatyczny”).

Mimo wielkich międzynarodowych przedsięwzięć naukowych, wymiany poglądów na kongresach światowych poświęconych problematyce zmian klimatu, tysięcy publikacji naukowych, nie wiemy do końca, jaki wpływ wywieramy na klimat. Pewne jest tylko to, że nasz wpływ jest coraz większy. Nie potrafimy też w sposób jednoznaczny odpowiedzieć na pytanie, w jakim kierunku zmierzają współczesne nam zmiany klimatu?

Prezentowane opracowanie jest poświęcone próbie oceny zmian w gospodarce rolnej pod wpływem zmian klimatycznych. Zadanie nie jest proste, bo skoro nie jesteśmy do końca pewni, jaki jest kierunek zmian klimatu i jaki jest nasz wpływ na klimat, trudno ocenić jego oddziaływanie na gospodarkę rolną.

Rolnictwo, jak żadna inna gałąź gospodarki jest zależne od klimatu i zjawisk atmosferycznych. Możemy jednak na wstępie przyjąć, że każda zmiana klimatu wywołuje w rolnictwie poważne problemy. Zmieniają się zasięgi upraw, terminy wykonywania prac polowych, plonowanie itp. Zmusza to człowieka do poszukiwania nowych rozwiązań i metod produkcji.

Interakcja klimat – rolnictwo jest dwukierunkowa, ale na pewno klimat oddziałuje silniej na rolnictwo, niż ono na klimat. Niemniej jednak wycinanie dużych połaci leśnych pod uprawy rolnicze, tworzenie wielkich powierzchni upraw monokulturowych, nawadnianie upraw, powodują lokalne lub globalne zmiany warunków klimatycznych.

## **1. Zmiany klimatu – zimniej lub cieplej?**

Dyskusja wśród naukowców o przyszłość klimatyczną Ziemi toczy się wokół dwóch przeciwstawnych hipotez. Jedna wskazuje na rosnące ocieplenie, druga mówi o nadchodzącym ochłodzeniu. Zwolennicy pierwszej z nich, wskazują m.in. na wzrost średniej temperatury dolnej troposfery o ok. 0,5°C w ciągu ostatnich 100 lat (Woś 1999). Druga hipoteza opiera się natomiast na obserwowanym rozrastaniu pokrywy lodowej w Arktyce i u wybrzeży Antarktydy od połowy lat 80. XX w.

Zdecydowana większość specjalistów z zakresu klimatologii i geofizyki atmosfery opowiada się za współczesnym ocieplaniem klimatu. Są jednak i tacy, którzy wskazują na zupełnie przeciwny proces, tj. ochładzanie się klimatu. W 2008 r. na łamach „Polityki” pojawił się artykuł Jaworowskiego (2008), który wywołał dyskusję w środowisku naukowym. Co prawda tygodnik ten nie ma wiele wspólnego z publikacjami naukowymi, ale w dyskusji wzięli udział znani polscy specjaliści od klimatu. Zdaniem Kożuchowskiego (2008) hipotezę o przyczynach efektu cieplarnianego tkwiących w działaniach człowieka uznaje się w Międzyrządowym Zespole do spraw

Zmian Klimatu (*Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC*) w 90% za udowodnioną. Według czwartego Raportu IPCC wzrost średniej temperatury od połowy XX w., jest najprawdopodobniej wywołany wzrostem stężenia gazów cieplarnianych, za które odpowiada człowiek. Według Hamana (2008) pogląd o antropogenicznym podłożu współczesnego ocieplenia jest jednak nadal tylko hipotezą, a nie ugruntowaną teorią. Jego zdaniem nie da się wykluczyć, że o zmianie klimatu decydują procesy naturalne, a ograniczenie emisji gazów cieplarnianych nie zahamuje tego procesu.

Zdecydowaną mniejszość stanowią naukowcy reprezentujący pogląd, że współczesne zmiany klimatyczne prowadzą do jego oziębienia. Za dowody obecnego ochłodzenia przyjmują słabszą aktywność słońca (faza minimum solarnego), wzrost powierzchni pokrywy śnieżnej na półkuli północnej, spadek przeciętnej temperatury na biegunie południowym, wzrost zasięgu i grubości lodu między Grenlandią a Kanadą.

Większość wyników badań potwierdza tezę o przyspieszającym wzroście temperatury na naszym globie. Wzrosty te były obserwowane w ostatnim ćwierćwieczu szczególnie na półkuli północnej w strefie polarnej. Bardzo niewielkie obszary charakteryzowały się natomiast spadkiem średniej temperatury i występowały w sąsiedztwie Ameryki Południowej oraz na wybrzeżu Antarktydy.

Prognozowanie zmian klimatu na podstawie dotychczasowych wyników badań i doświadczeń jest prawdopodobnie obarczone błędami, wynikającymi z trudności uwzględnienia gwałtownych przemian ludnościowych i gospodarczych. Do prognozowania wykorzystuje się też różne modele matematyczne, co do których, też można mieć wiele zastrzeżeń. Na przykład w 1991 r. na bazie modelu *General Circulation Model* opracowanego przez Goddard Institute for Space Studies, powstał w IUNG „optymistyczny scenariusz” wpływu zmian klimatycznych na gospodarkę rolną. Według niego zmiany klimatyczne przyniosą po 2020 r. wzrosty plonów wszystkich roślin uprawnych z wyjątkiem ziemniaków oraz zwiększą znaczenie uprawy kukurydzy i soi (Bis 1993). Ze scenariusza wynikało też, że okres wegetacyjny wydłuży się o ok. 30-40%, nastąpi wzrost średniej rocznej temperatury o 3°C, a średnia ilość opadów wzrośnie z 625 do 1100 mm. Sami autorzy zdawali sobie sprawę z przeszacowania tego scenariusza pisząc, że „*przedstawione zmiany należy jednak uznać za wielce hipotetyczne i raczej za wariant optymistyczny*” (*ibid*, s. 198). Współczesne modele są bez wątpienia bardziej wyrafinowane i bazują na większej liczbie punktów „reperowych”, ale i tak mają wielu krytyków.

Trudno o jedność poglądów w zakresie problemu zmian klimatu. Niemniej jednak można z dużym prawdopodobieństwem przyjąć, za większością badających to zjawisko, że w naszych szerokościach geograficznych mamy do czynienia z tzw. efektem cieplarnianym, którego skutkiem jest wzrost przeciętnej temperatury powietrza. Wobec powyższego pojawia się podstawowe pytanie: jak te zmiany wpłyną na gospodarkę rolną? Czy zmiany klimatu ułatwią, czy utrudnią możliwości wyżywienia ludności świata, której liczba gwałtownie wzrasta? Czy możemy oczekiwać wzrostu potencjału produkcyjnego w rolnictwie, a jeśli tak, to czy będzie on równomierny we wszystkich regionach świata?

## 2. Czynniki klimatyczne różnicujące kierunki produkcji rolnej

Główną funkcją rośliny jest przetwarzanie w procesie fotosyntezy energii promieniowania słonecznego na materię organiczną. O wydajności rośliny decydują takie czynniki, jak promieniowanie słoneczne, temperatura i opady atmosferyczne. Od czynników klimatycznych będzie zależał rodzaj, wielkość i efektywność produkcji rolnej.

Dopływ promieniowania słonecznego ma duży wpływ na kształtowanie się warunków termicznych, a w konsekwencji na długość okresu wegetacyjnego (czyli czasu, w którym średnia dobową temperaturę wynosi powyżej 5°C). Pszenica potrzebuje od 90 do 120 dni z taką średnią dobową, natomiast drzewa owocowe od 170 do 190 dni (Stola, Szczyński 1982).

W Polsce długość okresu wegetacji waha się od ok. 180 dni w górach i północno-wschodniej części kraju, do 230 dni na południu i południowym zachodzie. Wegetacja roślin rozpoczyna się najwcześniej, bo w końcu marca, na Dolnym Śląsku oraz w kotlinach podkarpackich i trwa do połowy listopada. Na Pojezierzu Suwalskim, Mazurskim i Kaszubskim oraz w górach, analogiczny okres trwa od połowy kwietnia do końca października.

Nasłonecznienie wpływa bezpośrednio na temperaturę powietrza. W agroklimatologii stosuje się wskaźnik warunków termicznych, jakim jest roczna suma dobowych wartości temperatury. Na obszarach gdzie suma średnich dobowych wartości temperatury w ciągu roku nie przekracza 1000°C, gospodarcza uprawa roślin jest niemożliwa (Falkowski, Kostrowicki 2001). Rośliny uprawne w naszych szerokościach geograficznych wymagają na ogół rocznych sum temperatury w granicach 1400-2200°C. Należą do nich: pszenica, jęczmień, żyto, owies, ziemniaki i większość roślin pastewnych. Wyższe wymagania termiczne mają: buraki cukrowe, niektóre odmiany pszenicy, kukurydza na ziarno, słonecznik i soja (2200°C do 2500°C).

W Polsce sumy średnich dobowych temperatur wahają się w zależności od roku, od ok. 2400°C na północnym wschodzie, do ponad 2800°C na Dolnym Śląsku i w Wielkopolsce. Wynika z tego, że prawie w całym kraju rośliny typowe dla naszej strefy klimatycznej otrzymują w okresie wegetacji wystarczającą ilość ciepła. Tylko na Pojezierzu Suwalskim i w górach istnieje niedostateczna ilość ciepła do uprawy buraków cukrowych, rzepaku i niektórych gatunków drzew owocowych (Bański 2007).

Osobnym zagadnieniem związanym z temperaturą powietrza jest występowanie przymrozków w okresie wegetacji, które mogą powodować duże zniszczenia w uprawach, głównie warzywniczych i sadowniczych. Najbardziej niekorzystne są przymrozki w okresie wiosennym, tj. w czasie kwitnienia lub wydawania wczesnych owoców.

Opady atmosferyczne decydują o zasobach wodnych wymaganych do uprawy roślin. W Polsce sumy roczne opadów wynoszą 500-700 mm z kulminacją w okresie lata. Brak opadów powodujący długotrwałe susze wyrządza w rolnictwie ogromne straty.

Również gwałtowne opady atmosferyczne powodujące podtopienia i towarzyszące im silne wiatry lub opady gradu mogą zniszczyć uprawy.

### 3. Wpływ zmian klimatycznych na rolnictwo

W skali globalnej warunki klimatyczne są podstawowym elementem środowiska przyrodniczego kształtującym gospodarkę rolną. Dowodem na to jest strefowe rozmieszczenie upraw roślinnych na kuli ziemskiej, zgodne ze strefami klimatycznymi. W każdej ze stref uprawia się odmienne i typowe dla nich gatunki roślin oraz hoduje różne gatunki zwierząt. Na przykład typową rośliną dla wilgotnego klimatu zwrotnikowego będzie ryż, zaś dla klimatu strefy umiarkowanej – pszenica. Człowiek w coraz większym stopniu uniezależnia się od wpływu klimatu, ale w skali globalnej daleko nam do tego, aby w sposób masowy uprawiać rośliny, „jakie chcemy i tam gdzie chcemy”.

Na podstawie Modeli Ogólnej Cyrkulacji (*General Circulation Models*) szacuje się, że rosnąca koncentracja gazów cieplarnianych może spowodować wzrost średniej temperatury na naszym globie w ciągu najbliższych 100 lat od 1,5°C do 5°C (rozpiętość tych wartości jest bardzo duża). Efektem wzrostu przeciętnej temperatury powinno być podniesienie się poziomu morza, nasilenie się ekstremalnych zjawisk pogodowych i zmiany rozmieszczenia stref klimatycznych, ale także – być może – wzrost potencjału produkcyjnego w rolnictwie.

Według Jaworowskiego (2008) podwyższona temperatura i związany z tym wzrost emisji dwutlenku węgla z oceanów (chłodne wody oceanu są w stanie absorbować duże ilości CO<sub>2</sub>, ale ogrzane oddają jego nadmiar), zwiększają na Ziemi biologiczną produkcję netto. Dalej autor stwierdza, że to swoiste nawożenie przez naturalne zwiększenie zawartości CO<sub>2</sub> w atmosferze sprzyja, w połączeniu z innowacjami w rolnictwie, wzrostowi produkcji żywności.

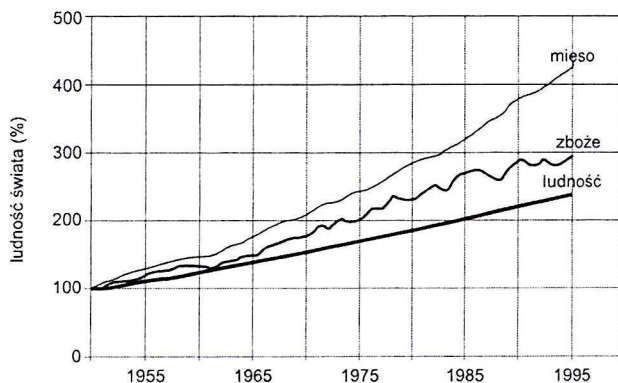
W okresie 1939-2000 wzrost produkcji na głowę mieszkańca świata w przypadku pszenicy wyniósł 18%, ryżu 35%, a wieprzowiny 200%. Wzrost produkcji żywności wykazywał ogólnie większą dynamikę niż przyrost liczby ludności (ryc. 1). Trudno ocenić, czy ta tendencja jest trwała i jak na nią wpłynie zmiana klimatu. Wydaje się jednak, że w ciągu najbliższych kilkunastu lat wzrostowi liczby ludności nie powinien towarzyszyć w skali globalnej problem głodu. Zjawisko głodu może mieć charakter lokalny (rzadziej regionalny) i być wynikiem ekstremalnych zmian pogodowych.

Optymizm związany ze wzrostem produkcji roślinnej w wyniku rosnącego stężenia CO<sub>2</sub> w atmosferze studził Ryszkowski (1992). Już kilkanaście lat temu autor zaproponował, aby oddziaływanie koncentracji dwutlenku węgla w atmosferze na światową gospodarkę rolną rozpatrywać w kategoriach bezpośrednich i pośrednich. Te pierwsze dotyczą intensyfikacji fotosyntezy oraz możliwości rozwoju roślin przy niższych zasobach wodnych i ich bardziej ekonomicznym wykorzystaniu. Oddziały-

wania pośrednie, jego zdaniem, należy natomiast rozpatrywać przez zmiany warunków klimatycznych, glebowych, rozwój chorób i szkodników itp.

W przypadku oddziaływań bezpośrednich autor proponuje dużą ostrożność przy przenoszeniu wyników badań laboratoryjnych lub eksperymentalnych do warunków naturalnych. Badania wykazują duże zróżnicowanie wzrostu plonów wynikających ze wzrostu zawartości dwutlenku węgla. Na przykład wzrost  $\text{CO}_2$  z 330 do 660 ppm (*parts per milion* – cząstek gazu na milion cząstek powietrza w jednostce objętości) spowodował, przy optymalnych warunkach, wzrost plonów bawełny o 104%, ryżu – 9%, jęczmienia – 36%, koniczyny – 4%. W zależności od gatunku roślin wzrost stężenia dwutlenku węgla może skutkować większym wzrostem korzeni, łodyg lub innych części. W warunkach naturalnych o plonowaniu decydują też inne elementy środowiska (np. warunki wilgotnościowe, zawartość mineralnych składników odżywczych, zmienność temperatury). Mogą one niwelować wzrosty plonów wynikające z koncentracji dwutlenku węgla. Na przykład wśród roślin zbożowych plon zależy przede wszystkim od długości dnia i poziomu temperatury w okresie kwitnienia, a w mniejszym stopniu od stężenia dwutlenku węgla w atmosferze. Głównym wnioskiem Ryszkowskiego jest to, że pozytywne oddziaływanie wzrostu stężenia  $\text{CO}_2$  w warunkach laboratoryjnych na produkcję roślinną, nie ma potwierdzenia w warunkach naturalnej uprawy roślin.

Wzrost liczby ludności na świecie będzie bardzo zróżnicowany regionalnie. Według większości prognoz demograficznych największy przyrost ludności wystąpi w krajach Afryki i Azji, gdzie współcześnie występują pewne problemy żywnościowe. Duże obszary centralnej Afryki i Indie charakteryzuje spożycie przez przeciętnego mieszkańca poniżej 2000 kcal/dzień. Prawdopodobne zmiany klimatyczne w tych regionach będą miały charakter negatywny, związany z procesami pustynnienia lub też podniesieniem poziomu wszechoceanu i w efekcie zalania niektórych użytków rolnych lub ich silnego zasolenia. Do krajów najbardziej zagrożonych wzrostem poziomu morza należą: Ban-



Ryc. 1. Przyrost ludności świata na tle przyrostu produkcji zbóż i mięsa

Źródło: (*Wielka Encyklopedia*....1998, s. 8).

gladesz (obszar do wysokości 1 m n.p.m. zamieszkuje 17 mln ludzi), Egipt, Indonezja, Malediwy, Mozambik, Pakistan i Senegal (Bański, Błażejczyk 2006).

Z kolei w strefie klimatów umiarkowanych wzrost temperatury może spowodować rozszerzenie niektórych upraw i wzrost plonowania roślin. Tymczasem kraje w tej strefie klimatycznej charakteryzuje już obecnie nadprodukcja żywności.

Zmianom klimatu towarzyszy wzrost natężenia zjawisk ekstremalnych (silne mrozy, upały, gwałtowne ulewy, wichry, susze), które w istotny sposób zwiększają ryzyko produkcyjne w rolnictwie. Według amerykańskich firm ubezpieczeniowych zjawiska meteorologiczne powodują 75% notowanych strat materialnych. Najwięcej jest zdarzeń związanych z występowaniem tornad i silnych wiatrów (39%), następnie powodzi (26%), upałów i susz (5%) oraz silnych mrozów (3%). Ocenia się np., że na przełomie lat 1997/1998, najsilniejsze w ubiegłym stuleciu zjawisko El Nino, dotknęło 110 mln ludzi i spowodowało szkody w gospodarce wynoszące ok. 100 mld dol. USA. Część tych zdarzeń dotyczyła gospodarki rolnej.

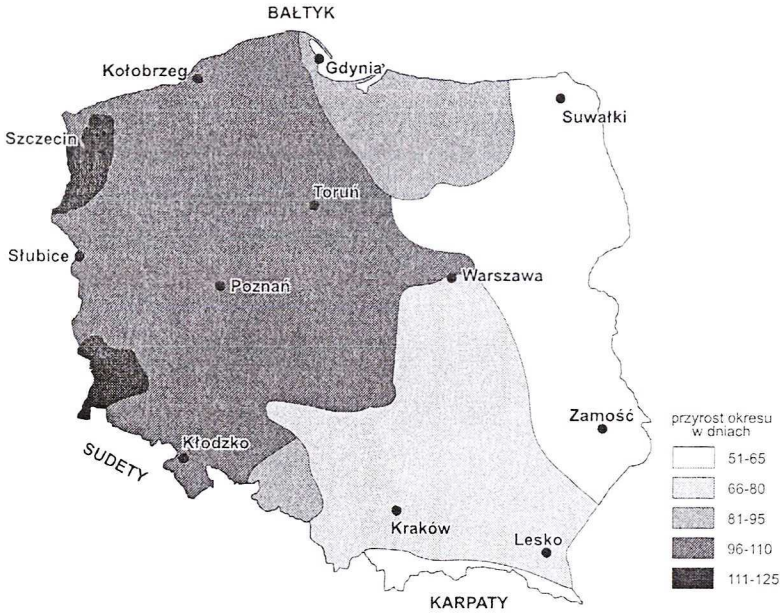
Koncepcje zakładające ocieplenie klimatu na skutek wzrostu stężenia dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>) w atmosferze przewidują zmiany wszystkich pozostałych elementów klimatycznych. Można wysnuć wniosek, że współcześnie obserwowane zmiany klimatu polegające na wzroście przeciętnej temperatury na naszym globie i nasileniu się zjawisk ekstremalnych będą pogłębiały polaryzację przestrzenną produkcji rolnej. Będzie to polegało na wzroście potencjału produkcyjnego w krajach bogatych i jego „relatywnym” spadku w krajach ubogich.

#### **4. Zmiany klimatu a rolnictwo polskie**

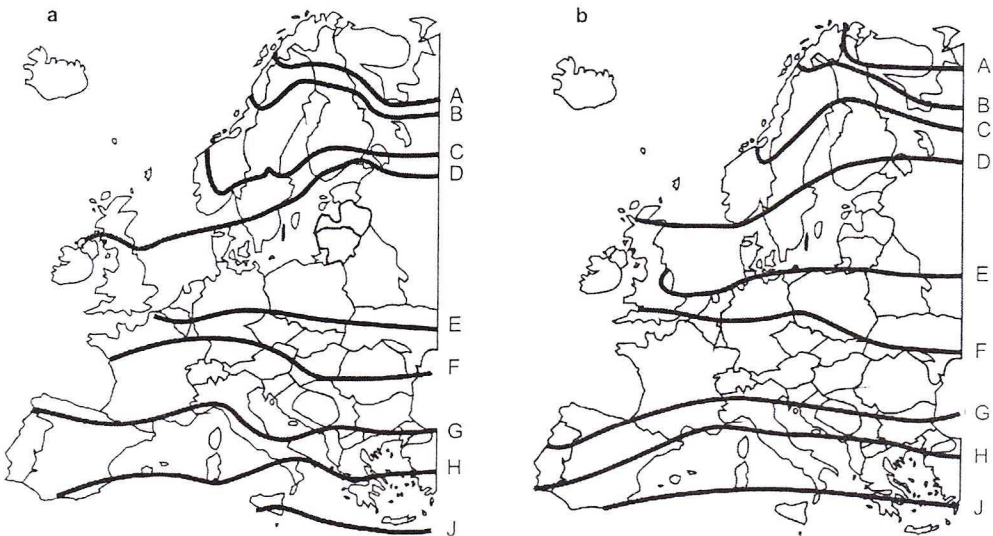
W strefie klimatów umiarkowanych występują na ogół dogodne warunki dla rolnictwa. Podstawowymi uprawami są zboża (pszenica, jęczmień), ziemniaki, buraki cukrowe, rzepak, kukurydza. W kontynentalnej odmianie klimatu umiarkowanego, sezonowość warunków pogodowych, w tym przede wszystkim nierównomierny rozkład opadów atmosferycznych, stawia przed rolnictwem poważne wyzwania. Natomiast w strefie wpływu mas powietrza morskiego, rozkład temperatury i opadów atmosferycznych jest korzystniejszy, a ryzyko niepowodzenia produkcyjnego wynikającego z przyczyn pogodowych jest niewielkie.

Polska leżąc na obszarze przejściowym między klimatem morskim i kontynentalnym ma bardzo zróżnicowane warunki do prowadzenia działalności rolniczej. Na zachodzie zaznacza się wyraźny wpływ mas powietrza oceanicznego łagodzących warunki klimatyczne, zaś na wschodzie klimat jest ostrzejszy i wymaga większej selekcji wśród upraw roślinnych. Specyfiką klimatu Polski jest jego zmienność w poszczególnych latach. Każdy rok może przynieść mroźną i suchą lub ciepłą i wilgotną zimę oraz ciepłe i suche lub chłodne i wilgotne lato.

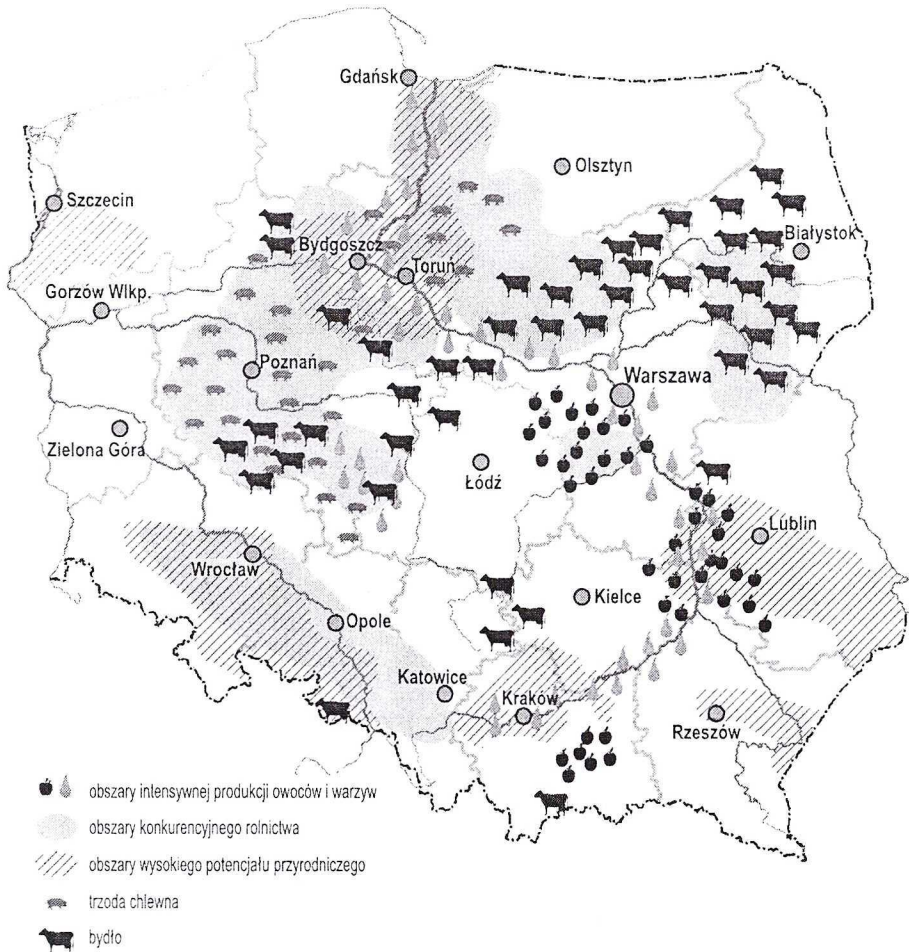
Prognozowany wzrost temperatury na Ziemi będzie zróżnicowany przestrzennie, a jego największa zmiana, jak wskazują na to dotychczasowe obserwacje i bada-



Ryc. 2. Przyrost okresu wegetacyjnego w XXI w. w Polsce według jednego ze scenariuszy zmian klimatu  
 Źródło: Kędziora 1999, s. 339 (ryc. 2, 3).



Ryc. 3. Północne granice zasięgu upraw niektórych roślin w 1975 r. (a) i 2075 (b):  
 A – ziemniaki, B – jęczmień jary, C – pszenica ozima, D – buraki cukrowe, E – kukurydza,  
 F – winorośl, G – oliwki, H – cytrusy, J – bawełna



Ryc. 4. Strategiczne obszary żywicielskie

Źródło: Opracowanie własne, na potrzeby Ekspertkiego Projektu  
*Koncepcji Przestrzennego Zagospodarowania Kraju.*

nia, wystąpi prawdopodobnie w wyższych szerokościach geograficznych. Skutki tego powinny być wyraźne na terytorium naszego kraju, w postaci wydłużenia się okresu wegetacyjnego. Zjawisko takie umożliwi wprowadzenie większego spektrum upraw. Z optymistycznych scenariuszy wynika, że na krańcach zachodnich Polski, okres wegetacji może trwać nawet przez cały rok (ryc. 2).

Wzrost temperatury zmieni geograficzne zasięgi występowania poszczególnych roślin uprawnych. W Polsce wzrośnie udział roślin, które są obecnie uprawiane na południe od Karpat. Spowoduje to daleko idące zmiany w kierunkach rolniczego zagospodarowania ziemi. W strukturze zasiewów zmniejszeniu ulegnie udział „zimnolubnych” ziemniaków i żyta, których zasięg występowania przesunie się daleko na północ (ryc. 3).

Konsekwencją globalnego wzrostu temperatury będą prawdopodobnie przestrzenne zmiany ilościowe opadów atmosferycznych. Spodziewać się można także sezonowych zmian opadów atmosferycznych, które mogą mieć wpływ na wybór odpowiednich odmian roślin uprawnych. Ponadto, koncentracja opadów w krótkich okresach może skutkować natężoną erozją gleby oraz intensyfikacją rozwoju szkodników i chorób roślin.

W przypadku Polski najmniejsze opady atmosferyczne występują na obszarze Wielkopolski, Kujaw, zachodniej części Mazowsza i środkowej części Wyżyny Lubelskiej. Według IUNG suma roczna opadów nie przekracza tam na ogół poziomu 550 mm. Są to obszary często dotykane zjawiskiem suszy. Pokrywają się one w znacznym stopniu ze strategicznymi obszarami żywicielskimi Polski (ryc. 4). Dlatego też problem opadów atmosferycznych powinien być szczególnie podkreślany w badaniach wpływu klimatu na rolnictwo w naszym kraju. Częste susze mogą całkowicie zniwelować rosnący potencjał produkcyjny rolnictwa wynikający z wydłużenia okresu wegetacyjnego i wzrostu średniej temperatury.

Zjawisko obniżenia ilości opadów często obserwowane jest na Kujawach. W latach charakteryzujących się niskimi opadami (240-250 mm rocznie) i długimi okresami bezopadowymi, poziom wody gruntowej na łąkach nadnoteckich spada znacznie, co powoduje przesuszenie wierzchniej warstwy gleby i znaczny spadek produkcji masy zielonej (Błażejczyk *et al.* 2005).

## Wnioski

Ocieplanie się klimatu w najbliższych dekadach jest najbardziej prawdopodobnym zjawiskiem, potwierdzanym przez liczne badania naukowe. W rolnictwie przyniesie ono polaryzację przestrzenną produkowanej żywności. Prawdopodobnie w wyniku wzrostu temperatury i wydłużenia się okresu wegetacyjnego potencjał produkcyjny wzrośnie przede wszystkim w wyższych szerokościach geograficznych, gdzie położone są kraje dobrze rozwinięte gospodarczo. Natomiast na obszarach zwrotnikowych i równikowych może wystąpić „relatywny” spadek potencjału produkcyjnego rolnictwa. Spadek ten mogą wzmocnić procesy pustoszenia lub podniesienie się poziomu wszechoceanu. Efektem powyższych zmian może być problem nadmiaru produkcji żywności w krajach bogatych i niedostatecznej produkcji w krajach słabiej rozwiniętych.

W Polsce zakładane zmiany klimatyczne mogą przynieść wzrost potencjału produkcyjnego, w związku z wydłużeniem się okresu wegetacyjnego i umożliwieniem uprawy roślin ciepłolubnych. Przy optymistycznych założeniach możliwy będzie wyпас zwierząt trawożernych przez cały rok. W przypadku niektórych upraw możliwe będzie uzyskiwanie dwóch plonów. Poprawa zasobów paszowych będzie wynikała z możliwości uprawy przedplonów i poplonów. Należy jednak uwzględnić możliwość występowania częstszych zjawisk pogodowych o charakterze ekstremalnym, które mogą niwelować potencjalne możliwości wzrostu produkcji.

## Literatura

- Bański J., 2007, *Geografia rolnictwa Polski*. PWE, Warszawa.
- Bański J., Błażejczyk K., 2006, *Globalne zmiany klimatu i ich wpływ na rolnictwo*, [w:] *Przemiany środowiska geograficznego Polski północno-zachodniej*, A. Kostrzewski, J. Czerniawska (red.). UAM, Poznań, Bogucki Wyd. Naukowe, s. 119-129.
- Bis K., 1993, *Przewidywane zmiany klimatyczne i ich ekonomiczne konsekwencje dla rolnictwa polskiego*, [w:] *Rolnictwo w gospodarce rynkowej*. Międzynarodowa konferencja naukowa, Kraków, Zeszyty Naukowe AR w Krakowie, 279, s. 187-199.
- Błażejczyk K., Kasperska-Wolowicz W., Labeledzki L., Kunert A., 2005, *Multi-annual Fluctuations in Precipitation and Their Hydrological and Ecological Consequences in Regional Scale*, [w:] *Regional Hydrological Impacts of Climatic Change – Hydroclimatic Variability*. IAHS Publ., 296, s. 65-70.
- Falkowski J., Kostrowicki J., 2001, *Geografia rolnictwa świata*. PWN, Warszawa.
- Haman K., 2008, *Komentarz prof. Krzysztofa Hamana do raportu prof. dr hab. Zbigniewa Jaworowskiego* pt. „Idzie zimno”, <http://www.google.pl/search?hl=pl&q=Komentarz+prof.+Krzysztofa+Hamana+do+raportu+prof.+dr+hab.+Zbigniewa+Jaworowskiego+pt.+%22Idzie+zimno%22&lr=&aq=f&oq=>.
- Jaworowski Z., 2008, *Idzie zimno* „Polityka”, 15.
- Kędziora A., 1999, *Podstawy agrometeorologii*. PWRiL, Poznań.
- Koźuchowski K., 2008, *Komentarz prof. Krzysztofa Koźuchowskiego do raportu prof. dr hab. Zbigniewa Jaworowskiego* pt. „Idzie zimno”, „Polityka”, <http://www.polityka.pl/komentarz-prof-krzysztofa-kozuchowskiego-do-raportu-prof-dr-hab-zbigniewa-jaworowskiego-pt-idzie-zimno/Text03,1748,256474,15/>.
- Ryszkowski L., 1992, *Efekt cieplarniany a zmiany w rolnictwie*, [w:] *Globalne zmiany środowiska naturalnego wyzwaniem dla ludzkości*. Materiały konferencji, PAU, Kraków, Komitet Narodowy Programu – Global Change, MOŚNiL, PAN, Kraków, s. 83-90.
- Stoła W., Szczęsny R., 1982, *Geografia rolnictwa Polski*. WSiP, Warszawa.
- Wielka Encyklopedia Geografii Świata*, 1998, *Rolnictwo i leśnictwo*, t. 11, Wyd. Kurpisz, Poznań.
- Woś A., 1999, *Klimat Polski*. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.