

**BARBARA SKOWERA****JAN KOŁODZIEJ**

Katedra Meteorologii i Klimatologii Rolniczej

Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji, Akademia Rolnicza w Krakowie

## Wpływ czynników termiczno-opadowych na plonowanie owsa w Kotlinie Orawsko- Nowotarskiej

### **Influence of thermal and precipitation factors on yield of oat in the Orawsko- Nowotarska Basin**

Praca została oparta na materiałach publikowanych przez COBORU oraz na materiałach meteorologicznych IMGW z lat 1985–1996 dla Łopusznej. Dane dotyczyły średnich plonów owsa oraz terminów występowania kolejnych faz fenologicznych. W pracy wykorzystano również dobowe dane meteorologiczne z miejscowej stacji meteorologicznej. Przedmiotem badań było ilościowe określenie oddziaływania warunków termicznych (temperatury średniej, maksymalnej i minimalnej powietrza) i opadowych (sum opadów atmosferycznych i liczby dni z opadem) na plonowanie owsa uprawianego w warunkach klimatycznych Kotliny Orawsko-Nowotarskiej. Stwierdzono zależność plonów owsa od warunków meteorologicznych, przede wszystkim takich elementów jak: temperatury średniej powietrza w fazie krzewienie-strzelanie w źdźbło, liczby dni z opadem i sumy opadów w okresie od dojrzałości woskowej do zbioru oraz od długości okresu wegetacyjnego owsa.

**Słowa kluczowe:** fazy rozwojowe, owies, opady, plony, temperatura

The work was based on materials published by COBORU and meteorological data worked out by IMGW in the years 1985–1996 for Łopuszna. These data concerned mean yield of oat and terms for consecutive phenological stages. Daily meteorological data concerning mean, maximum and minimal air temperature as well as precipitation sums and number of days with precipitation were used in the work either. The aim of the work was quantitative determination of influence of thermal (mean, maximum and minimal air temperature) and precipitation (sums of precipitation and number of days with precipitation) conditions on yield of oat cultivated in climatic conditions of the Orawsko-Nowotarska Basin. The influence of meteorological conditions on yield proved to be statistically significant. The most important were effects of mean and extreme air temperatures in the flowering-shooting phase, number of days with precipitation and sums of precipitation between sowing and harvest as well as effect of length of oat growing season.

**Key words:** oat, phenological stages, precipitation, temperature, yields

## WSTĘP

Owies jest cenną rośliną, o wysokich walorach odżywczych, dlatego też zalecany jest w diecie człowieka. Bezdyskusyjne są również jego walory jako rośliny paszowej. Jego uprawa rozpowszechniona jest na terenie całego kraju, jednak uprawa w regionach zgodnie z wymaganiami siedliskowymi może przyczynić się do zwiększenia plonów tej rośliny (Gąsiorowski in., 1997; Panek, 1992, 1993). Wiele opracowań rolniczych charakteryzujących wpływ warunków pogodowych na plonowanie owsa dotyczy obszarów nizinnych (Bobrecka-Jamro, 1999; Rudnicki, 1995; Ścigalska, 1999; Stupnicka, i in., 1999, Michalski i in., 1999). Natomiast owies uprawiany w terenach górskich znajduje korzystne warunki rozwoju ze względu na swoje duże wymagania wilgotnościowe i mniejsze ciepłe, szczególnie na glebach kompleksu owsiano-pastewnego, gdzie uzyskuje się znacznie wyższe plony od jęczmienia jarego (Witek, 1979; Noworolnik i in., 1981; Skowera, 2000).

W polskiej literaturze agrometeorologicznej dotyczącej wpływu warunków pogodowych na plonowanie owsa jest dużo prac dotyczących obszarów nizinnych, natomiast obszary górskie są uboższe w tego typu opracowania ze względu na duże zróżnicowanie warunków meteorologicznych oraz brak reprezentatywnych danych meteorologicznych. Istniejące prace uwzględniające ilościowy wpływ warunków pogodowych na plonowanie zbóż dotyczyły całego obszaru Pogórza i Beskidów, bez uwzględniania zróżnicowania lokalnych warunków klimatycznych. Z elementów meteorologicznych brane były pod uwagę tylko opady atmosferyczne rozpatrywane w aspekcie częstości opadów i sum opadów (Zawora in., 1990; Zawora i in., 1991). W pracy Skowery (2000) dotyczącej związków pomiędzy elementami meteorologicznymi (średnimi temperaturami powietrza i sumami opadów) a plonami owsa w piętrach wysokościowych polskich Karpat Zachodnich, autorka określiła wpływ piętrowego zróżnicowania tych elementów na plonowanie owsa. O wysokości plonów owsa na tych obszarach decyduje przede wszystkim wysokość temperatury w kwietniu i sumy opadów w maju.

Autorzy niniejszego opracowania podjęli próbę określenia udziału sumy opadów atmosferycznych i liczby dni z opadami w powiązaniu z temperaturą w wydzielonych okresach rozwojowych na plonowanie owsa w warunkach klimatycznych Kotliny Orawsko-Nowotarskiej.

## MATERIAŁ I METODA

Dane dotyczące plonowania owsa pochodziły z doświadczeń odmianowych przeprowadzonych na stacji doświadczalnej COBORU i opublikowane w Syntezach Wyników Doświadczeń Odmianowych (1985–1996). W czasie wegetacji owsa notowano daty pojawiania się kolejnych faz rozwojowych. Dane meteorologiczne pochodzą z miejscowej stacji IMGW zlokalizowanej wśród pól doświadczalnych. Dotyczyły one godziennych pomiarów temperatury powietrza i jej wartości skrajnych, dobowych sum i liczby dni z opadem. Gleby pól doświadczalnych należą do 11, 12 i 13 kompleksu glebowo-rolniczego. Na uwagę zasługuje wysoka reprezentatywność obszarowa Stacji Doświadczalnej w Łopusznej. Jak podaje Machnik (1973) oraz Machnik i Rybarczyk (1988)

obejmuje ona południową część Beskidu Zachodniego i północną część Obniżenia Orawsko-Podhalańskiego (wschodnie krańce Beskidu Żywieckiego, Gorce, Kotlina Orawsko-Nowotarską i Rów Podtatrzański). Rozpatrywano wpływ warunków termiczno-opadowych na plonowanie owsa w następujących okresach rozwojowych:

- siew — wschody,
- wschody — krzewienie,
- krzewienie strzelanie w źdźbło,
- strzelanie w źdźbło — kłoszenie,
- kłoszenie — dojrzałość woskowa,
- dojrzałość woskowa — zbiór,
- siew — zbiór.

Dla określenia związku pomiędzy długością kolejnych faz i wybranymi czynnikami pogody na plon owsa wykorzystano metodę regresji wielokrotnej krokowej. W pierwszym etapie obliczono współczynniki korelacji, ich istotność pozwoliła na wprowadzenie zmiennych do równania regresji wielokrotnej.

#### WYNIKI

Przebieg pogody w latach badań 1985–1996 był bardzo zróżnicowany, co znalazło odbicie w plonowaniu owsa. Średnie plony w Łopusznej kształtowały się na poziomie 52,8 dt/ha i wahały się od 31,8 dt/ha do 66,5dt/ha, co stanowiło 60,2% do 125,9% plonu średniego wieloletniego (tab. 3). Najniższe plony uzyskano w latach o szczególnie niekorzystnym przebiegu pogody (1985 i 1996), a najwyższe w latach o korzystnym przebiegu (1992 i 1991).

W roku 1985, w okresie wegetacji owsa wystąpiły w Łopusznej obfite i częste deszcze (676 mm opadu, 87 dni z opadem). Niskie temperatury w fazie siew-wschody i wschody-krzewienie wydłużyły okres pierwszy i drugi oraz opóźniły występowanie następnych faz rozwojowych. W fazie siew — krzewienie zanotowano wtedy w Łopusznej ponad 310 mm opadu, przy 44 dniach z opadem. Warunki termiczne podczas wegetacji owsa w roku 1985 były przeciętne — tylko czerwiec był bardzo chłodny. Opady w tym czasie przekroczyły znacznie średnią wieloletnią — tylko w lipcu były one w granicach normy dla tego miesiąca (tab. 3).

W roku 1996 suma opadów w okresie od siewu do zbioru wynosiła 628 mm przy 90 dniach z opadem, ale ich rozkład był inny niż w 1985 roku; w dwu pierwszych fazach rozwojowych suma opadów wynosiła 41,4 mm przy 12 dniach z opadem i dość wysokiej temperaturze powietrza. Wysokie opady atmosferyczne wystąpiły w okresie kłoszenie-dojrzałość woskowa — 198,5 mm (30 dni z opadem), a długość tej fazy stanowiła 52 dni. W następnej fazie, dojrzałość woskowa-zbiór opady były jeszcze wyższe i wynosiły 262,8mm przy 30 dniach z opadem, co przy dość niskiej temperaturze powietrza (9,9°C) w tym czasie spowodowało wydłużenie tego okresu do 45 dni (tab. 1). Charakterystykę warunków pogodowych w tym roku ilustruje tabela 3.

Tabela 1

**Charakterystyki warunków meteorologicznych w kolejnych okresach rozwojowych owsa w Łopusznej (1985–1996)****Characteristics of meteorological conditions in consecutive development stages of oat in Łopuszna (1985–1996)**

Okresy rozwojowe Development stages	Długość okresu rozwojowego Length of development stages (dni/days)	Temperatura średnia powietrza Mean air temperature (°C)	Suma opadów Precipitation (mm)	Liczba dni z opadem Number of days with precipitation
Siew-wschody Swing-emergence	18	7,5	31,3	8
Wschody-krzewienie Emergencje-tillering	17	9,7	50,5	8
Krzewienie-strzelanie w źdźbło Flowering-shooting	15	12,4	49,2	8
Strzelanie w źdźbło-kłoszenie Shooting-earing	33	14,9	103,3	16
Kłoszenie-dojrzałość woskowa Earing-wax maturity	43	15,8	132,3	19
Dojrzałość woskowa-zbiór Wax maturity-harvest	25	13,4	68,7	10
Siew-zbiór Sowing-harvest	145	13,0	435,3	69

Najwyższe plony owsa uzyskano w latach 1992 i 1991. Wystąpiły wtedy dla owsa najkorzystniejsze warunki pogodowe, przeciętne i niskie opady oraz umiarkowane temperatury powietrza (tab. 3). W roku 1992 suma opadów od siewu do wschodów wynosiła 256 mm przy 51 dniach z opadem, średnia temperatura wynosiła 13,6°C. Wyższe niż w pozostałych latach temperatury powietrza i niższe opady atmosferyczne, oraz korzystny ich rozkład przyczyniły się do skrócenia okresów międzyfazowych i w konsekwencji całego okresu od siewu do zbioru w porównaniu z pozostałymi latami. Najwyższy plon owsa uzyskano w roku 1992, wynosił on 66,5 dt/h, co stanowiło 125,9% plonu średniego wieloletniego, pomimo że na obszarze całej Polski w miesiącach letnich panowała dotkliwa susza atmosferyczna i glebowa. W miesiącach wiosennych (III–IV) wystąpiły przeciętne warunki termiczne i opadowe, tylko maj był nieco chłodniejszy w stosunku do średniej wieloletniej, ale w warunkach naturalnie wilgotnego klimatu górskiego były to korzystne warunki dla uprawy owsa.

Z analizy obliczonych współczynników korelacji pomiędzy elementami meteorologicznymi w kolejnych fazach rozwojowych a plonami owsa wynika, że istotny ujemny wpływ na plonowanie owsa w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej miały temperatury średnie w fazie wschody-krzewienie (tab. 2). Temperatury średnie, maksymalne i minimalne istotnie, ujemnie oddziaływały na plon w fazie krzewienie-strzelanie w źdźbło, natomiast w czasie strzelanie w źdźbło-kłoszenie temperatury średnie, oraz sumy opadów i liczba dni z opadem w fazie dojrzałość woskowa-zbiór. Wysokie i częste opady w okresie od siewu do zbioru, a szczególnie w fazie dojrzałość woskowa-zbiór, oraz zbyt wysokie temperatury powietrza w okresie wschody-kłoszenie powodują obniżenie plonów owsa (tab. 1, tab. 3). Najwyższe plony uzyskano w latach 1992 i 1991, gdy temperatura średnia w fazie

krzewienie-strzelanie w źdźbło wynosiła od 8,2° do 13,0°C, a w fazie strzelanie w źdźbło-kłoszenie od 12,1° do 14,3°C. Najniższe plony uzyskano w latach 1996 i 1985 przy temperaturach odpowiednio: 12,0°, 13,5°C i 18,9°, 18,4°C w wymienionych kolejno okresach rozwojowych. Tylko w trzeciej fazie; krzewienie-strzelanie w źdźbło uzyskano istotne ujemne związki plonów owsa z temperaturami ekstremalnymi. W roku 1992, gdy plony były najwyższe średnia temperatura maksymalna wynosiła 16,6°C, a najniższe plony uzyskano w roku 1996 przy temperaturze maksymalnej 26,2°C. Podobne związki statystyczne uzyskano z temperaturą minimalną: w tych samych latach najwyższe plony uzyskano przy średniej temperaturze minimalnej 4,3°C, a najniższe przy temperaturze 6,0° i 7,4°C w roku 1985. W pozostałych okresach rozwojowych wpływ temperatury na plony owsa okazał się statystycznie nieistotny.

Tabela 2

**Wartości współczynników korelacji pomiędzy plonami a wybranymi elementami meteorologicznymi (1985–1996)**

**Values of correlation coefficients between yield and some meteorological elements**

	Siew wschody Sowing- emergence	Wschody krzewienie Emergence- tillering	Krzewienie strzelanie w źdźbło Tillering- shooting	Strzelanie w źdźbło kłoszenie Shooting- earring	Kłoszenie dojrzałość woskowa Earing-wax maturity	Dojrzałość woskowa zbiór Wax maturity- harvest	Siew-zbiór Sowing- harvest
Długość fazy Length of development stage	-0,44	-0,24	-0,05	0,34	-0,11	-0,45	-0,28
średnia mean	-0,42	-0,61	-0,51	-0,59	0,18	0,33	-0,11
Tempe- ratura maks. max.	-0,18	-0,31	-0,64	-0,42	0,15	0,31	0,02
Tempe- ratura min. min.	-0,36	-0,41	-0,58	-0,07	0,31	0,11	-0,08
Suma opadów Sum of precipitation	0,14	-0,31	-0,10	0,07	-0,25	-0,66	-0,53
Liczba dni z opadem Number of days with precipitation	0,44	-0,32	0,04	0,31	-0,23	-0,67	-0,32

Wartości krytyczne współczynników korelacji dla; Critical values of correlation coefficients:  $\alpha = 0.1$   $r = 0.4575$ ,  $\alpha = 0.05$   $r = 0.5324$ ,  $\alpha = 0.02$   $r = 0.6120$ ,  $\alpha = 0.01$   $r = 0.6614$

Opady atmosferyczne, a przede wszystkim ich rozkład istotnie, ujemnie wpływały na wysokość plonów w fazie dojrzałość woskowa-zbiór, gdyż wysokie opady powodują wtedy niekorzystne warunki zbioru zbóż i mogą wpłynąć również na obniżenie jakości zebranego ziarna. Liczba dni z opadem w tym okresie w latach, gdy uzyskano najwyższe plony owsa (1992, 1991) wynosiła od 3 do 11, natomiast w latach, gdy plony były najniższe (1985, 1996) ich liczba w tym okresie stanowiła odpowiednio 30 i 11 dni. W pozostałych okresach uzyskane związki plonów z opadami były statystycznie nieistotne. Nie świadczy to o mniejszym znaczeniu opadów dla rozwoju owsa w tym regionie, lecz oznacza, że

opady są wystarczające do zaspokojenia potrzeb wodnych tej rośliny — nawet, gdy są bardzo niskie, jak w roku 1992. Wysokie opady jakie wystąpiły w roku 1985 i 1996 powodowały obniżenie plonów.

Tabela 3

**Charakterystyka warunków cieplno-wilgotnościowych w Łopusznej w latach 1985–1996**  
**Characteristic of heat and moisture conditions and yield of oat in Łopuszna in the years 1985–1996**

Rok Year	Marzec March	Kwiecień April	Maj May	Czerwiec June	Lipiec July	Sierpień August	Wrzesień September	Plony Yield	
								dt/ha	%
1985	n/p	n/w	c/bw	bch/w	n/p	c/sw	n/p	40,9	77,5
1986	n/bs	bc/ss	sc/p	c/p	n/s	c/p	n/bs	46,8	88,6
1987	sch/w	n/s	ch/bw	c/s	sc/bs	bch/p	bc/p	59,8	113,6
1988	bch/p	ch/s	n/s	ch/p	n/p	n/p	n/p	49,2	93,2
1989	c/p	c/bw	ch/bw	bch/bw	ch/bw	ch/p	n/p	51,3	97,2
1990	bc/p	n/bw	n/p	n/bw	bch/p	c/w	sch/sw	62,0	117,4
1991	bc/bs	ch/p	sch/p	n/s	n/p	n/bw	n/p	65,0	123,1
1992	n/p	n/p	ch/p	n/s	n/s	sc/bs	ch/w	66,5	125,9
1993	ch/w	n/p	c/p	ch/p	bch/p	ch/p	ch/s	62,8	118,9
1994	c/bw	n/bw	ch/p	n/p	bc/p	n/p	bc/s	49,8	94,3
1995	n/w	ch/w	bch/p	n/w	c/bs	bch/p	ch/p	48,4	91,7
1996	ch/p	ch/s	n/w	n/s	sch/w	ch/bw	sch/sw	31,8	60,2

Temperatura; Temperature: sc — Skrajnie ciepły; Extremely warm, bc — Bardzo ciepły; Very warm, c — Ciepły; Warm, n — Normalny; Normal, ch — Chłodny; Cool, bch — Bardzo chłodny; Very cool, sch — Skrajnie chłodny; Extremely cool (wg Ziernickiej, 2000)

Opady; Precipitation: ss — Skrajnie suchy; Extremely dry, bs — Bardzo suchy; Very dry, s — Suchy; Dry/, p — Przeciętny; Intermediate.

w — Wilgotny; Humid, bw — Bardzo wilgotny; Very humid, sw — Skrajnie wilgotny; Extremely humid (wg Kaczorowskiej, 1962)

Przeprowadzone analizy korelacji i regresji wielokrotnej krokowej potwierdzają duży wpływ przebiegu pogody w na wysokość plonów owsa. Ścigalska (1999) i Michalski i wsp. (1999) podkreślają, że zależność plonów owsa od temperatury jest dość słaba, natomiast duża od wysokości opadów, a zwłaszcza ich rozkładu. W niniejszym opracowaniu uzyskane wyniki są częściowo tylko zbieżne z wynikami wymienionych autorów, a wynika to ze specyfiki górskiego klimatu Łopusznej. Autorzy niniejszego opracowania wykorzystali dane dobowe dotyczące wartości elementów meteorologicznych, terminy występowania kolejnych faz rozwojowych oraz wartości plonów pochodzących z doświadczeń polowych z dwunastu kolejnych lat. Z meteorologicznego i statystycznego punktu widzenia jest to wystarczająco długi okres, żeby zbudować model opisujący zależność plonów od czynników determinujących ich wysokość. Ze względu na dużą ilość zmiennych niezależnych (większą niż  $n = 12$ ), do budowy modelu regresji wielokrotnej wykorzystano tylko te elementy, których korelacja z plonami była istotna statystycznie (tab. 2). Następnie opracowano model regresji z krokowym doбором najlepszych zmiennych niezależnych. Wybrano model zależności plonów od warunków pogodowych dla poziomu istotności przynajmniej  $\alpha = 0,05$ .

Zależność plonowania nasion owsa od przebiegu warunków termiczno-opadowych w czasie wegetacji owsa opisuje równanie:

$$Y = -0,79x_1 - 3,80 x_2 + 2,88 x_3 + 1,72 x_4 - 0,20 x_5 - 0,37 x_6 - 0,05 x_7 - 9,16$$

$$F_{\text{oblicz.}} = 48,42; F_{\text{teoret}} = 2,95; R^2 = 99,54$$

$x_1$  — temperatura średnia w okresie wschody-krzewienie,

$x_2$  — temperatura średnia w okresie krzewienie-strzelanie w źdźbło,

$x_3$  — temperatura maksymalna w okresie krzewienie-strzelanie w źdźbło,

$x_4$  — temperatura minimalna w okresie krzewienie-strzelanie w źdźbło,

$x_5$  — suma opadów od dojrzałości woskowej do zbioru,

$x_6$  — liczba dni z opadem od dojrzałości woskowej do zbioru,

$x_7$  — suma opadów w okresie od siewu do zbioru.

Podstawiając wartości elementów meteorologicznych do uzyskanego modelu plony obliczone w roku 1992 wynoszą 66,1 dt/ha, w 1991 — 64,8 dt/ha, w 1985 — 40,7 dt/ha i w 1996 — 31,6 dt/ha.

Przeprowadzona analiza regresji wielokrotnej krokowej potwierdziła istotne zależności uzyskane w rachunku korelacji plonów owsa przede wszystkim od temperatury średniej powietrza w fazach; wschody-krzewienie ( $x_1$ ) i krzewienie-strzelanie w źdźbło ( $x_2$ ), sumy opadów ( $x_7$ ) od siewu do zbioru, a szczególnie w ostatniej fazie tuż przed zbiorami ( $x_5$ ) oraz liczby dni z opadem w tej fazie ( $x_6$ ).

Uzyskane zależności plonów od przebiegu warunków pogodowych różnią się od wyników uzyskanych w opracowaniach dotyczących nizinnej części Polski (Michalski i in., 1999; Panek, 1992, 1993; Rudnicki, 1995; Ścigalska, 1999). Nie mniej jednak uzyskane w niniejszej pracy istotne związki temperatury powietrza z wysokością plonów owsa potwierdzają opinie Rudnickiego (1995), Stupnickiej-Rodzinkiewicz i wsp. (1999) oraz Ścigalskiej (1999) odnośnie większej wrażliwości owsa na warunki cieplne w fazach: wschody-krzewienie, krzewienie-strzelanie w źdźbło, strzelanie w źdźbło-kłoszenie. Obliczone związki dotyczące wpływu opadów na plony owsa nie są możliwe do porównania z opracowaniami dla innych regionów Polski (Michalski i in., 1999). Wynika to ze specyfiki klimatu lokalnego Kotliny Orawsko-Nowotarskiej, jak również metody opracowania.

#### WNIOSKI

1. Nie stwierdzono związków statystycznych pomiędzy plonami owsa a długością trwania poszczególnych faz rozwojowych.
2. Uzyskano istotne współczynniki korelacji plonów z temperaturą powietrza i opadami atmosferycznymi w niektórych fazach.
3. Wystąpiły istotne, ujemne korelacje plonów owsa z temperaturą średnią powietrza w fazach: wschody-krzewienie, krzewienie-strzelanie w źdźbło i strzelanie w źdźbło-kłoszenie.
4. Temperatury minimalne i maksymalne istotnie, ujemnie wpływały na plony w fazie krzewienie-strzelanie w źdźbło.
5. Istotnie statystycznie, ujemne związki plonów z sumami opadów i liczbą dni z opadem wystąpiły w fazie dojrzałość woskowa-zbiór i dla plonów z sumą opadów w całym okresie wegetacji.

6. W ujęciu regresji wielokrotnej krokowej plonowanie owsa najsilniej zależało od temperatury średniej w fazie krzewienie-strzelanie w źdźbło, liczby dni z opadem i sumy opadów w fazie dojrzałość woskowa-zbiór.
7. Obliczenia statystyczne potwierdzają, że czynniki klimatyczne determinowały wysokość uzyskanych plonów owsa w warunkach przyrodniczych Kotliny Orawsko-Nowotarskiej

#### LITERATURA

- Bobrecka-Jamro D., Tobiasz-Salach R., Pilzłó H. 1999. Ocena możliwości uprawy wczesnych rodów owsa w warunkach Beskidu Niskiego. *Polskie Tow. Tech. Żywn.* 1 (18), Kraków: 84 — 89.
- Gąsiorowski H., Klockiewicz-Kamińska E., Chalcarz A., Górecka D. 1997. Charakterystyka polskiego owsa. Cz. II. Technologiczne wskaźniki jakości polskiego owsa. *Biul. AR w Poznaniu Zakładu Technologii Zbóż.* 6: 42 — 53.
- Kaczorowska Z. 1986. *Pogoda i klimat.* Wyd. Szkol. i Pedagog., Warszawa: 315.
- Machnik R. 1973. Przyrodnicza reprezentatywność stacji doświadczalnych oceny odmian. *Biuletyn Oceny Odmian, COBORU*, z. 4, PWN, Warszawa-Poznań: 23 — 86.
- Machnik R., Rybarczyk J. 1988. Termiczne i opadowe podobieństwo stacji doświadczalnych oceny odmian. *Zeszyt 1 (23), COBORU, Słupia Wielka*: 20.
- Michalski T., Idziak R., Menzel L. 1999. Wpływ warunków pogodowych na plonowanie owsa. *Polskie Tow. Techn. Żywn.* 1 (18), Kraków: 46 — 52.
- Noworolnik K., Polak E., Ruskowska B. 1981. Porównanie produktywności jęczmienia i owsa na glebach kompleksu żytńskiego słabego. *Pam. Puł.* 74: 113 — 122.
- Panek K. 1993. Czynniki plonotwórcze — plonowanie roślin, rozdział 4, Opady. Praca zbiorowa pod redakcją J. Dzieżyca, PWN, Warszawa: 149 — 241.
- Panek K. 1992. Działanie i współdziałanie opadów na plonowanie owsa w różnych rejonach kraju. *Biul. Inf. ART. Olsztyn*, 33: 95 — 104.
- Rudnicki F. 1995. Porównanie reakcji jęczmienia jarego i owsa na warunki opadowo-termiczne. *Fragm. Agron.* 3 (47): 21 — 32.
- Stupnicka-Rodzyńkiewicz E., Lepiarczyk A., Łabza T., Hochół T., Pasek T. 1999. Plonowanie owsa w okolicach Krakowa w zależności od warunków pogodowych i sposobu uprawy roli. *Polskie Tow. Techn. Żywn.* 1 (18), Kraków: 186 — 152.
- Syntezy Wyników Doświadczeń Odmianowych, Zboża Jare. 1985–1996. *Zesz.* 746–1090, COBORU, Słupia Wielka.
- Ścigalska B. 1999. Plonowanie odmian owsa w zależności od gęstości siewu w warunkach regionu południowo-wschodniego. *Polskie Tow. Techn. Żywn.* 1 (18), Kraków: 153 — 160.
- Skowera B. 2000. Wpływ elementów meteorologicznych na plonowanie roślin uprawnych w piętrach wysokościowych polskich Karpat Zachodnich. *Acta. Agroph. Vol.* 34: 169 — 180.
- Witek T. 1979. Wpływ jakości gleby na plonowanie roślin uprawnych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 224: 35 — 46.
- Zawora T., Olechnowicz-Bobrowska B., Pasela E. 1990. Wpływ ilości i częstości opadów atmosferycznych na plonowanie roślin uprawnych w Karpatach Zachodnich. *Probl. Zagosp. Ziem Górskich*, 30: 89 — 102.
- Ziernicka A. 2001. Klasyfikacja odchyleń od normy temperatury powietrza w Polsce Południowo-wschodniej. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie, ser. IŚ, z. 21*: 7 — 18.