

WARUNKI OPADOWE NA STACJI AGROMETEOROLOGICZNEJ  
W GARLICY MUROWANEJ

*Barbara Olechnowicz-Bobrowska, Barbara Skowera, Jakub Wojkowski,  
Agnieszka Ziernicka-Wojtaszek*

Katedra Meteorologii i Klimatologii Rolniczej, Akademia Rolnicza  
Al. Mickiewicza 24/28 30-059 Kraków  
e-mail: rmolechn@cyf-kr.edu.pl

**Streszczenie.** W pracy scharakteryzowano sumy opadów, liczbę dni z opadem oraz współczynnik zmienności opadów atmosferycznych na stacji agrometeorologicznej w Garlicy Murowanej. Stwierdzono, że średnia suma roczna opadów w badanym okresie wynosiła 613 mm. Średnia ogólna liczba dni z opadem ( $\geq 0,1$  mm) w roku wynosiła 127 z maksimum wynoszącym 166 dni w roku 1996 i minimum 98 dni w roku 1982. Współczynnik zmienności opadów rocznych wyniósł 18%. Największą zmiennością opadów charakteryzował się luty 77%, a najmniejszą maj 42%.

**Słowa kluczowe:** opad, zmienność, liczba dni z opadem, Garlica Murowana

WSTĘP

Opady są jednym z najważniejszych elementów meteorologicznych. Charakteryzują się one dużą zmiennością czasową i przestrzenną. Prowadząc od wielu lat pomiary i obserwacje opadów atmosferycznych na stacji agrometeorologicznej w Garlicy Murowanej i porównując je z analogicznymi wynikami pomiarów ze stacji sąsiednich zauważono, że były one dużo niższe. Poznanie zmienności opadów atmosferycznych na badanym obszarze jest ważne z punktu widzenia uprawianych tam roślin sadowniczych i warzywniczych.

Celem pracy było ilościowe określenie miesięcznych i rocznych sum opadów atmosferycznych i ich zmienności, a także liczby dni z opadem w wieloleciu 1961-2000.

Stacja agrometeorologiczna zlokalizowana jest na obszarze Zakładów Doświadczalnych Katedry Sadownictwa i Pszczelnictwa AR Krakowie w Garlicy Murowanej. Pod względem geograficznym badany obszar znajduje się w połud-

niowej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. Według Kondrackiego [3] region ten leży na granicy Wyżyny Olkuskiej (341.32) i Płaskowyżu Proszowickiego (342.23). Współrzędne geograficzne:  $H_s - 270$  m,  $\varphi - 50^{\circ}09'$  N,  $\lambda - 19^{\circ}56'$  E.

#### MATERIAŁ I METODY

Pracę oparto na wynikach pomiarów i obserwacji klimatologicznych prowadzonych na stacji agrometeorologicznej należącej do Katedry Meteorologii i Klimatologii Rolniczej AR w Krakowie. Materiał badawczy stanowiły dobowe sumy opadów atmosferycznych z okresu 1971-2000, a dla wielolecia 1961-2000 miesięczne sumy opadów. W opracowaniu pominięto rok 1980 ze względu na duże różnice w sumach opadów w porównaniu z sąsiadującymi stacjami.

Dla wielolecia 1961-2000 obliczono sumy roczne opadów oraz współczynnik zmienności opadów. Wyznaczono także średnie 5-letnie krzywe konsekwentne.

Dla okresu trzydziestoletniego (1971-2000) obliczono ogólną liczbę dni z opadem  $\geq 0,1$  mm, wyznaczono przy tym parametry trendu prostoliniowego tych dni na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ . Ponadto określono liczbę dni z opadem i częstości ich występowania w poszczególnych miesiącach stosując kryterium Olechnowicz-Bobrowskiej [8]:

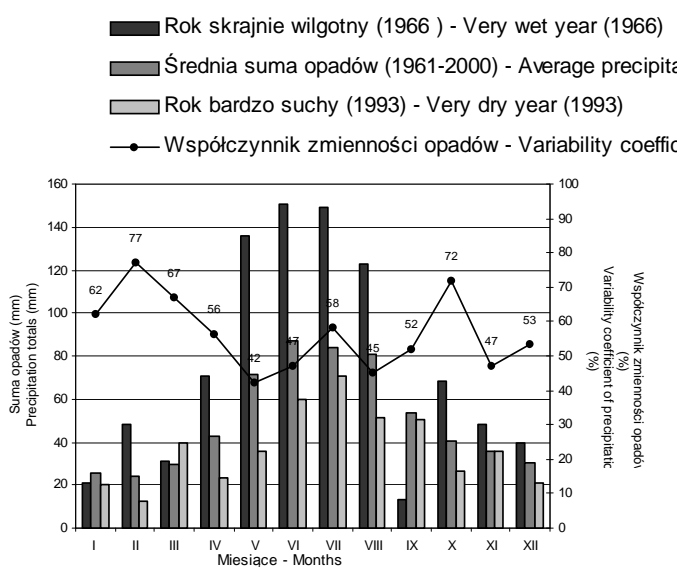
Klasy opadu (mm)	Dni z opadem
0,1-1	bardzo słabym
1,1-5	słabym
5,1-10	umiarkowanym
10,1-20	umiarkowanie silnym
20,1-30	silnym
>30	bardzo silnym

Stosując metodę Kaczorowskiej [2] wydzielono okresy suche i wilgotne. W metodzie tej w zależności od procentowego udziału opadów (w danym miesiącu lub roku) w stosunku do normy średniej wieloletniej charakteryzowano rozpatrywany miesiąc lub rok jako skrajnie suchy, bardzo suchy, suchy, przeciętny, wilgotny, bardzo wilgotny bądź skrajnie wilgotny. Wartości ich podano poniżej:

Typ miesiąca	% opadu normalnego	Typ roku	% opadu normalnego
skrajnie suchy	<25	skrajnie suchy	<50
bardzo suchy	25-49	bardzo suchy	50-74
suchy	50-74	suchy	75-89
przeciętny	75-125	przeciętny	90-110
wilgotny	126-150	wilgotny	111-125
bardzo wilgotny	151-200	bardzo wilgotny	126-150
skrajnie wilgotny	>200	skrajnie wilgotny	>150

## WYNIKI I DYSKUSJA

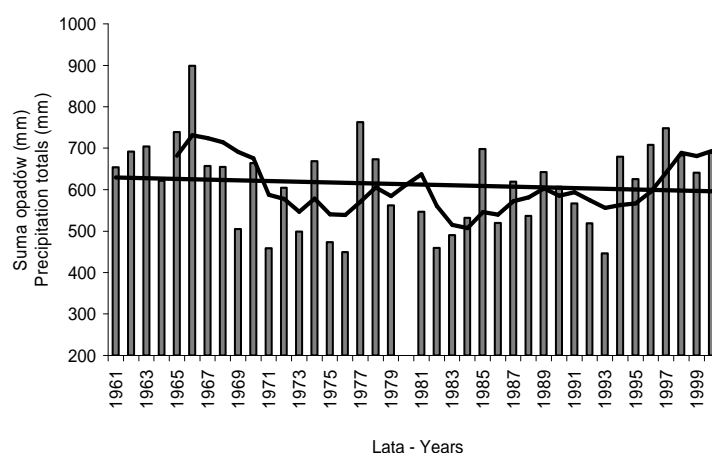
Obliczona dla Garlicy średnia roczna suma opadów wynosi 613 mm, a w okresie wegetacyjnym 465 mm w badanym wieloleciu 1961-2000. Najwyższą sumę roczną opadów zanotowano w 1966 roku – 899 mm, co stanowiło 149% normy. Rok ten wg klasyfikacji Kaczorowskiej [2] odpowiadał okresowi bardzo wilgotnemu. Najniższą sumę roczną opadów zanotowano w roku 1993 – tylko 446 mm, co stanowiło 74% normy i klasyfikowało ten rok jako bardzo suchy [2]. Z analizy przebiegu rocznego sum opadów atmosferycznych w Garlicy przedstawionego na wykresie 1 wynika, iż jest on typowy dla obszaru Polski. Oznacza to, że najmniejsze sumy opadów występują w miesiącach zimowych, a największe w miesiącach letnich. Współczynnik zmienności rocznych sum opadów wyniósł 18%. Największe wartości współczynnika zmienności opadów wystąpiły w lutym (77%), a trochę mniejsze w październiku (72%) natomiast najmniejsze 46-47% zaobserwowano w maju, czerwcu, sierpniu i listopadzie (rys. 1). Występowanie najmniejszych wartości tego współczynnika w maju, czerwcu, sierpniu i listopadzie można uznać za korzystną dla rolnictwa cechę klimatyczną Garlicy. Podobne wyniki tylko dla obszaru całej Polski uzyskali Galant i in. [1] oraz Ziernicka-Wojtaszek [9].



**Rys. 1.** Przebieg roczny sum opadów atmosferycznych i współczynnika zmienności opadów w Garlicy Murowanej (1961-2000)

**Fig. 1.** Course of annual precipitation and variability coefficient of precipitation at Garlica Murowana (1961-2000)

Jak widać na rysunku 2 opady atmosferyczne z roku na rok charakteryzują się dużą zmiennością. Od początku badanego wielolecia sumy opadów wzrastały z maksimum w roku 1966, następnie wystąpił ich spadek. Okresy bardziej suche przypadały na pierwszą połowę lat osiemdziesiątych oraz przełom lat osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych. Od połowy lat dziewięćdziesiątych występował stały wzrost sum opadów.

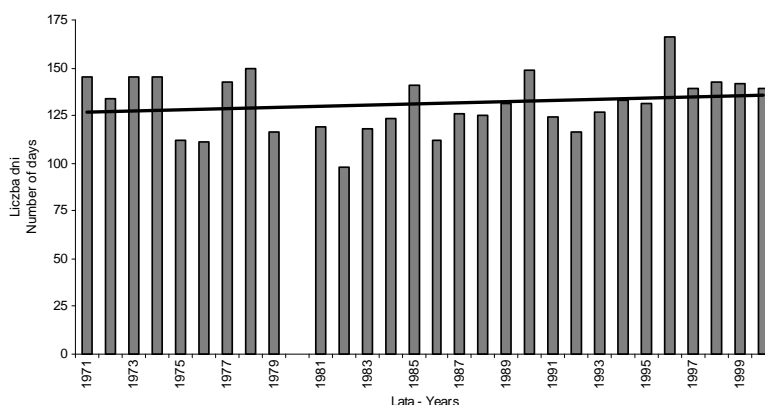


**Rys. 2.** Przebieg średniej ruchomej 5-letniej sum opadów atmosferycznych w Garlicy Murowanej (1961-2000)

**Fig. 2.** Course of 5-year moving averages of precipitation totals at Garlica Murowana (1961-2000)

Biorąc pod uwagę średnią roczną liczbę dni z opadem  $\geq 0,1$  mm w badanym wieloleciu wynosiła ona 127 dni a w okresie wegetacyjnym 78 dni. Najwięcej, bo aż 166 dni opadowych zanotowano w 1996 roku, a najmniej – tylko 98 dni w 1982 roku (rys. 3). Wskaźnik ten wykazuje niewielką tendencję wzrostową. Ogólna liczba dni z opadem w roku była niższa (podobnie jak sumy opadów) niż na stacjach sąsiednich [4,7]. Wiadomo, bowiem iż duże ośrodki miejskie charakteryzują się zwykle wyższymi opadami niż obszary pozamiejskie. Lewińska [6] tłumaczy to położeniem Krakowa w dolinie, co sprzyja częstemu występowaniu inwersji temperatury. Efektem tego jest gromadzenie się szkodliwych dymów i gazów w przygruntowej warstwie powietrza, w wyniku czego możliwy jest wzrost opadów nad miastem.

Dla uprawy roślin, a także planowania zabiegów przeciwozryjnych istotna jest znajomość nie tylko ogólnej liczby dni opadowych, lecz także częstość występowania opadów o różnych sumach dobowych. Dlatego rozpatrując zagadnienie częstości opadów zastosowano omówioną już we wstępie klasyfikację dni z opadem [8].



**Rys. 3.** Roczna liczba dni z opadem  $\geq 0,1$  mm wraz z trendem zmian w Garlicy Murowanej (1971-2000)  
**Fig. 3.** Number of days with annual precipitation  $\geq 0.1$  mm and the trend of changes at Garlica Murowana (1971-2000)

Jak widać z tabeli 1 średnia roczna liczba dni z opadem bardzo słabym (0,1-1 mm) w Garlicy Murowanej wynosiła 38 dni. Minimum przypada na miesiące wczesno-jesienne i letnie (około 2 dni) a maksimum na zimowe (4 dni). Liczba dni z opadem bardzo słabym nie ma jednak większego znaczenia dla uprawy roślin. Średnia roczna liczba dni z opadem słabym (1,1-5 mm) w badanym okresie wynosiła już 57 dni. W poszczególnych miesiącach roku częstość dni z opadem słabym jest wyrównana i wynosi 4 do 5 dni. Można zauważyć, że opad w tym przedziale występował najczęściej.

**Tabela 1.** Średnia liczba dni z opadem w Garlicy Murowanej (1971-2000)  
**Table 1.** Mean number of days with precipitation in Garlica Murowana (1971-2000)

Klasy opadu Precipitation rank	Miesiące – Months												Suma Sum
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
0,1-1	4	4	3	3	3	3	3	2	2	2	4	5	38
1,1-5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	57
5,1-10	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	19
10,1-20	0	0	0	1	1	2	1	2	1	1	1	0	10
20,1-30	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
> 30	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Suma Sum	9	10	9	11	11	13	12	11	10	9	11	11	127

Dni z opadem umiarkowanym (5,1-10 mm) było już znacznie mniej, zaledwie 19. Najczęściej opady umiarkowane występowały w miesiącach wiosennych i letnich. Od kwietnia do października zanotowano po 2 dni z tym opadem, a w pozostałych miesiącach po 1 dniu (tab. 1).

Średnia liczba dni z opadem umiarkowanie silnym (10,1-20 mm) w analizowanym wieloleciu wynosiła 10 dni w roku. Wyraźny brak dni z opadem w tej klasie występował w miesiącach zimowych, a w czerwcu i sierpniu było ich zaledwie po 2 dni (tab. 1).

Dni z opadem silnym (20,1-30 mm) i bardzo silnym (>30 mm) pojawiają się wyłącznie w miesiącach letnich (tab. 1).

Ze względu na dużą zmienność opadów interesująca jest ocena ich wartości w kolejnych miesiącach i latach badanego wielolecia, która pozwoli na wyodrębnienie okresów ekstremalnie suchych i bardzo suchych oraz ekstremalnie wilgotnych i bardzo wilgotnych. Wywołują one bowiem niekorzystne skutki w ogrodnictwie i rolnictwie. W tym celu wykorzystano metodę zaproponowaną przez Kaczorowską [2]. Jak wynika z tabeli 2 w średnich sumach rocznych w badanym wieloleciu nie zanotowano lat skrajnie suchych i skrajnie wilgotnych. Lata 1966 i 1977 były bardzo wilgotne natomiast lata 1976 i 1993 były bardzo suche. W badanym wieloleciu zanotowano 12 lat wilgotnych, 11 lat suchych i nieco więcej, bo 13 lat przeciętnych. Podkreślić należy, iż w ostatnim 10-leciu wystąpiły dwa lata suche i bardzo suche (odpowiednio: 1992 i 1993) i aż 5 lat wilgotnych (tab. 2).

We wszystkich ocenionych miesiącach dwadzieścia sześć miesięcy było skrajnie suchych, a trzydzieści – skrajnie wilgotnych (tab. 2). Miesiące skrajnie suche i skrajnie wilgotne najczęściej występowały w okresie zimowym i wczesnowiosennym. Spośród wymienionych lat, w 11 przypadkach wystąpiły w jednym roku miesiące zarówno skrajnie suche jak i skrajnie wilgotne, co potwierdza dużą zmienność opadów. W latach 1975 i 1984 wystąpiło 8 miesięcy suchych i bardzo suchych, co stanowiło większą część roku. Lata 1966, 1977 i 1994 charakteryzowały się dużą liczbą miesięcy wilgotnych i bardzo wilgotnych – 6-9 przypadków. Najbardziej stabilnym rokiem pod względem opadowym był 1967, w którym wystąpiło aż 9 miesięcy przeciętnych. Największą zmiennością pod względem opadów charakteryzował się październik, w którym wystąpiło po pięć przypadków skrajnie suchych (1961, 1962, 1965, 1971, 2000) i skrajnie wilgotnych (1963, 1974, 1981, 1992 i 1999), a najmniejszą sierpień, w którym w 16 przypadkach opady były przeciętne.

W ostatnim dziesięcioleciu wielolecia 1961-2000 dostrzega się wyraźny, bo 20-krotny wzrost liczby miesięcy ze skrajnymi opadami [5].

**Tabela 2.** Charakterystyka warunków opadowych w Garlicy Murowanej (1961-2000)  
**Table 2.** Precipitation in Garlica Murowana (1961-2000)

Lata Years	Miesiące – Months												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1961	p	p	p	ss	bw	w	p	w	bs	ss	sw	bw	p
1962	p	p	p	bw	sw	s	bw	s	p	ss	sw	w	w
1963	s	p	bs	p	w	s	w	w	sw	sw	w	bs	w
1964	ss	p	bw	bs	p	p	s	w	bs	bw	sw	w	p
1965	bw	p	bw	p	sw	bw	s	w	bw	ss	s	p	w
1966	p	bw	p	bw	sw	bw	bw	bw	bs	bw	w	w	bw
1967	p	w	p	p	p	w	p	p	p	p	p	bw	p
1968	p	p	s	p	bw	p	p	bw	p	p	p	bs	p
1969	s	p	s	s	w	p	bs	w	ss	p	p	p	s
1970	w	w	p	p	p	s	bw	w	s	bw	p	s	w
1971	s	w	s	s	s	w	s	p	p	ss	s	p	s
1972	p	bs	s	bw	p	w	p	bw	p	bs	s	ss	p
1973	p	bw	bs	s	p	p	p	bs	w	s	p	s	s
1974	w	p	ss	bs	p	w	w	p	s	sw	bs	bw	w
1975	ss	s	p	s	s	bw	p	bs	s	p	bs	s	s
1976	p	ss	bs	s	s	s	s	p	w	p	p	p	bs
1977	bw	sw	bw	w	p	bs	w	w	bw	bs	p	p	bw
1978	s	bs	bs	w	bw	p	bs	bw	sw	p	s	p	w
1979	p	bs	bw	w	p	p	bs	p	p	p	w	p	p
1981	bs	s	w	s	p	bs	p	p	p	sw	s	p	p
1982	p	ss	ss	bs	bs	p	p	s	s	s	p	sw	s
1983	sw	p	sw	ss	s	s	p	s	s	p	bs	bs	s
1984	s	bs	s	bs	bw	p	p	bs	bw	s	bs	s	s
1985	p	bw	p	w	bw	p	p	bw	bs	s	p	bw	w
1986	bw	s	bs	s	w	p	s	p	s	bs	ss	w	s
1987	sw	ss	w	p	p	p	bs	p	w	p	w	p	p
1988	bs	bw	w	s	w	bs	s	p	p	bs	p	w	s
1989	bs	s	bs	sw	p	sw	p	s	s	p	p	s	p
1990	s	w	s	bw	p	s	s	w	bw	bs	bw	ss	p
1991	ss	bs	bs	p	w	bs	s	bw	p	bw	bw	s	p
1992	bw	p	p	p	s	ss	p	ss	p	sw	p	w	s
1993	p	s	w	s	s	s	p	s	p	s	p	s	bs
1994	sw	ss	sw	sw	p	bs	bs	p	bw	bw	p	w	w
1995	p	p	w	w	w	p	s	p	bw	bs	s	p	p
1996	p	s	bs	w	sw	s	p	bw	sw	s	w	ss	w
1997	ss	w	bs	p	p	w	sw	s	p	w	w	p	w
1998	bw	p	p	bw	bs	w	s	p	p	bw	p	p	w
1999	p	sw	s	p	s	bw	p	s	p	sw	p	p	p
2000	p	w	sw	ss	p	p	sw	p	s	ss	p	bw	w

Objaśnienia – Legend: Skrajnie suchy (ss) – Excessively dry (ss), Bardzo suchy (bs) – Very dry (bs), Suchy (s) – Dry (s), Przeciętny (p) – Average (p), Wilgotny (w) – Wet (w), Bardzo wilgotny (bw) – Very wet (bw), Skrajnie wilgotny (sw) – Excessively wet (sw).

## WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń i badań charakterystyk opadów atmosferycznych na terenie stacji agrometeorologicznej w Garlicy Murowanej można wysnuć następujące wnioski:

1. Średnia suma roczna opadów w badanym okresie w Garlicy Murowanej wynosiła 613 mm z maksimum 889 mm w roku 1966 i minimum 446 mm w roku 1993. W okresie wegetacyjnym średnia suma opadów miała wartość 465 mm.

2. Współczynnik zmienności opadów rocznych wyniósł 18%. Największą zmiennością opadów charakteryzował się luty 77%, a najmniejszą maj 42%.

3. Średnia ogólna liczba dni z opadem ( $\geq 0,1$  mm) w roku wynosiła 127, a w okresie wegetacyjnym wynosiła 78 dni. Maksimum tych dni wystąpiło w roku 1966 i wynosiło 166 dni natomiast minimum w roku 1982 i wynosiło 98 dni. W przebiegu rocznym liczba dni z opadem słabym (1,1-5 mm) i bardzo słabym (0,1-1 mm) była dość wyrównana – z niewielką przewagą w miesiącach zimowych. Najrzadziej obserwowano dni z opadem silnym (20,1-30 mm) i bardzo silnym ( $>30$  mm). Te ostatnie występowały wyłącznie w okresie letnim.

4. Stwierdzony wzrost częstości opadów skrajnych w ostatnim dziesięcioleciu 1991-2000 oceniany jest jako cecha klimatu mniej korzystna w porównaniu z warunkami opadowymi panującymi we wcześniejszych latach.

## PIŚMIENNICTWO

1. **Galant H., Węgrzyn A.:** Maximum precipitation in agrometeorological observatory at Felin in the second half of the 20th century. *Inst. Geogr. UJ Prace Geogr.*, 108, 139-142, 2000.
2. **Kaczorowska Z.:** Opady w Polsce w przekroju wieloletnim. *Prace Geogr. IG PAN*, 33, 1-102, 1962.
3. **Kondracki J.:** Geografia regionalna Polski. PWN, 1994.
4. **Kossowska-Cezak U., Martyn D., Olszewski K., Kopacz-Lembowicz M.:** Meteorologia i Klimatologia. Pomiary, obserwacje, opracowania. PWN, Warszawa-Łódź, 2000.
5. **Koźuchowski K.:** Współczesne zmiany klimatyczne w Polsce na tle zmian globalnych. *Przeł. Geogr.*, LXVIII, 1-2, 79-98, 1996.
6. **Lewińska J.:** Wpływ miasta na klimat lokalny. Warszawa, 1982.
7. *Miesięczny Przegląd Agrometeorologiczny 1991-1998.* IMGW, Warszawa.
8. **Olechnowicz-Bobrowska B.:** Częstość dni z opadem w Polsce. *Prace Geogr. IG PAN*, 86, 1-75, 1970.
9. **Ziarnicka-Wojtaszek A.:** Zmienność opadów atmosferycznych na obszarze Polski w latach 1971-2000 i jej skutki agroekologiczne. *Maszynopis Pracy Doktorskiej.* 2004.



---

PRECIPITATION AT THE AGROMETEOROLOGICAL STATION  
IN GARLICA MUROWANA

*Barbara Olechnowicz-Bobrowska, Barbara Skowera, Jakub Wojkowski,  
Agnieszka Ziernicka-Wojtaszek*

Department of Meteorology and Climatology, University of Agriculture  
Al. Mickiewicza 24/28 30-059 Kraków  
e-mail: rmolechn@cyf-kr.edu.pl

**Abstract.** In this paper precipitation totals, numbers of days with precipitation and variation coefficient for Garlica Murowana agrometeorological station were characterized. It was observed that annual average precipitation total in the studied period was 613 mm. Total annual average of days with precipitation ( $\geq 0.1$  mm) amounted to 127, with maximum of 166 days in 1996 and minimum of 98 days in 1982. Coefficient of variability of annual precipitation was 18%. February was characterized by the highest variability of precipitation of 77%, and May was marked by the lowest one of 42%.

**Key words:** precipitation, coefficient of variability, number of days with precipitation, Garlica Murowana