INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS

Nr 3/IV/2013, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 77–90
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

POTRZEBY I EFEKTY NAWADNIANIA KUKURYDZY UPRAWIANEJ NA ZIARNO W REGIONIE KUJAWSKO-POMORSKIM

Jacek Żarski, Stanisław Dudek, Renata Kuśmierek-Tomaszewska, Katarzyna Januszewska-Klapa
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. J.J. Śniadeckich w Bydgoszczy

NEEDS AND EFFECTS OF IRRIGATION IN CORN CULTIVATED FOR GRAIN IN THE KUJAWSKO-POMORSKI REGION

Streszczenie

Celem pracy było określenie częstotliwości występowania susz w okresie wzmożonych potrzeb wodnych kukurydzy uprawianej na ziarno w regionie kujawsko-pomorskim na podstawie wielkości wskaźnika standaryzowanego opadu SPI. Wykorzystując istotną zależność między zwyżkami plonów ziarna a wysokością opadów atmosferycznych dokonano także oceny potrzeb i przewidywanych efektów produkcyjnych nawadniania tej uprawy. W badaniach wykorzystano wyniki pomiarów opadów atmosferycznych w okresie od 1 lipca do 31 sierpnia w wieloleciu 1981-2010, pochodzące z placówek COBORU w Chrząstowie, Głębokim i Głodowie oraz ze Stacji Badawczej UTP w Mochełku. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że częstotliwość wystąpienia suszy atmosferycznej w okresie wzmożonego zapotrzebowania na wodę kukurydzy na ziarno wynosiła w regionie 26,7-40,0%, w zależności od miejscowości. Silne susze wystąpiły w latach 1983, 1989, 1992 i 1994, umiarkowana w 2005, a słabe w latach 1982, 1984 i 1999. Duże potrzeby deszczowania kukurydzy na ziarno, odpowiadające okresom suszy silnej i umiarkowanej (SPI $\leq -1,0$) stwierdzono w 5 latach na 30 analizowanych. Prognozowana zwyżka plonu ziarna kukurydzy uprawianej na glebach lekkich pod wpływem nawadniania kształtuje się w tych latach na poziomie wyższym od 3,22 $t.ha^{-1}$. W kolejnych 9 latach stwierdzono średnie potrzeby deszczowania, odpowiadające wielkościom SPI w okresie lipiec-sierpień od 0 do – 1,0.

Słowa kluczowe: kukurydza, region kujawsko-pomorski, wskaźnik SPI, potrzeby nawadniania, efekty produkcyjne nawadniania

Summary

The study was carried out in order to determine the frequency of droughts in the period of increased water needs of corn cultivated for grain in the region of Kujawsko-Pomorskie based on temporal variation of the standardized precipitation index SPI. Also were assessed the needs and expected productive effects of the plants grown under irrigation by a significant correlation between increases of yields of grain and the amount of rainfall. Rainfall data were derived from standard measurements of atmospheric precipitation during a period from 1 July and 31 August in the multi-annual period 1981-2010. These data were obtained from the branches of the Research Centre for Cultivar Testing (COBORU) in Chrząstowo, Głębokie and Głodowo, and the University of Technology and Life Sciences Research Centre in Mochełek. The results of carried research showed that the frequency of occurrence of dry spell during the period of increased needs for water of corn amounted to 26.7-40.0% in the region depended on the locality. Strong droughts occurred in the year 1983, 1989, 1992 and 1994, moderate drought in 2005 and weak droughts in 1982, 1984 and 1999. Great irrigation needs of corn which corresponded to periods of strong and moderate droughts (SPI ≤ – 1.0) have been identified in 5 years of the 30 examined. The expected increase in the yield of corn grain cultivated on light soils under irrigation during those years exceeds 3.22 $t.ha^{-1}$. In the 9 years occurred medium-level irrigation needs, which in the period of July-August, correspond to SPI values between 0 and – 1.0.

Key words: *corn, region of Kujawsko-Pomorskie, SPI index, irrigation needs, production results of irrigation*

WSTĘP

Potrzeby nawadniania roślin w Polsce wynikają z warunków glebowych i bardzo dużej zmienności czasowej opadów atmosferycznych w kolejnych sezonach wegetacji, która prawdopodobnie będzie się jeszcze nasilać. Podstawowym czynnikiem rozwoju nawadniania jest konieczność zapewnienia stabilnych i dobrych jakościowo plonów, które stanowią podstawę wzrostu nowoczesności i konkurencyjności gospodarstw rolniczych. Nawadnianie roślin w Polsce ma charakter interwencyjny, uzupełniający okresowe niedobory wodne [Rzekanow-

ski i in. 2011, Żarski i in. 2013]. Potrzeba stosowania tego zabiegu zachodzi w pojawiających się nieregularnie okresach suszy atmosferycznej i glebowej, które występują w centralnej części kraju z częstotliwością wynoszącą około 30% [Łabędzki 2007]. Uniwersalnym wskaźnikiem służących do ilościowej oceny suszy atmosferycznej, a pośrednio także rolniczej jest wskaźnik standaryzowanego opadu SPI. Dzięki normalizacji i standaryzacji ciągów pomiarowych opadów, dokonywanej podczas jego wyznaczania, możliwa jest identyfikacja suszy atmosferycznej w różnych strefach klimatycznych i przedziałach czasowych [Łabędzki 2006]. Wskaźnik SPI jest wykorzystywany m.in. w monitoringu suszy meteorologicznej i rolniczej na Kujawach, realizowanym przez Kujawsko-Pomorski Ośrodek Badawczy ITP [Bąk, Łabędzki 2009] oraz do prognozowania efektów produkcyjnych nawadniania wybranych upraw [Żarski i in. 2013].

O znaczeniu kukurydzy w krajowym rolnictwie decyduje w głównej mierze produkcja ziarna, która jest nadal, mimo znacznego postępu w hodowli odmian, w dużym stopniu uzależniona od warunków meteorologicznych, zwłaszcza dopływu ciepła i wody. Niedobór ciepła jest przyczyną nie osiągania właściwej dojrzałości technologicznej ziarna i w konsekwencji spadku plonu. Brak wody powoduje z kolei nierównomierny w czasie wegetacji wzrost i rozwój roślin, a w ekstremalnych przypadkach ich zasychanie [Dudek i in. 2009]. Charakterystyczna dla przejściowego klimatu środkowej Polski zmienność czasowa temperatury powietrza i zwłaszcza opadów atmosferycznych, jest przyczyną dużej zmienności powierzchni uprawy kukurydzy na ziarno i jej zbiorów. W regionie kujawsko-pomorskim w ostatnich pięciu latach (2008-2012) areał uprawy wahał się od 27,1 do 80,3 tys. ha, a wielkość zbiorów różniła się blisko czterokrotnie.

Celem badań było określenie częstotliwości występowania susz w okresie wzmożonych potrzeb wodnych kukurydzy uprawianej na ziarno w regionie kujawsko-pomorskim na podstawie zmienności czasowej wskaźnika standaryzowanego opadu SPI. Na tej samej podstawie, wykorzystując istotne zależności typu pogoda-plon, dokonano oceny potrzeb i przewidywanych efektów produkcyjnych nawadniania tej uprawy.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiły wyniki standardowych pomiarów opadów atmosferycznych w okresie wzmożonych wymagań wodnych kukurydzy uprawianej na ziarno (od 1 lipca do 31 sierpnia) w wieloleciu 1981-2010. Dane dotyczą-

ce opadów pochodzą z placówek Centralnego Ośrodka Badania Odmian Roślin Uprawnych: Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Chrząstowie i z dwóch Zakładów Doświadczalnych Oceny Odmian w Głębokim i Głodowie. Wykorzystano także wyniki własne opadów atmosferycznych ze Stacji Badawczej UTP w Bydgoszczy, położonej w pobliskim Mochełku. Wymienione posterunki opadowe zlokalizowane są w województwie kujawsko-pomorskim [tab.1].

Wskaźnik standaryzowanego opadu SPI obliczono osobno dla każdej miejscowości oraz dla całego regionu (na podstawie średnich opadów z czterech miejscowości), poddając normalizacji ciągi pomiarowe dwumiesięcznych sum opadów atmosferycznych przy pomocy funkcji przekształcającej $f(P) = (P)^{1/3}$ [Łabędzki 2006]. Na podstawie obliczonych wielkości wskaźnika SPI dla każdego dwumiesięcznego okresu w badanym 30-leciu, wyznaczono kategorię warunków opadowych. Wykorzystano w tym celu 9 stopniową skalę, którą stosuje się w monitoringu warunków opadowych w Polsce, prowadzonym przez Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach (www.itep.edu.pl).

Potrzeby i prognozowane efekty produkcyjne nawadniania kukurydzy uprawianej na ziarno wyznaczono stosując ogólną formułę Grabarczyka [1987] postaci:

$$Q = (P_{OPT} - P_{RZ}) \cdot q$$

gdzie:

Q – przyrost plonów pod wpływem nawadniania w $t.ha^{-1}$;

P_{OPT} – opad optymalny w okresie wzmożonego zapotrzebowania roślin na wodę w mm;

P_{RZ} – opad rzeczywisty w okresie wzmożonego zapotrzebowania roślin na wodę w mm;

q – jednostkowy przyrost plonu pod wpływem nawadniania w $t.ha^{-1}.mm^{-1}$ deficytu opadów.

Potrzeby nawadniania, czyli deficyty opadów atmosferycznych w okresie krytycznym dla kukurydzy ziarnowej – od 1 lipca do 31 sierpnia, obliczono jako różnicę między opadem optymalnym i opadem rzeczywistym. Zastosowano szczegółowy wzór, opracowany dla kukurydzy uprawianej na ziarno przez Żarskiego i in. [2011] na podstawie wieloletnich badań z nawadnianiem tej rośliny na glebie lekkiej na podłożu zwięzłym (kompleks żytni dobry) w okolicy Bydgoszczy. Wzór ten przedstawia się następująco:

$$Q = (200 - P_{RZ}) \cdot 0{,}028$$

Z powyższej zależności wynika, że opady optymalne dla kukurydzy uprawianej na ziarno, tzn. takie, przy których wystąpieniu nie stwierdza się już przyrostów plonów ziarna pod wpływem nawadniania wynoszą w okresie lipiec-sierpień 200 mm. Jeśli wystąpią opady niższe od optymalnych, nawadnianie spowoduje zwyżkę plonu ziarna rzędu 28 $kg.ha^{-1}$ na każdy 1 mm deficytu opadów w stosunku do ilości optymalnej.

W pracy wykorzystano także dane dotyczące powierzchni uprawy oraz wysokości plonów ziarna kukurydzy w województwie kujawsko-pomorskim, korzystając z regionalnych baz danych, znajdujących się na stronach internetowych GUS (www.stat.gov.pl).

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Przeciętne warunki meteorologiczne w okresie wzmożonych potrzeb wodnych kukurydzy uprawianej na ziarno – od 1 lipca do 31 sierpnia – były podobne w badanych punktach regionu kujawsko-pomorskiego [tab.1]. Większe podobieństwo dotyczyło średniej temperatury powietrza w lipcu oraz opadów atmosferycznych w sierpniu. Z porównania średnich wieloletnich opadów rzeczywistych z optymalną wielkością 200 mm wynika, że na obszarze regionu kujawsko-pomorskiego występują przeciętne deficyty opadów w uprawie kukurydzy na ziarno, wynoszące na glebach lekkich przeciętnie 57-73 mm, w zależności od miejscowości.

Na podstawie obliczeń wskaźnika SPI stwierdzono, że w 30-letnim okresie badawczym 1981-2010 wystąpiło od 9 (Głębokie) do 14 (Mochełek) sezonów wzmożonych potrzeb wodnych kukurydzy o normalnych warunkach opadowych [tab.2]. W innych 8-11 latach, zależnie od miejscowości, było w okresie od 1 lipca do 31 sierpnia wilgotno, umiarkowanie lub bardzo mokro. W pozostałych sezonach wynoszących od 8 (Mochełek) do 12 (Głębokie) na 30 analizowanych, wystąpiły w czasie krytycznym pod względem potrzeb wodnych kukurydzy okresy suszy. W pięciu latach była to susza ekstremalna, silna bądź umiarkowana, a w pozostałych przypadkach susza słaba. Zwraca uwagę duża zgodność częstotliwości występowania susz (około 30%) określona w badaniach własnych,

z podawaną przez Łabędzkiego [2007] dla centralnej Polski, którą autor wyznaczył na podstawie długoletniej serii pomiarowej opadów atmosferycznych w Bydgoszczy.

Tabela 1. Średnie wieloletnie (1981-2010) opady atmosferyczne i temperatury powietrza w miesiącach lipiec-sierpień w wybranych miejscowościach na obszarze województwa kujawsko-pomorskiego
Table 1. Long-term average (1981-2010) of rainfall totals and air temperature during the period of July-August in the selected measuring locations in the region of Kujawsko-Pomorskie

Miejscowość Locality Instytucja Institution	Szerokość geograficzna Latitude	Długość geograficzna Longitude	Wysokość opadów atmosferycznych Rainfall totals (mm)			Temperatura powietrza Air temperature (°C)		
			VII	VIII	VII-VIII	VII	VIII	VII-VIII
SDOO Chrząstowo COBORU	53°11‘	17°35‘	64,7	62,3	127,0	18,5	17,8	18,2
Stacja Badawcza Mochełek UTP Bydgoszcz	53°13‘	17°51‘	69,8	62,6	132,4	18,6	17,9	18,3
ZDOO Głodowo COBORU	52°50‘	19°15‘	80,5	62,9	143,4	18,6	17,8	18,3
ZDOO Głębokie COBORU	52°39‘	18°27‘	76,4	60,5	136,9	18,8	18,3	18,5

Źródło: Opracowanie własne
Source: Own data and elaboration

Wskaźnik standaryzowanego opadu SPI w dwumiesięcznym okresie lipiec-sierpień w całym regionie kujawsko-pomorskim, obliczony na podstawie opadów uśrednionych dla czterech punktów pomiarowych, cechował się bardzo dużą zmiennością czasową (rys. 1). W wieloleciu 1981-2010 wielkości tego wskaźnika kształtowały się od 2,09 w 2010 r. (ekstremalnie mokro) do –1,81 w 1989 r. (silna susza). Nie stwierdzono istotnego trendu zmian wielkości wskaźnika SPI wraz z upływem czasu od 1981 do 2010 roku. Współczynnik determinacji charakteryzujący tę zależność wyniósł zaledwie 0,0839 i był nieistotny.

Brak uzyskanego istotnego trendu zmian wysokości opadów atmosferycznych jest ogólnie zgodny z wnioskiem zawartym w pracy Czarneckiej i Nidzgorskiej-Lencewicz [2012]. Na podstawie analizy 60-letnich obserwacji, autorki nie wykazały statystycznie istotnych trendów zmian sezonowych opadów w Polsce, ani też ich narastającej ekstremalności.

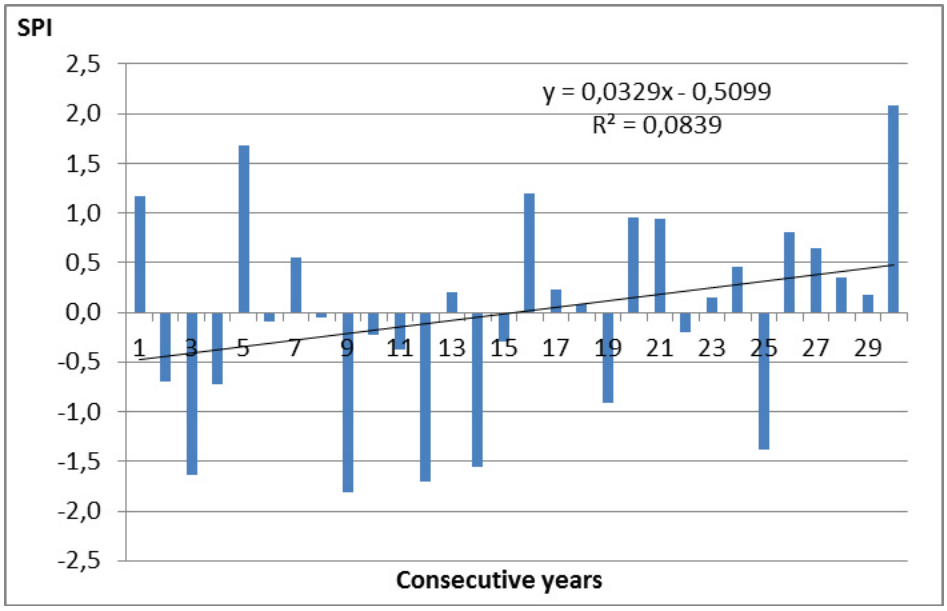
Tabela 2. Liczebność kategorii warunków opadowych w miesiącach lipiec-sierpień wielolecia 1981-2010 w wybranych miejscowościach na obszarze regionu kujawsko-pomorskiego

Table 2. The number of categories of rainfall conditions during the period of July-August in the multiannual period 1981-2010 in the selected locations in the region of Kujawsko-Pomorskie

Kategoria warunków opadowych Category of rainfall	Wielkość SPI Value of SPI	Chrząstowo	Mochełek	Głodowo	Głębokie
Susza ekstremalna Extreme drought	≤ –2,00	1 [1983]	2 [1994, 1992]	1 [1989]	1 [1989]
Susza silna Strong drought	(-2,00; – 1,50]	2 [1994, 1992]	1 [1983]	2 [2005, 1992]	0
Susza umiarkowana Moderate drought	(-1,50; – 1,00]	2 [1989, 1999]	2 [1989, 1995]	2 [1982, 1983]	4 [2005, 1999, 1983, 1994]
Susza słaba Weak drought	(-1,00; – 0,50]	4	3	5	7
Warunki normalne Regular conditions	(-0,50; 0,50)	10	14	10	9
Wilgotno Humid	[0,50; 1,00)	6	4	5	4
Umiarkowanie mokro Moderately wet	[1,00; 1,50)	3	2	4	3
Bardzo mokro Very wet	[1,50; 2,00)	2 [1985, 2010]	2 [1985, 2010]	0	2 [1985, 2010]
Ekstremalnie mokro Extremely wet	≥ 2,00	0	0	1 [2010]	0

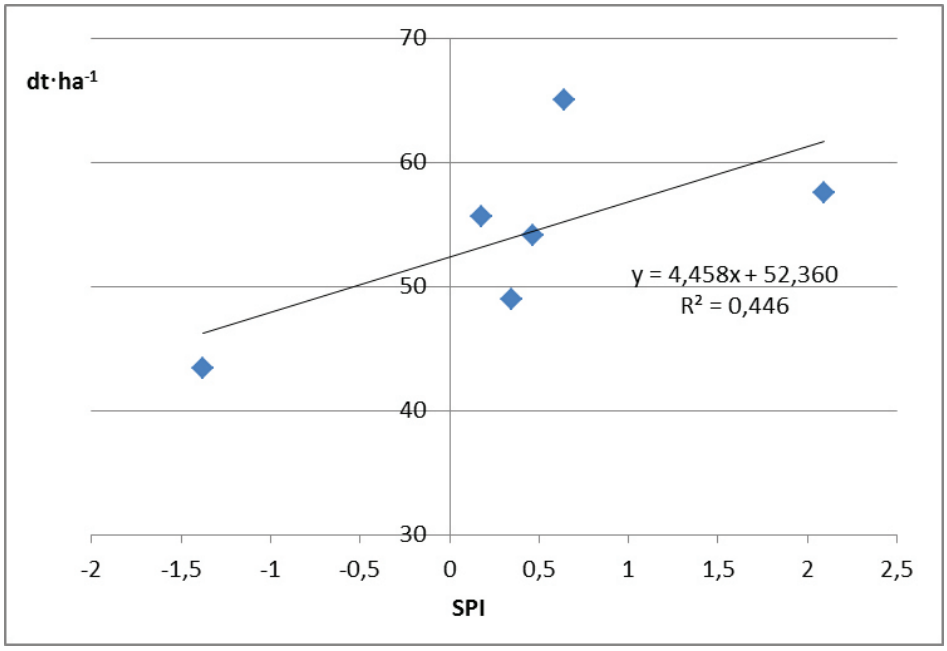
Źródło: Opracowanie własne
Source: Own elaboration

Silna posucha atmosferyczna w okresie wzmożonego zapotrzebowania na wodę kukurydzy uprawianej na ziarno, wystąpiła w regionie kujawsko-pomorskim w latach 1983, 1989, 1992 i 1994. Z kolei w roku 2005 stwierdzono w regionie posuchę umiarkowaną, a w latach 1982, 1984 i 1999 posuchę słabą. Mimo stwierdzenia braku istotnego trendu, zwraca uwagę tendencja do wzrostu występowania okresów wilgotniejszych. Ponadto – wbrew opiniom o większej obecnie niż kiedyś częstotliwości występowania susz – na rysunku 1 wyraźnie widać, że zdecydowana ich większość w sezonie letnim lipiec-sierpień (6 na 8) wystąpiła w regionie kujawsko-pomorskim w piętnastoleciu 1981-1995, a tylko dwie stwierdzono w latach 1996-2010.



Źródło: Opracowanie własne
Source: Own elaboration

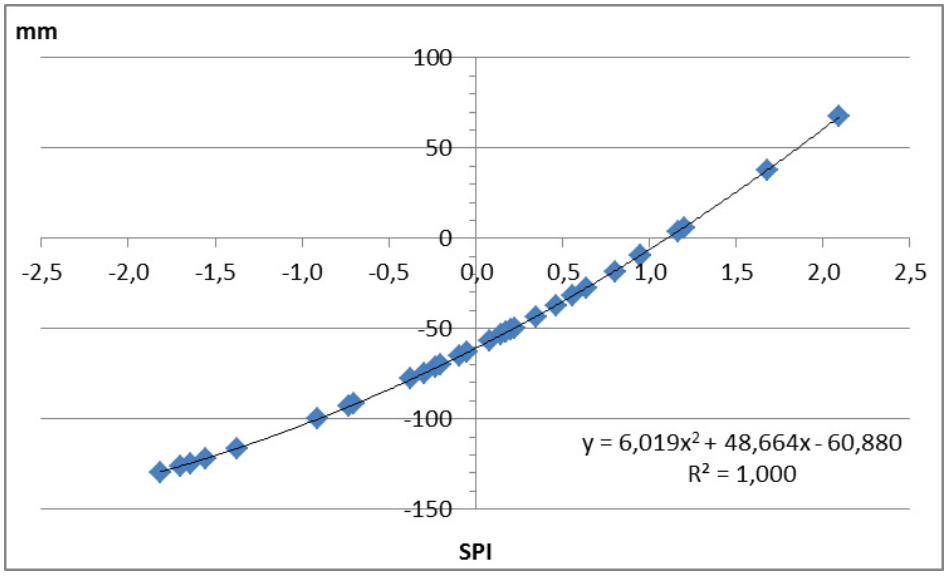
Rysunek 1. Zmienność czasowa wskaźnika SPI w województwie kujawsko-pomorskim w latach 1981-2010 w miesiącach lipiec-sierpień
Figure 1. Temporal variability of SPI values during July-August in the multiannual period 1981-2010 in the region of Kujawsko-Pomorskie



Źródło: Opracowanie własne
Source: Own elaboration

Rysunek 2. Zależność wysokości plonów ziarna kukurydzy (dt.ha-1) w regionie kujawsko-pomorskim w latach 2004-2010 od wielkości SPI w miesiącach lipiec-sierpień
Figure 2. The relationship between the corn grain yield (dt·ha-1) in the region of Kujawsko-Pomorskie in the years 2004-2010 and the value of SPI during July-August

Skutkiem występowania susz w okresach wzmożonych potrzeb wodnych jest obniżenie plonowania roślin. Z analizy zależności plonów ziarna kukurydzy w regionie kujawsko-pomorskim od wielkości wskaźnika SPI w okresie lipiec-sierpień wynika, że susza w roku 2005 spowodowała obniżenie plonów ziarna do poziomu 43,4 dt.ha^{-1}, to jest o 20% w stosunku do średnich plonów w latach 2004-2010, wynoszących 54,1 dt.ha^{-1} [rys.2]. Kukurydza na ziarno uprawiana jest w regionie aktualnie (2012r.) na obszarze 80,3 tys. ha, stanowiąc około 9% w strukturze zasiewów. Wystąpienie suszy w czasie wzmożonego zapotrzebowania na wodę może spowodować zatem regionalne straty w zbiorach rzędu 85 tys. ton ziarna kukurydzy oraz pogorszenie jakości plonów.



Źródło: Opracowanie własne
Source: Own elaboration

Rysunek 3. Wielkość SPI w miesiącach lipiec-sierpień a niedobory opadów atmosferycznych [mm] w uprawie kukurydzy na ziarno w regionie kujawsko-pomorskim
Figure 3. Values of SPI during July-August and the shortages of rainfall [mm] in the cultivation of corn in the region of Kujawsko-Pomorskie

Istotna zależność wysokości średnich plonów ziarna kukurydzy w regionie kujawsko-pomorskim od wskaźnika SPI (współczynnik determinacji na poziomie 44,6%) wskazuje na możliwość wykorzystywania go nie tylko jako wyznacznika suszy ale również jako wskaźnika plonowania roślin. Wskaźnik SPI oblicza się tylko na podstawie ilości opadów atmosferycznych, dlatego koreluje on ściśle z obliczonymi na tej samej podstawie potrzebami nawadniania kukurydzy [rys. 3]. Potrzeby te wyznaczono jako deficyty rzeczywistych sum opadów atmosferycznych w okresie lipca i sierpnia kolejnych lat 1981-2010, w stosunku do ilości optymalnej 200 mm [Żarski, Dudek 2009]. Jak wynika z zależności opisanej wielomianem II stopnia [rys. 3], przy wielkości wskaźnika SPI równej 0, niedobory opadów wynoszą około 70 mm, a więc są zbliżone do średnich wieloletnich w regionie. Korzystając z tej zależności przedstawiono zmienność czasową potrzeb deszczowania kukurydzy uprawianej na ziarno (niedoborów

opadów w okresie wzmożonych potrzeb wodnych) oraz prognozowanych efektów produkcyjnych tego zabiegu, w powiązaniu z wielkością SPI oraz kategorią warunków opadowych [tab.3].

Potrzeby nawadniania kukurydzy na ziarno wystąpiły w 21 latach na 30 analizowanych, jednak w 7 latach były to potrzeby małe, odpowiadające normalnym warunkom opadowym oraz wielkościom wskaźnika SPI od 0 do 0,49. W pozostałych 14 latach (częstotliwość 46,7%) stwierdzono występowanie potrzeb nawadniania, wymagających zastosowania co najmniej 3 jednorazowych dawek nawodnieniowych o wysokości 30 mm, dostosowanej do gatunkowej efektywnej retencji użytecznej gleb o przewadze IV klasy bonitacyjnej. W 9 latach były to potrzeby średnie, odpowiadające wielkości wskaźnika SPI dla lipca i sierpnia, zawierającej się w przedziale od 0 do – 1,00. W 5 latach stwierdzono potrzeby duże odpowiadające okresom wzmożonych potrzeb wodnych kukurydzy umiarkowanie lub silnie posusznym (SPI od – 1,00 do – 2,00). Opracowana we wcześniejszych badaniach formuła [Żarski, Dudek 2009] pozwoliła powiązać poszczególne kategorie opadowe i kategorie potrzeb nawadniania z przewidywanymi zwyżkami plonów ziarna kukurydzy pod wpływem zastosowania tego zabiegu [tab.3]. W latach występowania średnich potrzeb, przyrosty te wynoszą co najmniej 1,96 $t.ha^{-1}$, w przypadku wystąpienia dużych potrzeb są większe od 3,22 $t.ha^{-1}$, a w latach wystąpienia suszy ekstremalnej przekroczą 4,06 $t.ha^{-1}$.

Pozytywne skutki nawadniania kukurydzy na ziarno w postaci wysokich przyrostów plonów ziarna nie mogą być co prawda jedyną podstawą decyzji o zainstalowaniu i prowadzeniu nawodnień, jednak stanowią one podstawę oceny ich efektywności ekonomicznej [Jankowiak, Rzekanowski 2006]. Efektywność ta decyduje z kolei o aktualnym stanie nawodnień i jest najważniejszą przesłanką ich ewentualnego rozwoju w polowej uprawie upraw rolniczych, stanowiącej podstawowy dział krajowego rolnictwa.

Tabela 3. Potrzeby nawadniania kukurydzy uprawianej na ziarno na glebach lekkich o przewadze IV klasy bonitacyjnej w regionie kujawsko-pomorskim na tle kategorii opadowych wyrażonych za pomocą wskaźnika SPI

Table 3. Needs for irrigation in corn cultivated on light soils mostly the class IV in the region of Kujawsko-Pomorskie on the background of rainfall categories expressed by SPI values

Kategoria warunków opadowych Category of rainfall	Wielkość SPI Value of SPI	Potrzeby nawadniania kukurydzy na ziarno Water needs of corn				
		Kategoria Category	Niedobory opadów Rainfall shortages (mm)	Liczba jednorazowych dawek No. of single doses of water	Spodziewany przyrost plonu ziarna Expected increase in grain yield ($t.ha^{-1}$)	Liczebność wystąpienia w okresie 1981-2010 The number of occurrence in the period 1981-2010
Susza ekstremalna Extreme drought	≤ –2,00	Bardzo duże Very high	> 145	5-6	> 4,06	0
Susza silna Strong drought	(-2,00; – 1,50]	Duże High	115-145	4-5	3,22-4,06	5
Susza umiarkowana Moderate drought	(-1,50; – 1,00]					
Susza słaba Weak drought	(-1,00; – 0,50]	Średnie Medium	70-115	3	1,96-3,22	9
Warunki normalne Regular conditions	0; – 0,50)					
Warunki normalne Regular conditions	0	Małe Minor	45-69	1-2	1,26-1,96	7
Warunki normalne Regular conditions	(0,50; 0					
Wilgotno Humid	[0,50; 1,00)	Brak None	< 45	0	< 1,26	9
Umiarkowanie mokro Moderately wet	[1,00; 1,50)					
Bardzo mokro Very wet	[1,50; 2,00)					
Ekstremalnie mokro Extremely wet	≥ 2,00					

Źródło: Opracowanie własne
Source: Own elaboration

WNIOSKI

W regionie kujawsko-pomorskim opady atmosferyczne w okresie wzmożonych potrzeb wodnych kukurydzy uprawianej na ziarno, obejmującym miesiące lipiec i sierpień, cechowały się małym zróżnicowaniem przestrzennym oraz bardzo dużą zmiennością czasową.

Częstotliwość wystąpienia warunków posusznych w okresie największego zapotrzebowania kukurydzy ziarnowej na wodę wynosiła w regionie 26,7-40,0%, zależnie od miejscowości. Susze silne wystąpiły w latach 1983, 1989, 1992 i 1994, umiarkowana w 2005 r., a słabe w latach 1982, 1984 i 1999.

Wskaźnik SPI, określający kategorię opadową okresu lipiec-sierpień, stanowił istotny wyznacznik plonów kukurydzy uprawianej na ziarno w regionie kujawsko-pomorskim.

Duże potrzeby deszczowania kukurydzy, odpowiadające okresom suszy silnej i umiarkowanej (SPI $\leq -1,0$) wystąpiły w 5 latach na 30 analizowanych. Prognozowana zwyżka plonu ziarna kukurydzy uprawianej na glebach lekkich pod wpływem nawadniania wynosi w takich warunkach co najmniej 3,22 $t.ha^{-1}$.

BIBLIOGRAFIA

Bąk B., Łabędzki L. Monitoring suszy meteorologicznej i rolniczej na Kujawach i w dolinie górnej Noteci oraz jego prezentacja w Internecie. Wiad. Mel. Łąk., 1, 2009, s. 13-16.

Czarnecka M., Nidzgorska-Lencewicz M. Wieloletnia zmienność sezonowych opadów w Polsce. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, t.12, z.2(38), 2012, s. 45-60.

Dudek S., Żarski J., Kuśmierek-Tomaszewska R., 2009. Reakcja kukurydzy na nawadnianie w świetle wyników wieloletniego eksperymentu polowego. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, nr 3, 167-174

Grabarczyk S. Efekty, potrzeby i możliwości nawodnień deszczownianych w różnych regionach kraju. Zesz. Problem. Post. Nauk Roln., 314, 1987, s. 49–64.

Jankowiak J., Rzekanowski C. Ekonomiczne efekty nawadniania. W: Nawadnianie roślin pod red. S. Karczmarczyka i L. Nowaka. Wydaw. PWRiL Poznań, 2006, s. 461-479.

Łabędzki L. Susze rolnicze. Zarys problematyki oraz metody monitorowania i klasyfikacji. Wydawnictwo IMUZ Falenty, 2006, ss.107.

Łabędzki L. Estimation of local drought frequency in Central Poland using the standardized precipitation index SPI. Irrigation and Drainage, 56, 2007, p. 67-77.

Rzekanowski C., Żarski J., Rolbiecki S. Potrzeby, efekty i perspektywy nawadniania roślin na obszarach szczególnie deficytowych w wodę. Postępy Nauk Rolniczych, 1, 2011, s. 51-63.

Żarski J., Dudek S. Zmienność czasowa potrzeb nawadniania wybranych roślin w regionie Bydgoszczy. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 3, 2009, s. 141-149

Żarski J., Dudek S., Kuśmierek-Tomaszewska R., Rolbiecki R., Rolbiecki S., 2013. Prognozowanie efektów nawadniania roślin na podstawie wybranych wskaźników suszy meteorologicznej i rolniczej. Annual Set The Environment Protection, vol. 15, s. 2185-2203

Prof. dr hab. inż. Jacek Żarski
Dr inż. Stanisław Dudek
Dr inż. Renata Kuśmierek-Tomaszewska
Mgr inż. Katarzyna Januszewska-Klapa
Katedra Melioracji i Agrometeorologii
Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy
ul. Bernardyńska 6
85-029 Bydgoszcz,
tel. 52 3749537
e-mail: zarski@utp.edu.pl