



¹ Wydział Nauk Technicznych, Zakład Rolnictwa, Akademia Bialska im. Jana Pawła II,
ul. Sidorska 95/97, 21-500 Biała Podlaska, Polska

² Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji, Katedra Ekologii, Klimatologii i Ochrony Powietrza,
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków, Polska

³ Katedra Technologii Produkcji Roślinnej i Towaroznawstwa, Zakład Agrometeorologii,
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin, Polska

* e-mail: rmskower@cyf-kr.edu.pl

ALICJA BARANOWSKA ¹, BARBARA SKOWERA ^{2*},
ALICJA WĘGRZYN ³

Niedobory i nadmiary opadów atmosferycznych w uprawie pszenicy ozimej na Lubelszczyźnie w latach 1971–2020

Deficits and excesses of precipitation in winter wheat cultivation
in the Lublin region in the years 1971–2020

Streszczenie. Celem badań była ocena wielkości i częstości niedoborów oraz nadmiarów opadów atmosferycznych na Lubelszczyźnie w latach 1971–2020 w uprawie pszenicy ozimej. W pracy wykorzystano miesięczne wartości średniej temperatury powietrza oraz sumy opadów atmosferycznych z 11 stacji meteorologicznych. Wykorzystano również dane statystyczne dotyczące plonów pszenicy ozimej, uprawianej na obszarze środkowo-wschodniej Polski w latach 1971–2020. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że średnie sumy miesięcznych opadów były zbliżone do potrzeb opadowych pszenicy ozimej. Jednak zaobserwowano dużą zmienność czasową i przestrzenną opadów atmosferycznych. W kwietniu i w maju zakres niedoborów i nadmiarów opadów był mniejszy niż w czerwcu i lipcu. Częstość występowania niedoborów i nadmiarów opadów była większa w części zachodniej badanego obszaru (zlewnia górnej Wisły) niż w części wschodniej i północno-wschodniej (zlewnia Bugu i Narwi). Na wielkość plonów pszenicy ozimej istotny wpływ miały tylko niedobory opadów w maju i w czerwcu. Problem ocieplenia klimatu i w konsekwencji wzrost zmienności opadów atmosferycznych wskazuje na potrzebę prowadzenia dalszych badań naukowych w uprawie tak strategicznego zboża.

Słowa kluczowe: niedobory i nadmiary opadów, pszenica ozima, plon

Cytowanie: Baranowska A., Skowera B., Węgrzyn A., 2023. Niedobory i nadmiary opadów atmosferycznych w uprawie pszenicy ozimej na Lubelszczyźnie w latach 1971–2020. *Agron. Sci.* 78(4), 15–25. <https://doi.org/10.24326/as.2023.5237>

WSTĘP

Lubelszczyzna jest jednym z ważniejszych regionów rolniczych w Polsce. Udział użytków rolnych w powierzchni ogólnej województwa lubelskiego stanowi ponad 70,0%. O dogodnych warunkach do prowadzenia działalności rolniczej, zwłaszcza produkcji roślinnej, decydują tutaj przede wszystkim korzystne warunki glebowo-klimatyczne.

W województwie lubelskim w strukturze zasiewów przeważają zboża, które stanowią ponad 74,0% ogólnych zasiewów. Wśród zbóż dominuje uprawa pszenicy ozimej, co wynika z wysokiego potencjału plonowania, dużego zapotrzebowania rynku na ziarno pszenicy oraz wyższych w stosunku do pozostałych zbóż cen skupu [US 2021].

Na Lubelszczyźnie pszenica uprawiana jest na obszarze 323,2 tys. ha (Polska 2373,3 tys. ha). Natomiast pszenica ozima na areale 299,6 tys. ha (Polska 2218,0 tys. ha). Średni plon z 1 ha uprawy pszenicy wynosi tutaj $5,82 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Natomiast średnie plony pszenicy w Polsce kształtują się na poziomie $5,42 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ [GUS 2021].

Optymalny termin siewu pszenicy ozimej na terenie Polski Wschodniej (w tym również na Lubelszczyźnie) przypada na drugą połowę września, a zbiór przeprowadzany jest zazwyczaj w lipcu następnego roku. Pszenica ozima należy do roślin, których plon istotnie zależy od warunków wodnych. Ma wysoki współczynnik transpiracji ($507 \text{ dm}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$) i nie wykazuje specyficznych cech morfologicznych czy anatomicznych uodparniających na suszę. W całym okresie wegetacji jesiennej najkorzystniej na rozwój pszenicy ozimej oddziałują stosunkowo niskie opady na poziomie 45 mm miesięcznie. W okresie spoczynku zimowego roślin optymalne są opady wynoszące 10 mm/dekadę. Optymalna suma opadów dla pszenicy ozimej w okresie wiosennym, czyli po wznowieniu wegetacji wynosi od 195 mm (gleby ciężkie) do 230 mm (gleby średnie). Kłoszenie pszenicy ozimej, odbywające się w końcu maja powoduje intensywne zapotrzebowanie roślin na wodę [Jasińska i Kotecki 2003].

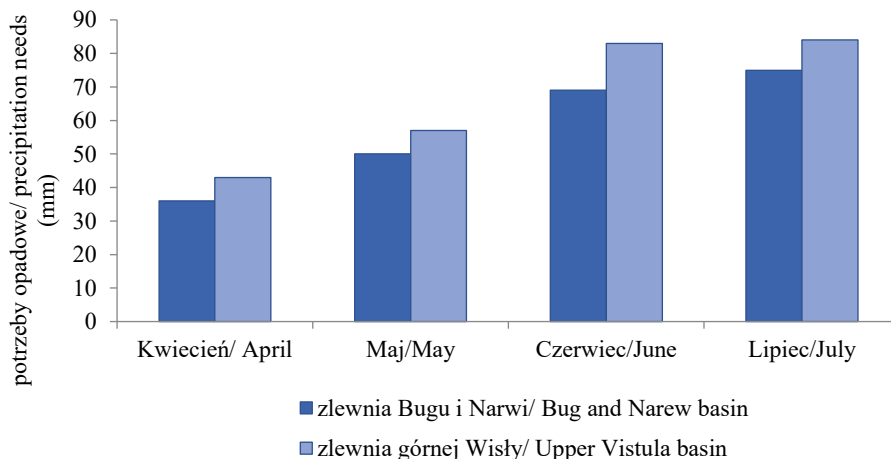
Przeciętny rozkład opadów atmosferycznych w Polsce, w tym również na terenie Polski Wschodniej, raczej nie sprzyja uzyskiwaniu wysokich plonów pszenicy ozimej. Dlatego też badania nad niedoborem opadów atmosferycznych w uprawie tak strategicznego zboża są ważne i mają duże znaczenie praktyczne, zwłaszcza w aspekcie adaptacji produkcji roślinnej do zmian klimatu.

Celem pracy było określenie wielkości oraz częstości niedoborów i nadmiarów opadów atmosferycznych w uprawie pszenicy ozimej na Lubelszczyźnie na przestrzeni 50 lat (1971–2020). W pracy podjęto również próbę oceny wpływu niedoborów i nadmiarów opadów na wielkość plonów pszenicy ozimej. W hipotezie badawczej założono, że zarówno nadmiary, jak również niedobory opadów atmosferycznych mają istotny wpływ na wielkość plonów pszenicy ozimej.

MATERIAŁ I METODY

W pracy wykorzystano miesięczne wartości średniej temperatury powietrza oraz sum opadów atmosferycznych z lat 1971–2020 ze stacji meteorologicznych, należących do Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej. Były to stacje zlokalizowane w Siedlcach, Terespolu, Włodawie, Puławach, Radawcu, Zamościu i Sandomierzu, stacje należące do Centralnego Ośrodka Badania Odmian Roślin Uprawnych: Czesławice, Cicibór i Bezek oraz stacja Felin należąca do Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. W pracy uwzględ-

niono dane ze stacji położonych poza granicami województwa lubelskiego, ale znajdujących się w jego bezpośrednim sąsiedztwie. Były to stacje meteorologiczne w Siedlcach i w Sandomierzu. Obszar objęty badaniami znajduje się w zasięgu zlewni dwóch rzek: górnej Wisły (część zachodnia województwa) oraz Bugu i Narwi (część północno-wschodnia). W pracy wykorzystano także dekadowe potrzeby opadowe pszenicy ozimej, uprawianej na glebach średnio-zwięzłych, opracowane przez Dzieżyca i in. [1987]. Na podstawie tych wartości obliczono miesięczne potrzeby opadowe pszenicy ozimej (od kwietnia do lipca) przedstawione na rycinie 1.



Ryc. 1. Miesięczne potrzeby opadowe pszenicy ozimej (mm) dla gleb średnio-zwięzłych w zlewniach górnej Wisły, Bugu i Narwi

Fig. 1. Monthly precipitation needs of winter wheat (mm) in the scope of medium-cohesive soils in the basins areas of the following rivers: upper Vistula, Bug and Narew

Ze względu na zmienność temperatury powietrza potrzeby te skorygowano zgodnie z metodą zaproponowaną przez Klatta i Kacę [za: Żakowicz i Hewelke 2002], która zakłada, że wzrost/spadek temperatury powietrza o 1°C , w odniesieniu do temperatury średniej z wielolecia (1971–2020) powoduje podwyższenie/zmniejszenie potrzeb opadowych roślin przeciętnie o 5 mm.

Na podstawie skorygowanych potrzeb opadowych obliczono różnice między zmierzoną sumą miesięcznych opadów i skorygowanymi potrzebami opadowymi pszenicy ozimej. Wartości dodatnie tych różnic stanowiły nadmiary opadów, natomiast wartości ujemne – niedobory opadów. Obliczono również odchylenia standardowe (σ) otrzymanych różnic, które posłużyły do klasyfikacji miesięcznych niedoborów i nadmiarów opadów określonych jako warunki:

- optymalne pod względem zabezpieczenia opadowego dla wartości w przedziale od $-0,5\sigma$ do $0,5\sigma$ (opt.),
- umiarkowanie wilgotne przy nadmiarach opadowych w przedziale od $0,5\sigma$ do 1σ (E-I),
- mokre przy nadmiarach opadowych powyżej 1σ (E-II),
- umiarkowanie suche dla wartości niedoborów w przedziale od -1σ do $-0,5\sigma$ (D-I),
- suche przy niedoborach opadowych poniżej -1σ (D-II) [Skowera i in. 2016].

Zgodnie z powyższymi kryteriami obliczono wielkość oraz częstość występowania niedoborów i nadmiarów opadów oraz warunków optymalnych w uprawie pszenicy ozimej. Wykorzystano również dane statystyczne dotyczące plonów pszenicy ozimej uprawianej na obszarze środkowo-wschodniej Polski. Dane dotyczące wielkości plonów pszenicy ozimej pochodziły z Głównego Urzędu Statystycznego, były to dane z lat 1971–2020. W celu uniknięcia wpływu postępu hodowlanego nowych, bardziej plennych odmian pszenicy do obliczeń statystycznych w pracy wykorzystano względne plony 5-letnie pszenicy obliczone zgodnie z formułą:

$$Y_i (\%) = [Y_i \times Y(i_1 - i_5)^{-1}] \times 100$$

gdzie: $Y_i (\%)$ – plon względny ziarna pszenicy w danym roku ha^{-1} ,

Y_i – plon ziarna pszenicy ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$),

$Y(i_1 - i_5)$ – plon średni ziarna pszenicy z 5 lat ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$).

W kolejnym etapie badań na podstawie współczynnika korelacji *tau* Kendalla określono wpływ niedoborów/nadmiarów opadów na wielkość polonów pszenicy ozimej w latach badań (1971–2020).

WYNIKI I DYSKUSJA

Średnie miesięczne sumy opadów na obszarze Lubelszczyzny (w zlewniach rzek górnej Wisły oraz Bugu i Narwi) w latach 1971–2020 przedstawiono w tabeli 1. Jak wynika z tych danych, średnie sumy miesięcznych opadów były zbliżone do potrzeb opadowych

Tabela 1. Średnie miesięczne sumy opadów (mm) na Lubelszczyźnie w latach 1971–2020
Table 1. Average monthly total precipitation (mm) in the Lublin region from 1971 to 2020

Zlewnie rzek Rivers basin	Stacja meteorologiczna Meteorological station	Miesiąc/Month											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Bugu i Narwi Bug and Narew	Siedlce	28	23	28	34	59	73	71	67	54	40	34	34
	Cicibór	29	25	27	36	60	74	77	68	51	42	34	34
	Terespol	28	24	27	35	57	65	74	61	51	38	33	33
	Włodawa	27	23	31	36	61	68	79	63	51	37	33	33
	Bezek	25	22	28	37	61	76	81	68	57	42	33	31
	średnia/average	27	23	28	36	60	71	76	66	53	40	33	33
Górnej Wisły Upper Vistula	Puławy	32	29	32	40	61	68	81	70	59	44	36	36
	Czesławice	30	27	32	40	68	76	85	66	60	49	37	35
	Radawiec	31	28	33	40	65	69	79	64	59	45	36	36
	Felin	27	24	30	39	64	66	85	70	60	45	34	32
	Zamość	23	20	28	42	69	71	84	61	60	42	30	29
	Sandomierz	24	21	28	38	63	69	86	62	53	44	29	27
	średnia/average	28	25	31	40	65	70	83	65	59	45	34	32

pszenicy ozimej. Jednak ze względu na dużą zmienność czasową i przestrzenną opadów atmosferycznych oraz postępujące ocieplenie klimatu, optymalny rozkład opadów zbliżony do wymagań roślin uprawnych występuje rzadko. Natomiast często występują miesiące zarówno z niedoborami, jak również z nadmiarami opadów [Skowera i in. 2016, Bartoszek i in. 2021, Kalbarczyk i Kalbarczyk 2022].

Pszenica ozima należy do roślin wrażliwych na niekorzystny rozkład opadów. Największą wrażliwość na niedobór i nadmiar opadów zboże to wykazuje w fazie między strzelaniem w źdźbło a kłoszeniem oraz w fazie od kwitnienia do formowania ziarniaka (miesiące maj–czerwiec). W naszych warunkach klimatycznych zapasy wody pozimowej w glebie zazwyczaj kończą się już w kwietniu. Dlatego też jednym z najważniejszych czynników ograniczających plonowanie tej rośliny jest wielkość i rozkład opadów atmosferycznych [Koźmiński i Michalska 2001, Banaszek i in. 2005, Podolska 2018].

W wyniku przeprowadzonych badań na obszarze województwa lubelskiego w latach 1971–2020 stwierdzono zróżnicowanie czasowe i przestrzenne zarówno niedoborów, jak i nadmiarów opadów atmosferycznych w stosunku do potrzeb opadowych pszenicy ozimej (tab. 2). W kolejnych miesiącach okresu wegetacji pszenicy wartości te charakteryzowały się dużą zmiennością. W kwietniu i w maju zakres niedoborów i nadmiarów opadów w porównaniu z pozostałymi miesiącami był najmniejszy (tab. 2). Natomiast w czerwcu

Tabela 2. Miesięczne niedobory i nadmiary opadów (mm) na Lubelszczyźnie w latach 1971–2020
Table 2. Monthly precipitation deficits and excesses (mm) in the Lublin region from 1971 to 2020

Stacja meteorologiczna Meteorological station	Kwiecień April		Maj May		Czerwiec June		Lipiec July		Kwiecień–Lipiec April–July	
	D*	E**	D	E	D	E	D	E	D	E
zlewnia rzek Bugu i Narwi/ the basin area of the Bug and Narew rivers										
Siedlce	-16	15	-18	26	-18	29	-32	37	-37	42
Cicibór	-11	11	-10	33	-19	34	-27	31	-34	53
Terespol	-12	17	-18	23	-24	26	-32	18	-51	34
Włodawa	-12	14	-16	29	-26	28	-28	29	-36	60
Bezek	-13	14	-12	21	-18	29	-35	20	-39	51
Średnia/Average	-13	14	-15	26	-21	30	-31	27	-39	48
zlewnia górnej Wisły/ the basin area of upper Vistula										
Puławy	-19	16	-15	15	-34	34	-32	21	-55	34
Czesławice	-18	19	-18	26	-33	27	-33	26	-39	38
Radawiec	-18	17	-18	29	-27	23	-33	30	-44	43
Felin	-16	9	-19	19	-28	38	-34	22	-48	68
Zamość	-14	16	-16	31	-30	21	-24	26	-47	42
Sandomierz	-20	17	-11	18	-35	25	-34	29	-46	76
Średnia/Average	-18	16	-16	23	-31	28	-32	26	-47	50

* D – niedobór opadów (mm)/ precipitation deficits (mm)

** E – nadmiar opadów (mm) w stosunku do potrzeb opadowych pszenicy ozimej/ excess of precipitation (mm) in relation to precipitation needs of winter wheat

i w lipcu obserwowano wzrost zakresu niedoborów i nadmiarów opadowych. Biorąc pod uwagę okres od kwietnia do lipca, rozpiętość niedoborów i nadmiarów opadów była większa niż w przypadku ich miesięcznych wartości (tab. 2).

Wartości średnie niedoborów opadów wynosiły od -39 mm w zlewni Bugu i Narwi, do -47 mm w zlewni górnej Wisły, a nadmiarów średnio od $+48$ mm w zlewni Bugu i Narwi do $+50$ mm w zlewni górnej Wisły.

Wyniki te są zgodne z badaniami Ziernickiej-Wojtaszek i Kopcińskiej [2020], które udowodniły wzrost zmienności opadów atmosferycznych oraz zmniejszenie sum opadów letnich w rocznej sumie opadów. Ze względu na rosnącą zmienność opadów wzrasta ryzyko zarówno powodzi, jak i susz. Zdaniem Kalbarczyk i Kalbarczyk [2022] zamiast opadów rozłożonych równomiernie coraz częściej występują krótkie ulewne deszcze i długie okresy bezdeszczowe, które skutkują suszami atmosferycznymi.

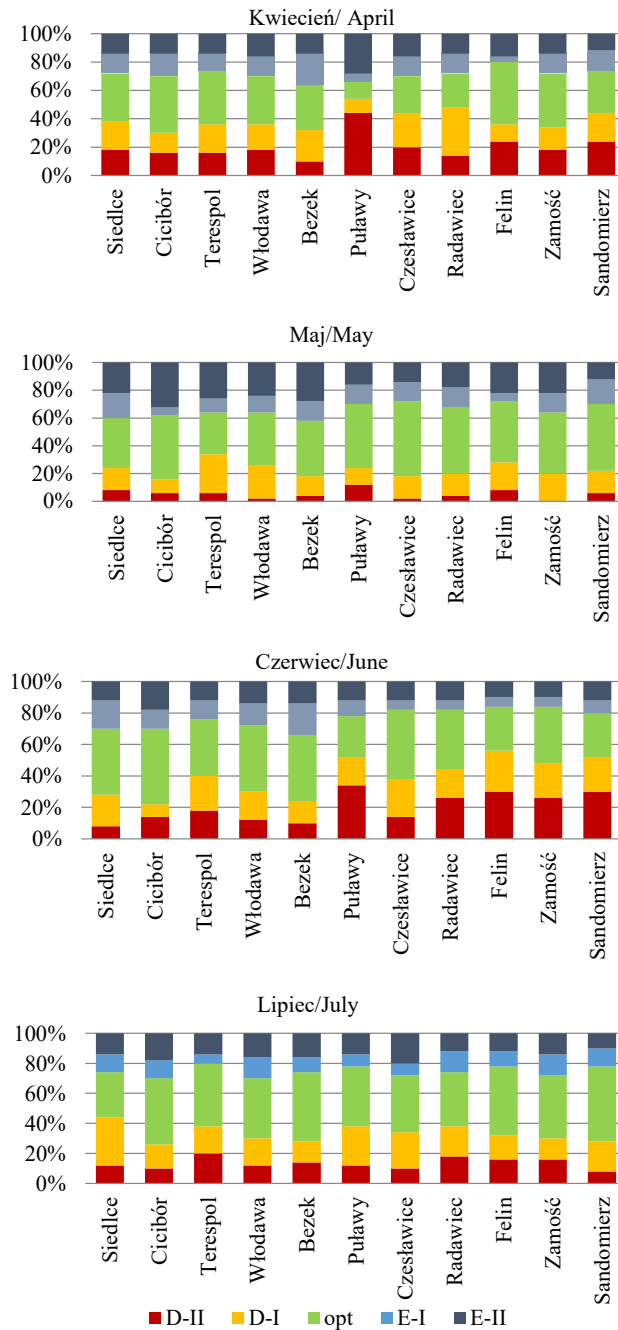
Analizując zróżnicowanie przestrzenne nadmiarów i niedoborów opadów, większe niedobory i nadmiary opadów obserwowano na stacjach meteorologicznych położonych w zlewni górnej Wisły (część zachodnia badanego obszaru) niż na stacjach położonych w zlewni Bugu i Narwi (część wschodnia i północno-wschodnia badanego obszaru) (tab. 2).

Również Kaszewski i in. [1995] w badaniach prowadzonych na obszarze Lubelszczyzny zwrócił uwagę, na duże zróżnicowanie przestrzenne rozkładu średnich wartości temperatury powietrza i sum opadów atmosferycznych w poszczególnych miesiącach, sezonach oraz latach. Banaszkiwicz i in. [2005] oraz Orzech i in. [2009] podkreślają zróżnicowanie przestrzenne i czasowe warunków klimatycznych występujących na obszarze Polski, odnotowując tendencje zarówno wzrostowe, jak i spadkowe opadów atmosferycznych i temperatury powietrza podczas okresu wegetacji roślin. Według badań Wójcika i in. [2018] susza rolnicza w uprawie zbóż ozimych występowała najczęściej na glebach z małą lub bardzo małą pojemnością wodną. Jest to ważny problem dla Polski, ponieważ gleby o największej podatności na suszę zajmują ok. 60% wszystkich gruntów ornych naszego kraju [Łopatka 2017].

Analizując częstość występowania niedoborów i nadmiarów opadów atmosferycznych w uprawie pszenicy ozimej w okresie 50 lat stwierdzono, że na badanym obszarze najczęściej występowały warunki w zakresie optymalnego zabezpieczenia potrzeb opadowych pszenicy (tj. dla wartości w przedziale od $-0,5\sigma$ do $0,5\sigma$ (opt.)). Jednak występowanie warunków optymalnych było zróżnicowane czasowo; w kwietniu zaobserwowano najmniejszą częstość występowania warunków optymalnych w uprawie tego zboża w porównaniu z pozostałymi miesiącami (średnio 32%), natomiast w maju warunki optymalne występowały najczęściej (średnio 43%) – rycina 2.

Niedobory opadów atmosferycznych określane w naszej pracy jako warunki suche (niedobór opadów poniżej -1σ (D-II) oraz umiarkowanie suche (niedobór opadów w przedziale od -1σ do $-0,5\sigma$ (D-I) występowały we wszystkich miesiącach badanego okresu. Najmniejszą częstość występowania niedoborów opadów stwierdzono w maju (średnio 23%), co było korzystne, ponieważ maj jest miesiącem krytycznym w uprawie tego zboża (faza strzelania w źdźbło i kłoszenia). Zgodnie z wynikami badań Podolskiej [2018], niedobór wody w tym okresie (faza strzelania w źdźbło, kłoszenia i kwitnienia) wpływa na zmniejszenie powierzchni asymilacyjnej liści, ogranicza przyrost organów wegetatywnych oraz wpływa na słabe wykształcenie kłosa i liczby ziaren w kłosie.

Pozostałe miesiące badanego okresu charakteryzowały się większą częstością występowania niedoborów opadów: kwiecień i czerwiec (średnio 39%), lipiec (średnio 33%). Niedobory opadów występujące w czerwcu niekorzystnie wpływają na wielkość i jakość plonu pszenicy, ponieważ w miesiącu tym pszenica ozima wchodzi w tzw. fazę wypeł-



Ryc. 2. Częstość występowania opadów optymalnych, opt.; niedoborów opadów: umiarkowanie suchych (D-I) i warunków suchych (D-II); nadmiernych: umiarkowanie wilgotnych (E-I) i warunków wilgotnych (mokre; E-II) w uprawie pszenicy ozimej na Lubelszczyźnie w latach 1971–2020

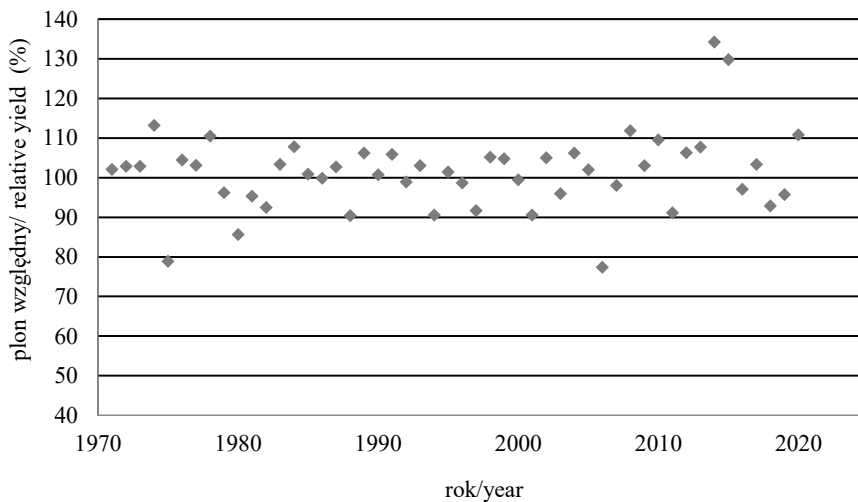
Fig. 2. Frequency of optimum precipitation, opt.; deficient precipitation: moderately dry (D-I) and dry conditions (D-II); excess precipitation: moderately wet (E-I) and wet conditions (wet; E-II) in winter wheat cultivation in the Lublin region from 1971 to 2020

niania ziarna. Niedobory opadów w tym okresie powodują słabe wykształcenie ziarna i niekorzystnie wpływają na jego cechy jakościowe [Podolska 2018, Węgrzyn i in. 2022].

Analizując nadmiary opadów atmosferycznych, określone jako warunki umiarkowanie wilgotne (przy nadmiarach opadowych w przedziale od $0,5\sigma$ do 1σ (E–I) i mokre (przy nadmiarach opadowych powyżej 1σ (E–II), stwierdzono, że warunki umiarkowanie wilgotne i mokre najczęściej występowały w maju (średnio 34%), w kwietniu (średnio 29%), najrzadziej w czerwcu (średnio 23%), w lipcu (25%) (ryc. 2).

Badając niedobory i nadmiary opadów w latach 1971–2020 w okresie od kwietnia do lipca stwierdzono, że częściej występowały niedobory niż nadmiary opadów. Większe wartości niedoborów opadów zaobserwowano w zlewni górnej Wisły (kwiecień i czerwiec) niż w zlewni Bugu i Narwi (ryc. 2).

Oceniając plonowanie pszenicy ozimej w środkowo-wschodniej Polsce w latach 1971–2020, stwierdzono, że kształtowało się ono na poziomie od $2,73 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (1971 r.) do $5,25 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (2020 r.). W celu uniknięcia wpływu postępu hodowlanego nowych, bardziej plennych odmian pszenicy, w naszej pracy do obliczeń statystycznych wykorzystano plony względne tego zboża wyrażone w % średniego plonu z 5 lat (ryc. 3).



Ryc. 3. Plon względny pszenicy ozimej wyrażony w odsetku plonu średniego z okresów 5-letnich (1971–2020)

Fig. 3. Relative yield of winter wheat expressed as a percentage of the average yield from 5-year periods (1971–2020)

Największe dodatnie odchylenia plonów pszenicy od średnich 5-letnich plonów wystąpiły w ostatniej dekadzie badanego okresu (lata 2010–2020), a największe ujemne w pierwszej i czwartej dekadzie badanego 50-lecia. Stwierdzono, że w 10 z 50 badanych lat, gdy występował niedobór opadów w stosunku do skorygowanych potrzeb opadowych pszenicy, plony były niższe od średnich plonów względnych. Tylko w latach: 1975 i 1997 plony pszenicy były niższe z powodu nadmiernych opadów (tab. 3).

Na podstawie obliczonych współczynników korelacji pomiędzy plonem pszenicy ozimej oraz miesięcznymi niedoborami i nadmiarami opadów stwierdzono, że istotne statystycznie korelacje wystąpiły tylko pomiędzy niedoborami opadów a plonem pszenicy

w maju ($r = 0,28^*$) i w czerwcu ($r = 0,20^*$), tj. w miesiącach największej wrażliwości pszenicy ozimej na niedobory opadów, natomiast w kwietniu i lipcu niedobory oraz nadmiary opadów nie wpłynęły istotnie na plon ziarna.

Tabela 3. Najniższe plony względne pszenicy ozimej (%) w latach 1971–2020
Table 3. The lowest relative yields of winter wheat (%) in the period from 1971 to 2020

Czynnik Factor	Rok Year	Maj May	Kwiecień– Lipiec April–July	Rok Year	Maj May	Kwiecień– Lipiec April–July
D*/E**	1975	+24,1	+88,0	2003	-5,0	-51,2
plon/yield (%)		79,0			90,6	
D/E	1982	-11,0	-75,0	2006	+6,8	-116,8
plon/yield (%)		92,5			77,4	
D/E	1988	-2,9	-2,8	2011	-5,3	+69,0
plon/yield (%)		90,4			91,1	
D/E	1994	-2,9	-2,8	2016	-5,3	+69,0
plon/yield (%)		90,4			97,1	
D/E	1997	+105,0	+16,9	2018	-20,6	-65,9
plon/yield (%)		91,7			92,6	
D/E	2001	-28,5	+46,8	2019	+25,9	-81,8
plon/yield (%)		90,6			95,8	

* D – niedobory opadów (-)/ precipitation deficits (-)

** E – nadmiary opadów (+)/ precipitation excesses (+)

Również zdaniem innych autorów plony zbóż, poza czynnikiem glebowym i agrotechnicznym, w dużym stopniu zależą od warunków pogodowych, głównie od temperatury powietrza i opadów [Sharrat i in. 2003, Rymuza i in. 2012]. Zdaniem Podolskiej [2018] niedobory opadów w uprawie pszenicy w fazie strzelania w źdźbło i kłoszenia mogą przyczynić się do strat w plonie ziarna nawet do 30%. Natomiast susza w późniejszych fazach wzrostu w mniejszym stopniu wpływa na wielkość plonu, ale może niekorzystnie wpływać na jego cechy jakościowe. Na wielkość plonów niekorzystnie wpływa zarówno niedobór, jak i nadmiar opadów [Orzech i in. 2009]. W badaniach Chmury i in. [2002] zarówno niedobory, jak również nadmiary opadów powodowały obniżenie plonu pszenicy ozimej od 5 do 21%. Martyniak i Kaczyński [2002] stwierdzili, że zmienność plonowania pszenicy ozimej była efektem ekstremów pogodowych: z reguły spadki plonów notowano po suszach w okresie od strzelania w źdźbło do początku dojrzałości młecznej ziarna.

Zmiany klimatyczne związane z pogłębiającym się niedostatkiem wody i wzrostem temperatury w okresie wegetacji roślin wymuszają prowadzenie prac nad hodowlą nowych odmian roślin uprawnych w większym stopniu przystosowanych do niekorzystnych warunków glebowo-klimatycznych [Weber i in. 2014]. Obecnie w wielu krajach poszukuje się odmian odznaczających się odpornością na postępujące zmiany klimatu.

WNIOSKI

1. Na Lubelszczyźnie średnia suma opadów w okresie wegetacji pszenicy ozimej w latach 1971–2020 w miesiącach od kwietnia do lipca była zbliżona do wielkości potrzeb opadowych tego zboża.

2. Zakres niedoborów i nadmiarów opadów atmosferycznych w kwietniu i w maju był mniejszy niż w czerwcu i lipcu. Zakres ten odzwierciedla zmienność czasową i przestrzenną opadów oraz wielkość potrzeb opadowych pszenicy ozimej na badanym obszarze.

3. Częstość występowania niedoborów i nadmiarów opadów dla pszenicy ozimej od kwietnia do lipca była większa w części zachodniej badanego obszaru (zlewnia górnej Wisły) niż w części wschodniej i północno-wschodniej (zlewnia Bugu i Narwi).

4. W badanym 50-leciu w okresie od kwietnia do lipca w uprawie pszenicy ozimej częściej występowały niedobory opadów (średnio od 23% w maju do 39% w kwietniu i czerwcu) niż nadmiary (średnio od 23% w czerwcu do 34% w maju).

5. Stwierdzono, że istotny statystycznie wpływ na wielkość plonów pszenicy miały tylko niedobory opadów w maju i w czerwcu, tj. w miesiącach największej wrażliwości pszenicy ozimej na niedobory opadów, natomiast w kwietniu i w lipcu niedobory i nadmiary opadów nie wpłynęły istotnie na plon ziarna pszenicy.

PIŚMIENNICTWO

- Banaszkiewicz B., Dragańska E., Szwejkowski Z., 2005. Nadmiary i niedobory opadów dla upraw żyta i pszenicy ozimej w Polsce Północno-Wschodniej w latach 1971–2000. *Woda Śr. Obsz. Wiej.* 5, 17–27.
- Bartoszek K., Baranowska A., Kukła Ł., Skowera B., Węgrzyn A., 2021. Spatiotemporal assessment and meteorological determinants of atmospheric drought in agricultural areas of East-Central Poland. *Agronomy* 11, 2405. <https://doi.org/10.3390/agronomy11122405>
- Chmura K., Chylińska E., Dmowski Z., 2002. Rola czynnika wodnego w kształtowaniu plonu wybranych roślin polowych. *Infrast. Ekol. Ter. Wiej.* 9, 33–44.
- Dziężyc J., Nowak L., Panek K., 1987. Dekadowe wskaźniki potrzeb opadowych roślin uprawnych w Polsce. *Zesz. Probl. Postęp. Nauk Rol.* 314, 11–33.
- GUS, 2021. *Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2020*. Warszawa.
- Jasińska Z., Kotecki A. (red.), 2003. *Szczegółowa uprawa roślin*, t. 1. PWRiL, Warszawa.
- Kalbarczyk R., Kalbarczyk E., 2022. Spring precipitation deficiency in Poland and its temporal and spatial variability in the context of agricultural needs. *Agronomy* 12, 158. <https://doi.org/10.3390/agronomy12010158>
- Kaszewski B.M., Mrugała S., Warakowski W., 1995. *Klimat*. W: S. Uziak., R. Turski (red.), *Środowisko przyrodnicze Lubelszczyzny*. Lubelskie Towarzystwo Naukowe, Lublin.
- Koźmiński Cz., Michalska B. (red.), 2001. *Atlas klimatycznego ryzyka uprawy roślin w Polsce*. Wyd. AR w Szczecinie, Szczecin.
- Łopatka A., 2017. Europejski monitoring użytkowania gruntów i baza danych glebowych LUCAS. *Stud. Rap. IUNG-PIB* 51(5), 73–89.
- Martyniak L., Kaczyński L., 2002. Niedobory i nadmiary opadów a produktywność pszenicy ozimej. *Acta Sci. Pol. Agric.* 1, 73–79.
- Orzech K., Marks M., Dragańska E., Stępień A., 2009. Plonowanie pszenicy ozimej w zależności od warunków pogodowych i różnych sposobów uprawy gleby średniej. *Annales UMCS, sec. E, Agricultura* 64(4), 122–129. <https://doi.org/10.24326/as.2009.4.14>
- Podolska G., 2018. Plon i jakość ziarna pszenicy ozimej uprawianej w warunkach wysokiej temperatury oraz stresu suszy. *Stud. Rap. IUNG-PIB* 57(11), 9–21.

- Rymuza K., Marciniuk-Kluska A., Bombik A., 2012. Plonowanie zbóż ozimych w zależności od warunków termiczno-opadowych na polach produkcyjnych rolniczej stacji doświadczalnej w Zawadach. *Woda Śr. Obsz. Wiej.* 12, 2(38), 207–220.
- Sharrat B.S., Knight C.W., Wooding F., 2003. Climatic impact on small grain production in the subarctic region of the United States. *Arctic* 56(3), 219–319. <https://doi.org/10.14430/arctic617>
- Skowera B., Kopcińska J., Ziernicka-Wojtaszek A., Wojkowski J., 2016. Niedobory i nadmiary opadów w okresie wegetacji ziemniaka późnego w województwie opolskim (1981–2010). *Acta. Sci. Pol., Formatio Circumiectus* 15(3), 137–149.
- Urząd Statystyczny – US, 2021. Rolnictwo w województwie lubelskim w 2020 roku. Lublin.
- Weber R., Bujak H., Zalewski D., 2014. Zmienność plonowania wybranych odmian pszenicy ozimej w punktach doświadczalnych porejestrowego doświadczalnictwa odmianowego na Dolnym Śląsku. *Studia i Raporty IUNG-PIB* 36(10), 105–120.
- Węgrzyn A., Klimek-Kopyra A., Dacewicz E., Skowera B., Grygierzec W., Kulig B., Flis-Olszewska E., 2022. Effect of selected meteorological factors on the growth rate and seed yield of winter wheat – a case study. *Agronomy* 12(12), 2924. <https://doi.org/10.3390/agronomy12122924>
- Wójcik I., Doroszewski A., Wróblewska E., Koza P., 2018. Susza rolnicza w uprawie zbóż ozimych w Polsce w latach 2006–2017. *Woda Śr. Obsz. Wiej.* 18(64), 75–92.
- Ziernicka-Wojtaszek A., Kopcińska J., 2020. Variation in Atmospheric Precipitation in Poland in the Years 2001–2018. *Atmosphere* 11, 794. <https://doi:10.3390/atmos11080794>
- Żakowicz S., Hewelke P., 2002. Podstawy inżynierii środowiska. Wyd. SGGW, Warszawa.

Źródło finansowania: Badania zostały sfinansowane ze środków Funduszu Rozwoju Nauki, numer PB/26/2020, Akademia Białska im. Jana Pawła II.

Summary. The aim of the study was to evaluate the magnitude and frequency of deficits and excesses of precipitation in the Lublin region in the years 1971–2020 in winter wheat cultivation. The study used monthly values of mean air temperature and precipitation totals from 11 meteorological stations. Statistical data on yields of winter wheat grown in central-eastern Poland in the years (1971–2020) were also used. On the basis of the study, it was found that the average monthly rainfall totals were similar to the rainfall needs of winter wheat. However, high temporal and spatial variability of precipitation was observed. In April and May, the extent of rainfall deficits and excesses was smaller than in June and July. The frequency of precipitation deficits and excesses was higher in the western part of the study area (upper Vistula basin area) than in the eastern and north-eastern parts (Bug and Narew basin areas). Winter wheat yields were only significantly affected by rainfall deficits in May and June. The problem of climate warming and the consequent increase in precipitation variability indicates the need for further scientific research in the cultivation of such a strategic cereal.

Key words: precipitation deficits and excesses, winter wheat, yield

Otrzymano/Received: 5.07.2023

Zaakceptowano/Accepted: 8.12.2023

Online first: 28.03.2024

Opublikowano/Published: 18.04.2024

