



## Określenie wpływu zmian klimatu na plonowanie głównych roślin uprawnych w Polsce

Poziom plonowania jest podstawowym wskaźnikiem wykorzystywanym przy ocenie wpływu zmian klimatu na rolnictwo. Pierwsze opracowanie dotyczące tego zagadnienia dla dwóch scenariuszy klimatycznych zostało wykonane w IUNG-PIB już w 1993 r. Wykazano wtedy, że wraz z prognozowanym ociepleniem w Polsce poprawią się warunki dla plonowania roślin ciepłolubnych, natomiast pogorszą warunki dla plonowania ziemniaka i roślin jarych. W ostatnich latach na podstawie oceny strat plonów w Polsce od 1950 r. stwierdzono, że przy ogólnym wzroście potencjału plonowania zwiększa się również zmienność plonowania, co dla rolnictwa oznacza mniejszą stabilność produkcji. Natomiast najnowsze studium na temat potrzeb adaptacyjnych rolnictwa województwa podlaskiego wskazało szereg różniących się od wcześniej sformułowanych wniosków np. na temat potencjału plonowania kukurydzy, której plony wg obecnych ocen mają być znacząco ograniczane przez susze. Celem pracy było określenie poziomu plonowania oraz zmienności plonowania 8 upraw (pszenicy ozimej, żyta, pszenicy jarej, jęczmienia jarego, ziemniaka, buraka cukrowego, kukurydzy, siana łąkowego) w warunkach scenariuszy klimatycznych dla obszaru Polski na lata 2011-2030

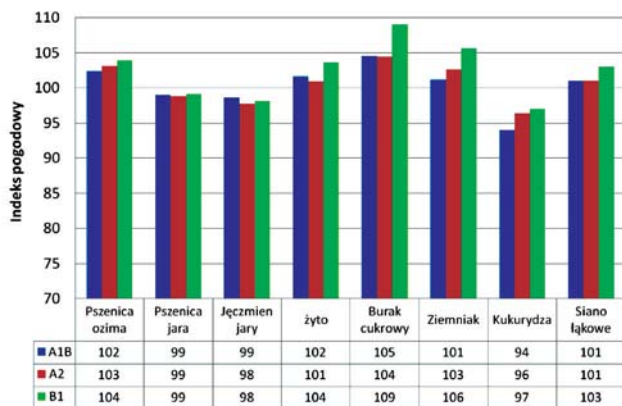
W pracy wykorzystano modele Pogoda-Plon (IPO), opracowane na potrzeby bie-



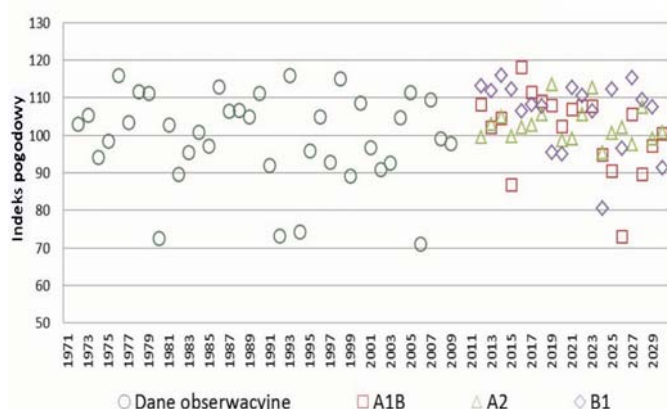
żącego prognozowania plonów w Polsce (Górski i in. 1997). W modelach IPO prognoza plonów wykonywana jest na podstawie dwóch indeksów: BWO i IP. Indeks BWO, wyraża plon oczekiwany przy określonym zużyciu środków produkcji, metodach produkcji i strukturze agrarnej. Indeks pogodowy (IP), wyraża wpływ pogody na plon w określonych warunkach pogodowych. Wartość IP równa 100, oznacza warunki do uzyskania plonu na poziomie średnim wieloletnim. Wartość IP większa od wartości 100 oznacza wzrost plonów w danym roku, natomiast IP mniejsze od wartości 100 oznacza zmniejszenie plonów w danym roku. Plon krajowy w modelach IPO określany jest jako średnia arytmetyczna z IP dla 20 stacji meteorologicznych w Polsce. Błąd standardowy oceny krajowego poziomu plo-

nowania w modelach IPO wynosi przeciętnie do 4%. Do obliczeń IP wykorzystywane są następujące elementy meteorologiczne: średnia temperatura powietrza ( $^{\circ}\text{C}$ ), suma opadu atmosferycznego (mm), liczba dni z pokrywą śnieżną, wilgotność względna powietrza z godziny 12 UTC (%), suma usłonecznienia (godz.), liczba dni z przymrozkami przygruntowymi. Analizy wykonano dla danych obserwacyjnych ze stacji synoptycznych w Polsce oraz opracowanych dla tych stacji scenariuszy klimatycznych (A1B, A2, B1) na lata 2011-2030.

W warunkach analizowanych scenariuszy klimatycznych na lata 2011-2030, stwierdzono nieznaczny wzrost indeksów pogodowych plonu krajowego (IP) dla buraka cukrowego, ziemniaka, pszenicy ozimej, żyta i siana łąkowego, natomiast spadek dla kukurydzy, jęczmienia jarego i pszenicy jarej. W przypadku realizacji najbardziej korzystnego dla plonowania scenariusza (B1), wzrost IP dla buraka cukrowego może osiągnąć 9%, ziemniaka 6%, pszenicy ozimej 4%, żyta 4% i siana łąkowego 3%. W przypadku kukurydzy największy spadek indeksu IP stwierdzono przy realizacji scenariusza A1B (-6%), natomiast dla jęczmienia jarego przy realizacji scenariusza A2 i B1 (-2%). W przypadku IP pszenicy jarej nie stwierdzono różnic w spadku IP między scenariuszami, który wyniósł -1%.



Indeks pogodowy plonu krajowego pszenicy ozimej, pszenicy jarej, żyta, buraka cukrowego, ziemniaka, kukurydzy i siana łąkowego w warunkach agroklimatycznych wg trzech scenariuszy klimatycznych (A1B, A2, B1) na lata 2011-2030



Indeks pogodowy (IP) plonu krajowego ziemniaka w latach 1972-2009 i dla scenariuszy klimatycznych na lata 2011-2030



## Określenie wpływu zmian klimatu na plonowanie głównych roślin uprawnych w Polsce

Ocena kosztów ekonomicznych prognozowanych zmian klimatycznych powinna uzasadniać potrzebę podejmowania działań adaptacyjnych wobec prognozowanych skutków obecnych i przyszłych zmian klimatu. Według Raportu Sterna (2007) zaniechanie działań na rzecz ograniczenia globalnego ocieplenia i adaptacji do nowych warunków klimatycznych może spowodować stratę ok. 5% światowego PKB w każdym roku. W latach ekstremalnych straty z powodu niekorzystnych warunków meteorologicznych mogą wynosić do 20% światowego PKB i więcej. Ocena kosztów ekonomicznych zmian plonowania jest zagadnieniem złożonym i wymaga przede wszystkim wykonania analiz plonowania w warunkach prognozowanych scenariuszy klimatycznych, ale również przyjęcia szeregu założeń dotyczących przyszłej sytuacji rolnictwa (głównie polityki rolnej), kształtowania cen płodów rolnych i zmian w strukturze upraw. W niniejszej pracy przy ocenie kosztów ekonomicznych zmian plonowania dla scenariuszy klimatycznych na lata 2011-2030 uwzględniono 8 upraw, co podyktowane jest dostępnością modeli prognoz plonów.

Materiały do analizy kosztów ekonomicznych zmian plonowania stanowiły historyczne notowania rynkowe cen płodów rolnych zaczerpnięte z publikacji Głównego Urzędu Statystycznego (GUS) z lat 2007-2009. Ceny płodów rolnych notowane przez GUS uwzględniają zarówno sprzedaż targowiskową, jak i skup realizowany przez podmioty gospodarcze na poziomie województw. Na potrzeby analizy



dane zostały zagregowane do poziomu krajowego z uwzględnieniem dla każdego z województw udziału poszczególnych form sprzedaży (targowisko, podmiot gospodarczy).

W opracowaniu wykorzystano dane GUS dotyczące powierzchni upraw oraz zbiorów krajowych z lat 1972-2009. Podstawowe źródło tych danych stanowiły dane statystyki powszechnej GUS oraz opracowania i analizy IERiGŻ-PIB oraz IUNG-PIB.

Podstawą oceny kosztów zmian plonowania w latach 1972-2009 i w warunkach scenariuszy klimatycznych na lata 2011-2030 były w Polsce wyniki szacunków plonowania wykonane na podstawie danych meteorologicznych z pomocą statystyczno-empirycznych modeli prognoz plonów.

Wartość produkcji określono jako iloczyn zbiorów krajowych analizowanych upraw (pszenicy ozimej, żyta, pszenicy jarej, jęczmienia jarego, ziemniaka, buraka cukrowego, kukurydzy, siana łąkowego) i ustalonych cen bieżących. Ocena zmian warto-

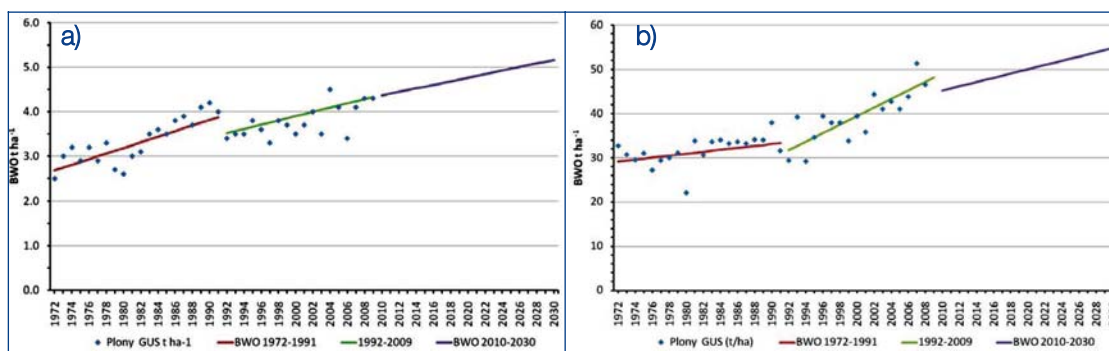
ści produkcji w latach 1972-2009 wykonano w oparciu o następujące wartości:

- ▷ rzeczywiste (zbiory szacowane przez GUS x cena)
- ▷ oczekiwane (powierzchnia uprawy x BWO x cena)
- ▷ oszacowane modelami IPO (powierzchnia uprawy x cena x BWO x IP).

Prognoza zmian powierzchni upraw ustalona została w oparciu o analizę trendu (liniowego) i wiedzę ekspercką uwzględniającą przyszłe, potencjalne czynniki warunkujące modyfikację dynamiki dotychczasowych tendencji.

Koszt ekonomiczny zmian plonowania wyrażono jako stosunek szacowanej wartości produkcji modelami IPO do wartości oczekiwanej BWO. Koszt ten ustalono dla wielolecia 1972-2009 oraz dla warunków scenariuszy klimatycznych na lata 2011-2030 i wyrażono w wartościach względnych i bezwzględnych. Wartością odniesienia przy ocenie kosztów strat plonów analizowanych w opracowaniu upraw był indeks BWO, wykorzystywany w modelach prognoz plonów. Indeks BWO wyraża plon oczekiwany przy przeciętnych warunkach przebiegu pogody, określonym zużyciu środków produkcji, metodach produkcji i strukturze agrarnej. Wyznacza się go na podstawie statystycznych plonów w wieloleciu z pomocą trendu liniowego. Z powodu zmian strukturalnych jakie nastąpiły w Polsce na przełomie lat 90 XX w. procedurę wyznaczania indeksu BWO zastosowano dzieląc szereg czasowy plonów z lat 1972-2009 na dwa podokresy: 1972-1990 oraz 1991-2009.

Wartości BWO dla perspektywy scenariuszy klimatycznych wyznaczono na podstawie trendu liniowego plonów z całego okresu 1972-2009, zakładając że obserwowany w ostatnich latach większy trend wzrostu plonowania zostanie wyhamowany.



Bezwzględne wartości oczekiwane (BWO) dla plonu a) pszenicy ozimej oraz b) buraka cukrowego, wykorzystane do kalkulacji kosztów zmian plonowania

# Określenie wpływu zmian klimatu na plonowanie głównych roślin uprawnych w Polsce



klimat.imgw.pl

e-mail: klimat@imgw.pl

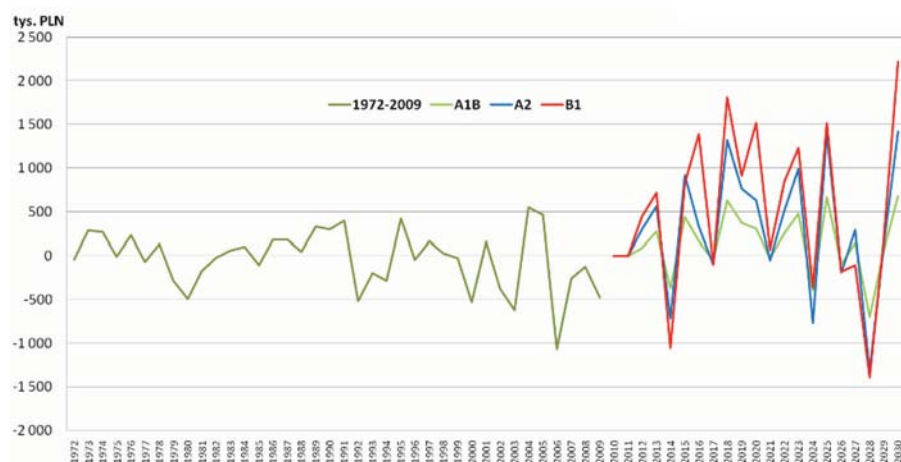
Czynnikiem warunkującym wartość produkcji analizowanych ziemiopłodów w Polsce w latach 1972-2009 były głównie zmiany powierzchni ich uprawy. W analizowanych latach zmniejszyła się znacząco powierzchnia uprawy ziemniaka, buraka cukrowego, żyta, siana łąkowego, pszenicy jarej i jęczmienia jarego, natomiast wzrosła powierzchnia uprawy pszenicy ozimej i kukurydzy. W wyniku tych zmian w okresie 1972-2009 ogólna wartość produkcji analizowanych upraw uległa znacznemu zmniejszeniu. Spadek wartości produkcji stwierdzono



w przypadku upraw żyta (ok. -50%), ziemniaka (ok. -70%), buraka cukrowego (ok. -20%) i siana (ok. -20-25%). Wzrost wartości produkcji odnotowano dla pszenicy ozimej (ok. 80%) i jarej (ok. 55%) oraz kukurydzy (ok. 250-300%), zaś dla jęczmienia jarego wartość produkcji zmieniła się w małym stopniu (ok. -10%).

Wartość produkcji ogółem dla omawianych ziemiopłodów w Polsce (zbiorów roślin) w latach objętych scenariuszami (2011-2030) ulegnie nominalnemu zwiększeniu. Obydwa scenariusze 2011-2030, można podzielić na dwa różniące się podokresy: 2011-2020 i 2021-2030. Pierwszy z nich charakteryzuje się niewielkimi wahaniami wartości produkcji, które na ogół przekraczają oczekiwaną wartość produkcji wynikającą z oszacowanego BWO. Natomiast w latach 2021-2030 możemy mieć do czynienia z wahaniami ogólnej wartości produkcji, przyjmującej często wartości poniżej wskaźnika BWO. W latach 2011-2030 najmniejszym zakresem zmienności wartości produkcji charakteryzuje się scenariusz klimatyczny A1B, a największym B1. Największymi spadkami wartości produkcji w ujęciu nominalnym w stosunku do wartości wynikających ze wskaźnika BWO charakteryzuje się scenariusz A1B. Spadek wartości produkcji poniżej wartości wynikającej z BWO w scenariuszach klimatycznych A1B i A2 odnotowano w 6 latach, a w dla scenariusza B1 w 4 latach.

Zmienność ogólnej wartości produkcji dla analizowanych upraw w warunkach scenariuszy klimatycznych nie była większa od zanotowanej w ostatnich latach (1991-2009). Największą zmienność wartości produkcji w przypadku pszenicy ozimej i jarej, żyta ozimego i buraka cukrowego oszacowano dla scenariusza B1, natomiast dla jęczmienia jarego, ziemniaka, kukurydzy, siana łąkowego w warunkach scenariusza A1B.



Odchylenia szacowanej wartości produkcji pszenicy ozimej od wartości oczekiwanej wg wskaźnika BWO (wartości poniżej zera oznaczają straty wartości produkcji)



Odchylenia szacowanej wartości produkcji ziemniaka od wartości oczekiwanej wg wskaźnika BWO (wartości poniżej zera oznaczają straty wartości produkcji)

Oprac. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach



# Określenie wpływu zmian klimatu na plonowanie głównych roślin uprawnych w Polsce

klimat.imgw.pl

e-mail: klimat@imgw.pl

W warunkach analizowanych scenariuszy klimatycznych na lata 2011-2030 w północnych obszarach Polski dla większości roślin następuje wzrost IP, natomiast spadek wartości IP występuje we wschodniej i południowej części Polski. Poprawa warunków klimatycznych w północnych rejonach kraju jest szczególnie widoczna w przypadku realizacji scenariusza A1B dla kukurydzy, natomiast najwyraźniejszy spadek IP jest we wschodnich rejonach kraju dla ziemniaka.

Prognozowane wartości BWO dla lat analizowanych scenariuszy klimatycznych na lata 2011-2030, oszacowano na pod-

stawie analizy trendów plonowania w latach 1972-2000 za pomocą modelu regresji prostej. Wykazano, że w przypadku 7 analizowanych upraw nastąpił wzrost poziomu plonowania wynikający z czynników pozaklimatycznych, a w przypadku siana łąkowego nastąpił nieznaczny spadek szacowanych wartości BWO. Średnia wartość BWO dla kukurydzy dla okresu 2011-2030 jest wyższa niż w 2010 r. o 13%, dla buraka cukrowego o 11%, pszenicy ozimej o 10%, pszenicy jarej jest wyższa niż w okresie bazowym o 6%, natomiast żyta, jęczmienia jarego o 3%, ziemniaka o 2%.



Wartości indeksu BWO dla okresu 1972-2000 i prognozowane na lata 2011-2030

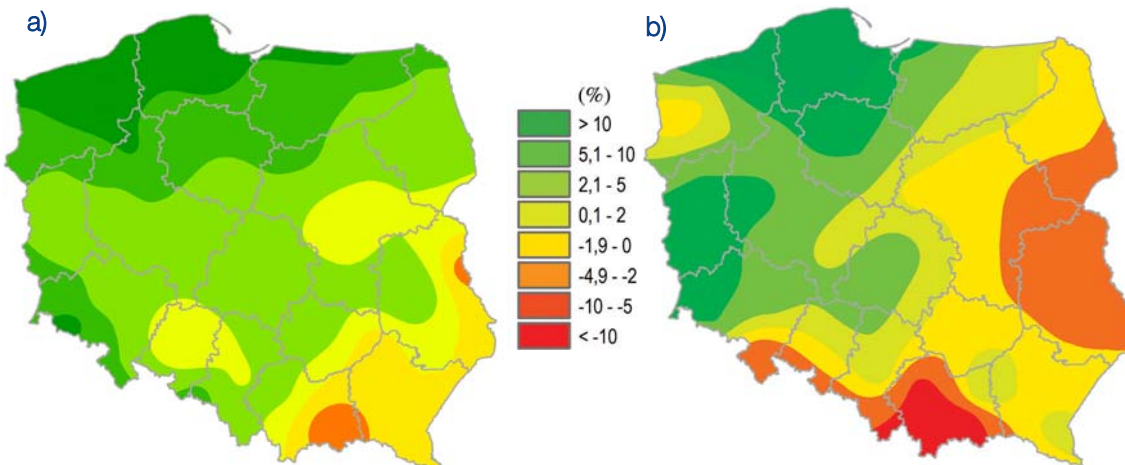
Roślina	BWO	2011-2030
	1972-2010	A1B
Pszenna ozima	3,4	4,79
Żyto ozime	2,9	3,51
Pszenna jara	3,0	3,27
Jęczmień jary	2,3	2,55
Burak cukrowy	33,7	50,25
Ziemniak	17,8	19,18
Kukurydza	5,3*	7,32
Siano łąkowe	4,5	4,52

*dla kukurydzy BWO obliczono dla okresu 1992-2000*

Względna różnica poziomu plonowania w warunkach scenariuszy klimatycznych (2011-2030) w porównaniu z wartością BWO w 2010 roku (100%)

Roślina	BWO	2011-2030		
	2010	A1B	A2	B1
Pszenna ozima	100	111	111	114
Żyto ozime	100	106	106	106
Pszenna jara	100	100	100	100
Jęczmień jary	100	104	104	104
Burak cukrowy	100	116	116	121
Ziemniak	100	103	105	108
Kukurydza	100	108	109	111
Siano łąkowe	100	102	102	104

Prognoza przeciętnego poziomu plonowania w Polsce w latach 2011-2030 wykazała zwiększenie potencjału plonowania analizowanych upraw. Wynika to w większym stopniu z prognozowanego wzrostu wartości BWO, czyli dalszej intensyfikacji (racjonalizacji) produkcji, a w mniejszym stopniu z czynników klimatycznych. Oszacowany wzrost poziomu plonowania dla analizowanych upraw w warunkach najkorzystniejszego scenariusza klimatycznego w stosunku do 2010 r. wynosi: dla buraka cukrowego 21%, pszenicy ozimej 14%, kukurydzy 11%, ziemniaka 8%, żyta ozimego 6%, jęczmienia jarego i siana łąkowego 4%. Brak zmian poziomu plonowania uzyskano tylko dla pszenicy jarej.



Zmiany indeksu pogodowego a) kukurydzy oraz b) ziemniaka, w warunkach scenariusza klimatycznego A1B na lata 2011-2030 w stosunku do lat 1972-2000

Oprac. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach