

Zmienność opadów atmosferycznych w okresie wegetacyjnym w latach 1901-2000 na obszarze województwa podkarpackiego

Variability of precipitation during the growing season
in the period 1901-2000 in the area of the Podkarpackie voivodship

Agnieszka Ziarnicka-Wojtaszek¹, Tadeusz Zawora¹

Zarys treści: Celem opracowania było wydzielenie okresów niedoborów i nadmiarów opadów atmosferycznych na obszarze województwa podkarpackiego w okresie wegetacyjnym (od kwietnia do października) w latach 1901-2000. Wykorzystano miesięczne obszarowe sumy opadów i komunikaty o stanie ważniejszych roślin uprawnych na badanym obszarze. Na podstawie treści komunikatów o stanie upraw obliczono wartości opadów optymalnych. Za opady optymalne uznano takie, przy których stan roślin oceniany był jako bardzo dobry, dobry lub zadowalający. Ich wartości były zróżnicowane w zależności od poziomu agrotechniki i postępu hodowlanego. Wydzielono okresy wilgotne 1901-1941, 1965-1981 i 1994-2000, z nadmiarem opadów odpowiednio 50, 51 i 67 mm, oraz okresy suche 1942-1964 i 1982-1993, z niedoborem opadów 52 i 26 mm.

Słowa kluczowe: opady atmosferyczne, niedobory opadów, nadmiary opadów

Key words: precipitation, precipitation deficiency, precipitation excess

Wprowadzenie

Opady atmosferyczne są elementem meteorologicznym charakteryzującym się dużą zmiennością w czasie i przestrzeni. Zmienność ta wpływa na funkcjonowanie środowiska przyrodniczego i gospodarczą działalność człowieka. Jedną z miar zmienności jest odchylenie od normy, wyrażone najczęściej przez procent opadu średniego wieloletniego. Zalecany przez Światową Organizację Meteorologiczną okres normalny wynosi 30 lat. Dotychczasowe opracowania opadów atmosferycznych na obszarze Polski oparte na powyższych zaleceniach lub do nich zbliżonych dotyczyły okresów 1891-1930, 1931-1960,

¹ Katedra Meteorologii i Klimatologii Rolniczej, Akademia Rolnicza w Krakowie, al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków, e-mail: aziarnik@poczta.fm, tzawora@ar.krakow.pl

1961-1990 i 1971-2000 (Wiszniewski 1953, Wiszniewski 1977, Kossowska-Cezak i in. 2000, Lorenc 2005).

Aktualny problem globalnych zmian klimatu, przejawiający się w obserwowanym i prognozowanym ociepleniu atmosfery, odnośnie do zmian opadów nie znalazł jednoznacznych ocen (Kozuchowski 1996). W okresie 1891-1990, wobec zaobserwowanych ogólnie trendów dodatnich w północnej części Europy i ujemnych w części południowej, na obszarze Polski sumy opadów nie wykazały istotnych statystycznie trendów (Tomjałojć 2003). Porównanie wartości sum opadów atmosferycznych z okresów standardowych 1891-1930, 1931-1960, 1961-1990 i 10-lecia 1991-2000 na obszarze Polski wykazało, że w jej części południowej, a także południowo-wschodniej, będącej terenem opracowania, porównywane sumy nie wykazywały statystycznie istotnych różnic (Zawora, Ziernicka 2003). Przy braku istotnych trendów rośnie natomiast zmienność opadów (Kozuchowski 1996).

Lata o skrajnych sumach opadów mają często swoje charakterystyki, np. skrajnie suche 1959 r. (Schmuck 1960) i skrajnie wilgotny 1974 r. (Gil, Starkel 1979). Spotykane są opracowania dotyczące kilku czy kilkunastoletnich serii lat nadmiernie uwilgotnionych lub suchych (Bobiński, Meyer 1992). Analiza taka, przeprowadzona na podstawie długiego, kilkudziesięcioletniego okresu, pozwala na periodyzację przebiegu opadów – wydzielenie okresów suchych, zbliżonych do optymalnych i wilgotnych, które nie zawsze mogą się uwidocznić przy porównywaniu kolejnych norm klimatycznych.

Dla gospodarki rolnej punktem odniesienia będą nie normy klimatyczne, rozumiane jako wartości średnie ze standardowych okresów 30-letnich lub dłuższych, ale wartości tzw. opadów optymalnych. Mogą być one utożsamiane z potrzebami opadowymi roślin uprawnych rozpatrywanymi w zależności od praktycznego celu opracowania, z punktu widzenia poszczególnych gatunków czy nawet odmian, grup użytkowych czy wreszcie wszystkich upraw na danym terenie. Różnice między wartościami opadów zmierzonych i optymalnych są wartościami niedoborów i nadmiarów opadów (Hohendorf 1948).

Opady optymalne nie są wartościami stałymi. W okresie międzywojennym, a zwłaszcza powojennym, nastąpiło zwiększenie plonów głównych roślin uprawnych w wyniku dużego postępu hodowlanego – wprowadzania nowych odmian o wyższym potencjale plonowania i wzrastającego poziomu agrotechniki, przejawiającego się wzrostem poziomu nawożenia, stosowaniem pestycydów, regulatorów wzrostu i maszyn.

W związku z naturalną zmiennością opadów, występowaniem okresów suchych i wilgotnych oraz ze zróżnicowanym poziomem agrotechniki, a w konsekwencji ze zmianą wartości opadów optymalnych, nasuwają się pytania: na jakie wartości można oszacować występujące w 100-letnim okresie niedobory i nadmiary opadów, kiedy one wyraźnie wystąpiły i na jak długi okres można ekstrapolować wyniki przeprowadzonych badań odnośnie do oceny potrzeb opadowych, niedoborów i nadmiarów opadów na określonym obszarze. Rozwiązanie postawionych pytań było celem niniejszej pracy.

Material i metoda

Opracowanie oparto na średnich miesięcznych obszarowych wartościach opadów atmosferycznych za okres stuletni 1901-2000 ze stacji o długoletnich ciągach obser-

wacyjnych z obszaru administracyjnego województwa podkarpackiego i najbliższych okolic. Były to w różnych okresach stacje: Tarnów, Głogów, Rzeszów, Jarosław, Zdanów, Lesko, Sandomierz i Nowy Sącz. Drugim ważnym źródłem informacji były komunikaty o stanie upraw z terenu obecnego województwa, publikowane w różnych czasopismach i wydawnictwach o treści meteorologicznej, rolniczej i statystycznej. Komunikaty posłużyły do sporządzenia kalendarza warunków meteorologicznych wegetacji ważniejszych roślin uprawnych łącznie. Wyszczególniono w nich, czy zespół warunków pluwiotermicznych w danym miesiącu na podstawie relacji korespondentów rolnych o stanie upraw był sprzyjający dla wegetacji (stan upraw bardzo dobry, dobry i średni), czy z różnych względów – takich jak zbyt niska temperatura powietrza, niedostatek lub nadmiar opadów – niesprzyjający (stan upraw mierny lub zły).

Wartość średnią obszarową obliczono jako średnią arytmetyczną z uwzględnieniem każdorazowo odpowiedniej poprawki. Wynikała ona z różnicy między wartością z kilku stacji mających długoletni ciąg obserwacji i 47 stacji równomiernie rozmieszczonych na badanym obszarze, zaczerpniętych z opracowania K. Chomicza (1977) z okresu 1951-1970. Operowanie średnimi obszarowymi było konieczne z tego powodu, że dane odnośnie do stanu roślin uprawnych dotyczyły całego badanego obszaru. Jednorodność materiału sprawdzono metodą stałości ilorazów. Opady optymalne z całego okresu wegetacyjnego (od kwietnia do października) w odstępach 5-letnich obliczono jako średnie arytmetyczne z wartości określonych przez korespondentów rolnych jako sprzyjające z 5 lat poprzedzających i 5 następujących. Przebieg opadów w okresie wegetacyjnym badanego 100-lecia przedstawiono graficznie za pomocą 11-letnich średnich konsekwentnych. Za niedobory lub nadmiary opadów uznano różnicę między opadami średnimi obszarowymi a optymalnymi – uznanymi na podstawie relacji korespondentów rolnych o stanie upraw na całym badanym obszarze.

Wyniki badań

Przebieg opadów atmosferycznych w okresie wegetacyjnym w latach 1901-2000 wykazuje wyraźne fluktuacje. Zaznaczają się trzy okresy bardziej wilgotne: 1901-1941, 1965-1981 i 1994-2000, o średnich sumach odpowiednio 538, 552 i 556 mm, i dwa okresy suchsze: 1942-1964 i 1982-1993, o sumach odpowiednio 455 i 460 mm (tab. 2, ryc. 1).

Opady optymalne systematycznie wzrastały od 455 do 512 mm od początku XX wieku i w okresie międzywojennym. Wyraźny wzrost zaznaczył się również w okresie powojennym, od 504 do 516 mm pod koniec lat 60. XX w. Następane lata, w związku z występowaniem kryzysów polityczno-ekonomicznych, charakteryzowały się spadkiem poziomu agrotechniki i zmniejszeniem wartości opadów optymalnych. Spadek poziomu nawożenia mineralnego NPK w skali ogólnopolskiej już pod koniec lat 70. XX w. sygnalizowali J. Nowicki i M. Marks (1994). Po 1989 r. powszechnym zjawiskiem stało się odłogowanie gruntów na skutek małej opłacalności produkcji (Marks i in. 2000). W ostatnich kilkunastu latach XX w. obserwuje się niewielką dynamikę wzrostową wartości opadów optymalnych (tab. 1).

Wartości niedoborów, względnie nadmiarów opadów atmosferycznych w wymienionych 5 okresach, ukształtowane w wyniku zarówno zmienności opadów jak i zróżnic-

Tab. 1. Opady optymalne (mm) dla ważniejszych roślin uprawnych łącznie w warunkach produkcyjnych na obszarze obecnego województwa podkarpackiego (kwiecień-październik 1901-2000)

Table 1. Optimal precipitation (mm) for important cultivated plants jointly in the productivity conditions on the area in the Podkarpackie voivodship (April-October 1901-2000)

Rok Year	Opad optymalny Optimal precipitation	Rok Year	Opad optymalny Optimal precipitation
1905	455	1955	504
1910	468	1960	511
1915	473	1965	516
1920	479	1970	509
1925	492	1975	492
1930	508	1980	492
1935	512	1985	485
1940	510	1990	486
1945	504	1995	489
1950	504	2000	489

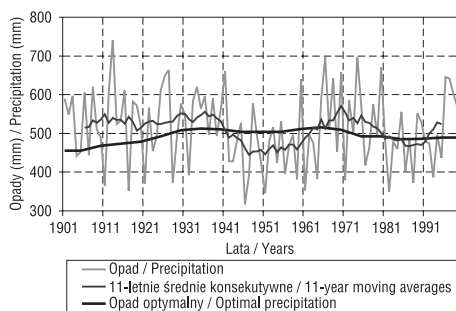
Tab. 2. Średnie wartości niedoborów i nadmiarów opadów atmosferycznych (mm) w wyróżnionych okresach suchych i wilgotnych na obszarze województwa podkarpackiego (kwiecień-październik 1901-2000)

Table 2. Mean values of precipitation deficiency and excess (mm) in the recognized dry and humid periods on the area in the Podkarpackie voivodship (April-October 1901-2000)

Opady / Precipitation	1901-1941	1942-1964	1965-1981	1982-1993	1994-2000
Średnie / Mean	538	455	552	460	556
Optymalne / Optimal	488	507	501	486	489
Niedobory (-) lub nadmiary (+) Deficiency (-) or excess (+)	+50	-52	+51	-26	+67

wanego poziomu agrotechniki, wynosiły 50, 51 i 67 mm w przypadku nadmiarów, które zaznaczyły się odpowiednio w okresach: 1901-1941, 1965-1981 i 1994-2000, oraz 52 i 26 mm w przypadku niedoborów, w okresach: 1942-1964 i 1982-1993 (tab. 2, ryc. 1).

Porównanie średniej 100-letniej sumy opadów atmosferycznych z okresu od kwietnia do października z badanego terenu, wynoszącej 513 mm, z wartością opadów optymalnych, wynoszącą 494 mm, pozwoliło oszacować wielkość nadmiaru opadów na 19 mm.



Ryc. 1. Przebieg opadów atmosferycznych (11-letnie średnie konsekutywne) na obszarze województwa podkarpackiego na tle wartości optymalnych dla ważniejszych upraw (kwiecień-październik 1901-2000)

Fig. 1. Precipitation in Podkarpackie voivodship area: 11-year moving averages against the optimal value for major cultivated plants (April-October 1901-2000)

Dyskusja i podsumowanie

Przedstawione opracowanie jest analizą wybranych skutków agroekologicznych powodowanych zmiennością opadów atmosferycznych w długim, 100-letnim okresie. Określony poziom agrotechniki niweluje lub potęguje skutki agroekologiczne naturalnej zmienności opadów. Okres niskich opadów przy dużym zapotrzebowaniu roślin na wodę przy wysokim poziomie agrotechniki powoduje większe niedobory opadowe w porównaniu z sytuacją o niższym poziomie agrotechniki. Dlatego też niektóre opracowania poświęcone niedoborom i nadmiarom opadów podają wartości w odniesieniu do średnich i wysokich plonów (Badura 1989).

Odnosnie do wartości niedoborów i nadmiarów opadów atmosferycznych istnieje opracowanie E. Hohendorfa (1948) oparte na danych z okresu 1891-1930. Wyniki badań o znaczeniu nie tylko poznawczym, ale przede wszystkim praktycznym, powinny być aktualne przez możliwie dłuższy, kilkunastoletni czy nawet kilkudziesięcioletni okres. Wartości nadmiarów opadów według wspomnianego autora wynoszą dla zbóż ozimych (kwiecień-lipiec) 103 mm, dla buraków cukrowych i ziemniaków (kwiecień-wrzesień) odpowiednio 65 i 93 mm, niedobory dla użytków zielonych (kwiecień-wrzesień) 52 mm. Uwzględniając strukturę upraw można przyjąć, że sumaryczne wartości nadmiarów opadowych w okresie wegetacyjnym są bardzo zbliżone do otrzymanych w niniejszym opracowaniu w pierwszym mokrym wyróżnionym okresie 1901-1941 – rzędu pięćdziesięciu kilku mm. W latach 1942-1964 wystąpił natomiast okres suchy o opadach niższych o 83 mm. W latach powojennych wzrastał również poziom agrotechniki. W zaistniałej sytuacji zaznacza się problem praktycznej użyteczności wykonanych badań.

Innym zagadnieniem jest przewidywane zmniejszenie się rolniczej efektywności opadów atmosferycznych związane ze wzrostem ewapotranspiracji przy zachodzącym wzroście temperatury powietrza. Przeprowadzone badania wykazały, że przyrost temperatury w okresie wegetacyjnym o 1°C powoduje wzrost zapotrzebowania na opady w ilości 44 mm w tymże okresie, natomiast przyrost o 2°C o 101 mm (Ziarnicka 2004).

Opracowanie wykonane jest w odniesieniu do warunków przeciętnych województwa. Wobec dużych różnic wysokościowych występujących na omawianym obszarze i różnorodności występujących tu gleb wyniki mogą być regionalnie zróżnicowane. W celu uchwycenia zmienności przestrzennej zjawiska niedoborów i nadmiarów opadów należałoby dysponować obserwacjami stanu roślin uprawnych z mniejszych jednostek administracyjnych, np. w skali powiatu.

Literatura

- Badura U., 1989, *Przestrzenne rozmieszczenie niedoboru i nadmiaru opadów w okresie wegetacyjnym buraków i ziemniaków w Polsce*, Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 343, 163-169.
- Bobiński E., Meyer W., 1992, *Susza w Polsce w latach 1982-1992. Ocena hydrologiczna*, Wiad. IMGW, 15, 36, 4, 3-24.
- Chomicz K., 1977, *Materiały do poznania agroklimatu Polski*, PWN, Warszawa.

- Gil E., Starkel L., 1979, *Long-term extreme rainfalls and their role in the modelling of flysch slopes*, Studia Geomorph. Carpatho-Balcan., 13, 207-220.
- Hohendorf E., 1948, *Niedobory i nadmiary opadów w Polsce*, Gosp. Wodna, 8, 10, 276-287.
- Kossowska-Cezak U., Martyn D., Olszewski K., Kopacz-Lembowicz M., 2000, *Meteorologia i klimatologia. Pomiary, obserwacje, opracowania*, PWN, Warszawa-Łódź.
- Kożuchowski K. 1996, *Współczesne zmiany klimatyczne w Polsce*, Prz. Geogr., 48, 1-2, 79-98.
- Lorenc H. (red.), 2005, *Atlas klimatu Polski*, IMGW, Warszawa.
- Marks M., Nowicki J., Szwejkowski Z., 2000, *Odłogi i ugory w Polsce. Cz. I. Przyczyny odłogowania i zjawiska towarzyszące*, Fragm. Agronom., 1, 65, 5-19.
- Nowicki J., Marks M., 1994, *Stan aktualny i perspektywy produkcji zbóż w Polsce*, Fragm. Agronom., 2, 42, 8-18.
- Schmuck A., 1960, *O suszach atmosferycznych na Dolnym Śląsku ze szczególnym uwzględnieniem suszy w roku 1959*, [w:] *Susza na Dolnym Śląsku w 1959 r.*, B. Jabłoński, M. Ciereszko (red.), Materiały Sesji Naukowej zorganizowanej w dniach 16-17.12.1959 przez Radę Wydziału Rolniczego Wyższej Szkoły Rolniczej i Rolniczą Radę Naukową WRN we Wrocławiu, Prez. WRN, Wrocław, 120.
- Tomjałojć L., 2003, *Implications of Climate Change for Nature Conservations*, Acta Univ. Wratislaviensis, 2542, Studia Geogr., 75, 31-50.
- Wiszniewski W., 1953, *Atlas opadów atmosferycznych w Polsce 1891-1930*, PIHM, WK, Warszawa.
- Wiszniewski W., 1977, *Atlas klimatyczny Polski, Część tabelaryczna, z. 3, Opady atmosferyczne i pokrywa śnieżna*, WKiŁ, Warszawa.
- Zawora T., Ziernicka A., 2003, *Precipitation Variability in Time in Poland in the Light of Multi-Annual Mean Values (1891-2000)*, Acta Univ. Wratislaviensis, 2542, Studia Geogr., 75, 123-128.
- Ziernicka A., 2004, *Globalne ocieplenie a efektywność opadów atmosferycznych*, Acta Agrophys., 3, 2, 393-397

Summary

The aim of the work was to identify the periods of deficiency and excess of precipitation during the growing season (April-October) in the area of Podkarpackie voivodship over the 1901-2000 period. Monthly regional precipitation totals in the area being investigated were used in conjunction with reports on the condition of the more important cultivated plants. Based on the announcements, optimal values of precipitation were calculated. Optimal precipitation was considered to be one where the condition of plants was evaluated as very good, good or satisfactory. The values were differentiated depending upon the technique of crop production and the level and degree of development of plant breeding. Periods of deficiency of precipitation were identified in 1901-1941 and 1965-1981 as well as 1994-2000 with values of 50, 51 and 67 mm respectively and periods of excess of precipitation were recognised in 1942-1961 and 1982-1993 with values 52 and 26 mm during the growing season (Table 2, Fig. 1).