
ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN – POLONIA

VOL. LVIII

SECTIO E

2003

Katedra Agrometeorologii, Akademia Rolnicza w Lublinie,
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin 1, tel. (81) 4456686

Józef Kołodziej, Krzysztof Liniewicz, Hanna Bednarek

*Opady atmosferyczne w okolicy Lublina a potrzeby
opadowe roślin uprawnych*

Atmospheric precipitation near Lublin versus rainfall needs of cultivable plants

ABSTRACT. The present paper characterizes the degree of providing for the rainfall needs for 12 cultivable plant species: spring barley, oats, spring wheat, winter wheat, winter rye, faba bean, pea, red clover, alfalfa, yellow lupine, sugar beet, fodder beet, potato-late, potato-early, and winter rape. 10 days' water needs of plants were compared with the amount of atmospheric precipitation sums recorded in the Agrometeorological Observatory in Felin near Lublin, managed by the Department of Agrometeorology of the Agricultural University of Lublin. Rainfalls were measured at 1 m height above the ground surface with the Hellmann's rain gauge. Mean precipitation sums were analyzed from the 1st 10 days of April till the 2nd 10 days of October in the years 1951-2000. The highest mean rainfall sum (29 mm) occurred on the 3rd 10 days of July, the lowest rainfall (12.3 mm) occurred two times: on the 2nd 10 days of April and the 3rd 10 days of October. Temporal variability of the 10 day's rainfall sums was the greatest in October, while in May it was the lowest. Significant differences between 10 day's rainfall needs of plants and the rainfall sums were estimated with the Student *t* test. The study period, i.e. 1951-2000 was sectioned into 10-year intervals and temporal variation of the phenomenon discussed was analyzed. Mean rainfall sums from the entire period appeared too small as compared with the rainfall needs of all the considered plants. In the whole 50-year period, the most favorable conditions as far as water needs are concerned were found for cereals, somewhat worse in case of root crops, followed by papilionaceous, while the worst was among oil plants. In successive ten-year periods the highest rainfall sum occurred in the years 1971-1980, and the lowest in the following period, i.e. 1981-1990. Such differentiation affected the number of statistically significant rainfall deficits in those periods. In the period 1971-1980 they constituted 12.5% of all the data, while in 1981-1990 they reached 40.0% of the data. In the whole study period (1951-2000) the rainfall water deficits most often occurred in the 2nd 10 days' period of June and in the 1st of July. These might appear unfavorable for root crops. Basing on the analysis of successive ten-year periods, it can be stated that water deficits most often occurred both in the 2nd and the 3rd 10 days' periods of May and June.

KEY WORDS: plants, rainfall needs, atmospheric precipitation

Określenie potrzeb opadowych roślin uprawnych i zapewnienie im odpowiedniej ilości wody jest problemem od dawna znanym i nadal bardzo istotnym. Rozwój i plonowanie zbóż w największym stopniu zależą od ilości opadów w maju i czerwcu, a okopowych w lipcu. Te okresy zwiększonego zapotrzebowania na wodę nazywa się okresami krytycznymi.

W przeszłości warunki klimatyczne Polski na ogół sprzyjały produkcji rolniczej, dzięki czemu w XVI i XVII wieku stanowiła ona spichlerz zbożowy Europy [Bac 1981]. Jednak w czasach współczesnych pod względem zasobów wodnych należymy do krajów o bardzo niekorzystnej, ciągle zmiennej sytuacji. Średnio co 5 lat stwierdza się bowiem występowanie zjawisk ekstremalnych: susz atmosferycznych, a następnie glebowych lub nadmiernych opadów, powodujących powstawanie powodzi [Słota 1992].

W literaturze dotyczącej nadmiarów lub też niedoborów opadów atmosferycznych w Polsce jednym z pierwszych było opracowanie Hohendorfa [1948]. Autor porównał w nim wysokość opadów atmosferycznych z potrzebami wodnymi roślin uprawnych.

Celem niniejszego opracowania była ocena zaspokojenia potrzeb opadowych roślin uprawnych przez porównanie 50-letniej serii wyników pomiarów opadów atmosferycznych z okolic Lublina z potrzebami opadowymi roślin uprawnych. Wykorzystano tu wcześniejsze opracowanie dotyczące potrzeb opadowych roślin uprawnych [Dzieżyc i in. 1987].

METODY

Opracowanie oparto na wynikach pomiarów opadów atmosferycznych z Obserwatorium Agrometeorologicznego w Felinie, którym kieruje Katedra Agrometeorologii Akademii Rolniczej w Lublinie. Wykorzystano dane pluwiometryczne z lat 1951–2000, z okresu od 1 dekady kwietnia do 2 dekady października włącznie. Opady mierzono deszczomierzem Hellmanna na wysokości 1 m nad gruntem.

Dekadowe sumy opadów atmosferycznych porównano z dekadowymi potrzebami opadowymi roślin, które pochodziły ze wspomnianego wcześniej opracowania [Dzieżyc i in. 1987]. Uwzględniono dwanaście gatunków (piętnaście roślin uprawnych): jęczmień jary, owies, pszenicę jarą, pszenicę ozimą, żyto ozime, bobik, groch, koniczynę czerwoną, lucernę, łubin żółty, burak cukrowy, burak pastewny, ziemniak późny, ziemniak wczesny i rzepak. Analizowany materiał charakteryzuje dorzecze górnej Wisły, gdyż takiego określenia użył Dzieżyc i in. [1987], i gleb średnich [Dobrzański i in. 1951]. Są to warunki glebowe występujące w okolicach Felina.

W zależności od gatunku rośliny ocena ich potrzeb opadowych obejmowała różną liczbę dekad – od 10 w przypadku łubinu żółtego, ziemniaków wczesnych i rzepaku ozimego do 18 w odniesieniu do buraków cukrowych i buraków pastewnych, a ich łączna liczba dekad wynosiła 200. Liczbę tę potraktowano jako podstawę (100% przypadków) do wybranych obliczeń w dalszej części opracowania.

W celu wykazania istotnych statystycznie niedoborów opadowych zastosowano test *t*-Studenta. Aby dokładniej poznać zróżnicowanie czasowe badanych zjawisk, czyli uwzględnić aspekt klimatologiczny, cały materiał eksperymentalny podzielono na kolejne okresy dziesięcioletnie. Scharakteryzowano następnie zróżnicowanie opadów w poszczególnych dziesięcioleciach okresu 1951–2000 oraz wynikające stąd różnice w zaspokojeniu potrzeb opadowych roślin.

WYNIKI

Na podstawie badań przeprowadzonych w Obserwatorium Agrometeorologicznym w Felinie stwierdzono, że średnia 50-letnia suma opadów atmosferycznych z całego okresu wegetacyjnego (IV–X) w okolicy Lublina wyniosła 405,6 mm, a bez ostatniej dekady października – 393,4 mm. Według opracowania Chrzanowskiego [1988] średnie sumy opadów z lat 1891–1980 w okresie wegetacyjnym na Lubelszczyźnie, z wyjątkiem fragmentu części północnej, wahały się od 400 mm na północy do 500 mm na południu. Suma opadów atmosferycznych, obliczona w niniejszym opracowaniu, mieści się zatem w granicach stwierdzonych przez Chrzanowskiego [1988].

W okresie wegetacyjnym średnie miesięczne sumy opadów atmosferycznych systematycznie rosły od 40,6 mm w kwietniu do 78,2 mm w lipcu, a następnie malały do 40,3 mm w październiku. Należy zaznaczyć, że średnie dekadowe sumy opadów atmosferycznych w tym okresie nie wykazywały wyraźnych tendencji zmian, a jednocześnie ich nieokreślona zmienność czasowa ujawniła się bardziej niż w przypadku sum miesięcznych. Wśród dwudziestu analizowanych w opracowaniu średnich dekadowych sum opadów w jedenastu przypadkach suma z następnej dekady była wyższa od wartości w dekadzie poprzedniej, w okresie od kwietnia do lipca zanotowano dziewięć takich przypadków. Najniższa średnia suma opadów wyniosła 12,3 mm, co stwierdzono w drugiej dekadzie kwietnia i trzeciej dekadzie października, a najwyższa – 29,0 mm – wystąpiła w trzeciej dekadzie lipca. Z reguły zmienność względna dekadowych sum opadów była wyższa w miesiącach chłodniejszych (135,5% w pierwszej dekadzie października), a niższa w miesiącach wiosennych i letnich (71,9% w trzeciej dekadzie maja).

Tabela 1. Porównanie potrzeb opadowych roślin uprawnych ze średnimi sumami opadów atmosferycznych w Obserwatorium Agrometeorologicznym w Felinie w latach 1951–2000
Table 1. Comparison of precipitation needs of cultivable plants with mean sums of atmospheric precipitation in Agrometeorological Observatory at Felin in the years 1951–2000

Roślina Plant	Potrzeby opadowe [Dzieżyc i in.1987] Rainfall needs mm	Średnie sumy opadów Mean sum of precipitation mm	Wielkość zaspokojenia Degree of supply %	Wielkość niedoborów Degree of deficit mm
Jęczmień jary Spring barley	268	243,0	90,7	25,0
Owies Oats	266	243,0	91,4	23,0
Pszenica jara Spring wheat	300	243,0	81,0	57,0
Pszenica ozima Winter wheat	267	243,0	91,0	24,0
Żyto ozime Winter rye	285	243,0	85,3	42,0
Bobik Faba bean	368	298,9	81,2	69,1
Groch Pea	270	243,0	90,0	27,0
Koniczyna czerw. Red clover	436	332,2	76,2	103,8
Lucerna Alfalfa	429	332,2	77,4	96,8
Łubin żółty Yellow lupine	255	199,8	78,4	55,2
Burak cukrowy Sugar beet	448	366,8	81,9	81,2
Burak pastewny Fodder beet	454	366,8	80,8	87,2
Ziemniak późny Potato-late	370	338,1	91,4	31,9
Ziemniak wczesny Potato-early	271	216,5	79,9	54,5
Rzepak ozimy Winter rape	240	188,3	78,4	51,7

W celu przedstawienia relacji, jakie zachodzą pomiędzy potrzebami opadowymi roślin a rzeczywistymi sumami opadów atmosferycznych z analizowanego okresu w Felinie, zebrane materiały zestawiono w tabeli 1. Wynikające stąd wnioski można z pewnym przybliżeniem odnieść do środkowej części Lubelszczyzny.

Z tabeli 1 wynika, że w okolicach Lublina we wszystkich analizowanych przypadkach odnotowano średnie sumy opadów niższe od potrzeb opadowych roślin. Podobne wyniki, gdyż dotyczyły tego samego obszaru, choć w krótszym okresie, uzyskał Liniewicz [1998] w odniesieniu do wybranych zbóż: jęczmienia jarego, pszenicy ozimej i żyta ozimego.

Korzystny może być fakt, że w podłożu występujących tu gleb na głębokości 1 m występuje margiel, który wpływa na zatrzymywanie wody opadowej [Do-brzański i in. 1951]. Bliższa analiza tabeli 1 wskazuje na fakt, że najlepsza sytuacja pod względem zaspokojenia potrzeb opadowych wystąpiła w zbożach, nieco gorsza w roślinach okopowych, następnie w roślinach motylkowatych, a w najmniejszym stopniu zostały zaspokojone potrzeby opadowe rzepaku ozimego.

Wśród zbóż najkorzystniejsze warunki opadowe w okresie wegetacji wystąpiły w uprawie owsa, którego potrzeby opadowe były zaspokojone w 91,4%, a najmniej korzystne w pszenicy jarej – 81,0%. Należy jednak zauważyć, że roślina ta ma stosunkowo małą powierzchnię transpiracyjną i jest bardziej tolerancyjna na niedobory opadów niż pozostałe zboża.

W roślinach motylkowatych największe niedobory opadów (w milimetrach warstwy wody) dotyczyły koniczyny czerwonej i lucerny. Są to rośliny o dużych wymaganiach opadowych, mające mocno rozbudowaną część nadziemną i bardzo dużą powierzchnię transpiracyjną, a zaspokojenie ich potrzeb opadowych decyduje o liczbie pokosów i jakości plonu.

W grupie roślin okopowych najlepszą sytuację pod względem zaspokojenia potrzeb opadowych stwierdzono w okresie wegetacji ziemniaka późnego, a najgorszą – w przypadku ziemniaka wczesnego. W tej grupie największe wymagania wodne ma burak pastewny i cukrowy; potrzeby opadowe buraka pastewnego były zaspokojone w 80,8%, a cukrowego w 81,9%. Rośliny te charakteryzują się wprawdzie niskim współczynnikiem transpiracji, ale w ciągu długiego okresu wegetacyjnego, z powodu dużej wytworzonej przez nie masy w sumie, zużywają znaczne ilości wody. Jak podaje Strebeyko [1959], jedna roślina buraka cukrowego w czasie okresu wegetacyjnego transpiruje około 36 kg wody.

Warto w tym miejscu zacytować wyniki badań Bieszczada [1981] – być może dyskusyjne – według którego w rolnictwie bardziej szkodliwe są niedobory opadów niż ich nadmiary. Efektem występowania niedoborów opadowych są okresy posuch atmosferycznych, natomiast ich nadmiary powodują zbytnie uwilgotnienie gleby, pojawianie się niektórych chorób i szkodników oraz wyleganie zbóż. Można się również liczyć z występowaniem powodzi w różnych rejonach kraju. Martyniak i in. [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 mleczej.

W tabeli 2 zestawiono informacje charakteryzujące wysokość sum opadów atmosferycznych w kolejnych dziesięcioleciach, które porównano z wartościami średnimi z okresu 1951–2000, zatem uwzględniono fluktuacje klimatyczne.

Tabela 2. Charakterystyka sum opadów atmosferycznych w okresie od 1 dekady kwietnia do 2 dekady października w kolejnych dziesięcioleciach lat 1951–2000 w Obserwatorium Agrometeorologicznym w Felinie

Table 2. Characteristics of atmospheric precipitation sums from the 1st 10 days of April to the 2nd 10 days of October, in successive ten-year periods of the years 1951–2000 in Agrometeorological Observatory at Felin

Lata Years	Średnie sumy opadów Mean precipitation sums mm	Procent średnich sum 50-letnich Percentage of mean 50-year sums
1951–1960	393,4	100,0
1961–1970	369,2	93,9
1971–1980	473,3	120,3
1981–1990	334,4	85,0
1991–2000	395,9	100,7

Średnie sumy opadów atmosferycznych w kolejnych dziesięcioleciach (tab. 2) były wyraźnie zróżnicowane: dotyczyło to przede wszystkim lat 1971–1980 (120,3% normy) i 1981–1990 (85,0% normy), w których znalazły się skrajne wartości spośród pięciu ocenianych sum. Średnia suma opadów z lat 1971–1980 była o 138,9 mm wyższa od sumy z lat 1981–1990. W pierwszym i ostatnim dziesięcioleciu opady kształtowały się na poziomie wartości średniej, a w latach 1961–1970 były nieco niższe.

Analiza danych z kolejnych dziesięcioleci badanego okresu wskazuje wprawdzie na duże zróżnicowanie sum opadów, trudno jednak określić stałe tendencje ich zmienności czasowej. Żmudzka [2002], po przeanalizowaniu zmienności opadów atmosferycznych w Polsce w drugiej połowie XX wieku, również nie stwierdziła istotnego kierunku zmian, zauważyła natomiast istnienie różnokierunkowych fluktuacji i wahań.

Wyniki zawarte w tabeli 3 pozwalają na stwierdzenie, że niedobory opadów w całym pięćdziesięcioleciu występowały nieprzerwanie podczas dwunastu kolejnych dekad, począwszy od drugiej dekady kwietnia do pierwszej dekady sierpnia. W końcowej części okresu wegetacyjnego (VIII, IX, X) notowano jeszcze niedobory w czterech innych dekadach. Najwięcej niedoborów – w kolejności – odnotowano w drugiej dekadzie czerwca, pierwszej dekadzie lipca, trzeciej dekadzie kwietnia i trzeciej dekadzie czerwca.

Tab. 3

Rycina 1. Liczebność istotnych statystycznie niedoborów opadowych w latach 1971–1980 i 1981–1990 w Felinie
Figure 1. Size of statistically significant precipitation deficits in the years 1971–1980 and 1981–1990 at Felin

Biorąc pod uwagę liczby istotnych niedoborów w miesiącach, najwięcej stwierdzono ich – 26 – w czerwcu, 16 – w lipcu, 14 – w maju i 13 – w kwietniu.

Należy podkreślić, że omawiane liczby nie są sumami istotnych niedoborów z kolejnych okresów dziesięcioletnich, lecz zostały obliczone dla całego okresu pięćdziesięciu lat, a zatem oszacowane z mniejszym błędem niż w przypadku okresów dziesięcioletnich. W całym okresie 1951–2000 suma istotnych niedoborów opadowych wystąpiła 79 razy, co stanowi 39,5% dwustu dekad wymienionych w metodyce.

W ciągu dwóch pierwszych okresów dziesięcioletnich (1951–1960 i 1961–1970) występującymi najczęściej niedoborami opadowymi wyróżniła się druga dekada czerwca, a w latach 1971–1980 i 1981–1990 druga dekada maja. W ostatnim dziesięcioleciu (1991–2000) najliczniejszymi niedoborami opadowymi charakteryzowała się pierwsza dekada maja i pierwsza dekada czerwca. Warto odnotować, że w latach 1981–1990 w drugiej dekadzie maja, a w latach 1991–2000 w pierwszej dekadzie maja oraz pierwszej dekadzie czerwca niedobory wystąpiły w liczbie po 15, czyli dotyczyły wszystkich analizowanych roślin.

W celu dokładniejszego zilustrowania omawianych zjawisk w okresach dziesięcioletnich, które wyróżniły się skrajnymi wartościami sum opadów atmosferycznych (1971–1980, 1981–1990), wyniki badań przedstawiono na rycinie 1.

Z ryciny 1 wynika, że w latach 1971–1980 niedobory opadowe nie dotyczyły tylko jęczmienia i owsa. Najwięcej niedoborów stwierdzono w przypadku ziemniaka późnego. Była to jedyna roślina, w której niedobory wystąpiły w większej liczbie dekad niż w suchych latach 1981–1990. Liczby dekad z niedoborami opadowymi w pozostałych gatunkach roślin wahały się od 1 do 3. W dziesięcioleciu 1971–1980 stwierdzono 25 przypadków niedoborów opadowych udowodnionych statystycznie, co stanowi 12,5% całości wyników.

W dziesięcioleciu 1981–1990 istotne niedobory opadowe wystąpiły w przypadku wszystkich gatunków roślin, w liczbie 80, co stanowi 40,0% całości wyników. Najmniej – po dwie dekady – stwierdzono w uprawach jęczmienia i ziemniaka późnego, najwięcej – po osiem dekad – w bobiku, buraku cukrowym i buraku pastewnym.

WNIOSKI

1. Po przeanalizowaniu wysokości opadów atmosferycznych w okresach dekadowych i porównaniu ich z potrzebami opadowymi dwunastu gatunków roślin uprawnych stwierdzono, że w latach 1951–2000 średnie opady w okresie od pierwszej dekady kwietnia do drugiej dekady października w każdym przypadku były niższe od potrzeb opadowych roślin. Najlepsza sytuacja pod względem zaspokojenia potrzeb opadowych roślin wystąpiła w zbożach, nieco gorsza w roślinach okopowych, następnie w roślinach motylkowatych. W najmniejszym stopniu zostały zaspokojone potrzeby opadowe rzepaku ozimego.

2. Podział pięćdziesięciolecia 1951–2000 na okresy dziesięcioletnie uwiódrczcił, że w tym czasie sumy opadów były wyraźnie zróżnicowane: najwyższa z lat 1971–1980 była o 138,9 mm wyższa od sumy najniższej z lat 1981–1990. Zróżnicowanie to odbiło się wyraźnie na liczbie statystycznie istotnych niedoborów opadowych: w okresie 1971–1980 stanowiły one 12,5% całości wyników, natomiast w latach 1981–1990 – 40,0% wszystkich wyników.

3. Na podstawie przeprowadzonej analizy wyników pomiarów z pięćdziesięciolecia stwierdzono, że pod względem częstości niedoborów opadowych wyróżniła się druga dekada czerwca i pierwsza dekada lipca, co było szczególnie niekorzystne dla roślin okopowych. Podobna ocena kolejnych okresów dziesięcioletnich wskazała na drugą i pierwszą dekadę maja oraz drugą i pierwszą dekadę czerwca – jako okresy o najczęstszych istotnych niedoborach opadowych. Z przedstawionych rozważań wynika, że w okolicach Lublina należy się liczyć z niekorzystnymi oddziaływaniami niedoborów opadowych na rozwój i plonowanie roślin uprawnych.

PIŚMIENICTWO

- Bac S. 1981. Nawodnienia w klimacie Polski. *Gospodarka Wodna* 11, 307–308.
- Bieszczad S. 1981. Skutki niedoboru opadów i efekty ekonomiczne nawadniania w produkcji roślinnej. *Gospodarka Wodna* 11, 14–17.
- Chrzanowski J. 1988. Regionalizacja i klasyfikacja dobowych wartości opadów w Polsce. *Wiadomości IMGW*, 11, ½, 93–102.
- Dobrzański B. Zawadzki S. 1951. Gleby Zakładu Naukowo-Doświadczalnego Felin. *Annales UMCS, Sec. E*, 6, 231–252.
- Dzięzyk J., Nowak L., Panek K. 1987. Dekadowe wskaźniki potrzeb opadowych roślin uprawnych w Polsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 314, 11–33.
- Hohendorf E. 1948. Niedobory i nadmiary opadów w Polsce. *Gospodarka Wodna* 8, 10, 276–287.
- Liniewicz K. 1998. Dekadowe sumy opadów atmosferycznych w porównaniu z potrzebami wodnymi zbóż na Wyżynie Lubelskiej (1951–1995). W: *Problemy Współczesnej Klimatologii i Agrometeorologii Regionu Lubelskiego*. Wyd. UMCS, Lublin, 59–62.
- Martyniak L., Kaczyński L. 2002. Niedobory i nadmiary opadów a produktywność pszenicy ozimej. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 1, 73–79.
- Słota H. (red.) 1992. *Susza 1992. Zasięg, natężenie, przyczyny i skutki, wnioski na przyszłość*. Materiały badawcze. Seria: *Hydrologia i Oceanologia* 16.
- Strebeyko P. 1959. Problem wody w fizjologii i hodowli roślin. *Hod. Rośl. Aklim. i Nas.* 3, 415–425.
- Żmudzka E. 2002. O zmienności opadów atmosferycznych na obszarze Polski nizinnej w II połowie XX w. *Wiadomości IMGW* 25, 4, 23–38.