

JAN KOŁODZIEJKatedra Meteorologii i Klimatologii Rolniczej
Akademia Rolnicza w Krakowie

Wpływ opadów atmosferycznych na kształtowanie się wybranych cech ziarna owsa uprawianego w warunkach górskich

Influence of precipitation on shaping some properties of oat grain cultivated in mountain conditions

Materiał źródłowy niniejszej pracy stanowiły doświadczenia polowe przeprowadzone przez COBORU w warunkach górskich (tereny położone powyżej 550 m. n.p.m.). Dokonano analizy % udziału łuski, masy 1000 ziaren i % udziału pośladu w plonie nasion owsa na tle opadów atmosferycznych. Obliczenia przeprowadzono z zastosowaniem metody modelowej, pozwoliło to określić optymalną wielkość charakterystyk opadowych w okresach rozwojowych owsa. Wykazano zróżnicowanie zapotrzebowania owsa w kolejnych okresach rozwojowych na opady atmosferyczne dla uzyskania optymalnych cech użytkowych ziarna. Generalnie niższe opady okazały się korzystniejsze do uzyskiwania niższego procentowego udziału łuski, a wyższe do niższego udziału pośladu w plonie nasion owsa. Opady niższe w czasie rozwoju wegetatywnego i wyższe w rozwoju generatywnym sprzyjały uzyskiwaniu wysokiej masy 1000 ziaren.

Słowa kluczowe: masa 1000 ziaren, łuska, opady atmosferyczne, owies, poślad

Source data of this work came from field experiments carried out by COBORU (National Centre for Cultivar Testing) in mountain areas (located above 550 m a.s.l.). Analysis of hull contribution percentage, mass of 1000 grains and percentage contribution of offal in oat yield was performed against the background of precipitation. Calculations were made using the modeling method that allows determining optimal quantity of precipitation in particular oat phenophases. Differentiation in water demand was demonstrated for successive oat phenophases for obtaining optimal functional characters of grain. In general, lower amount of precipitation turned out to be more advantageous for lower percentage of hull, while higher amount of precipitation was better for lower contribution of offal in oat yield. Lower precipitation during the vegetative phases of development and higher one during the generative phase favoured high mass of 1000 grains.

Key words: hull, mass of 1000 grains, oat, precipitation, offal

WSTĘP

Jednym z głównych czynników decydujących o plonie ziarna owsa i jego strukturze są opady atmosferyczne. Dość bogata literatura z tego zakresu obejmuje w szczególności tereny nizinne, gdzie częściej mogą wystąpić niedobory wody (Panek, 1992; Rudnicki, 1995; Wojciechowska, 1993; Stupnicka-Rodzinkiewicz i in., 1999). Produkcja rolnicza w terenach górskich może być ograniczana raczej przez nadmiar opadów, co może niekorzystnie wpływać na wysokość uzyskiwanych plonów i ich jakość (Bobrecka-Jamro, 1999). O przydatności ziarna owsa, jego wartości pokarmowej dla zwierząt i do przetwórstwa decyduje między innymi udział łuski w plonie ziarna, udział pośladu oraz masa 1000 ziaren. Owies ze względu na wyższe wymagania wodne, nieco niższe ciepłne oraz glebowe jest rośliną zalecaną do uprawy w terenach górskich i podgórskich (Wojciechowska, 1993). Plonuje on istotnie wyżej niż jęczmień jary, szczególnie na glebach słabszych, lub podobnie jak inne gatunki zbóż i jest bardziej niezawodny (Kuś i in., 1999, Rudnicki, 1995).

W niniejszym opracowaniu podjęto próbę oceny udziału łuski, pośladu i masy 1000 ziaren owsa w plonie ziarna w zależności od przebiegu opadów atmosferycznych w wydzielonych okresach rozwojowych.

MATERIAŁ I METODY

W pracy wykorzystano wyniki doświadczeń polowych i analiz przeprowadzonych przez Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych opublikowanych w syntezach wyników doświadczeń odmianowych. Doświadczenia polowe i analizy przeprowadzono zgodnie z instrukcją metodyczną na glebach od 11 do 13 kompleksu przydatności rolniczej na wysokości powyżej 550 m n.p.m. Do analizy zebranego materiału wykorzystano codzienne notowania wysokości opadów atmosferycznych oraz faz rozwojowych owsa ze Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian Łopuszna jako stacji reprezentatywnej (Machnik, 1973; Machnik, Rybarczyk, 1988). W celu szczegółowego określenia udziału czynnika wodnego na badane elementy struktury plonu, obliczenia przeprowadzono w fazach rozwojowych owsa. Materiał badawczy obejmuje wybrane 12 lat i stanowi zbiór 48 jednorocznych doświadczeń polowych, w których przeprowadzono analizę. Lata badań oceniono pod względem wilgotnościowym stosując kryterium podane przez Z. Kaczorowską (1986).

Do określenia wpływu opadów meteorologicznych na wybrane elementy struktury plonu nasion owsa posłużono się metodą modelową (Makowiecki, 1986). Wysokość opadów z 12 letniego okresu badań podzielono na trzy przedziały, opady niskie, średnie i wysokie. Za podstawę wydzielenia przyjęto średnią sumę opadów w danym okresie rozwojowym. Dolną granicę opadów średnich obliczono odejmując od ich wartości średniej $\frac{1}{2}$ odchylenia standardowego, natomiast górną dodając $\frac{1}{2}$ odchylenia. Opady niższe od dolnej granicy opadów średnich uznano za opady niskie, natomiast wyższe od górnej granicy uznano jako opady wysokie. Dla określonych w ten sposób przedziałów obliczono średnie wysokości analizowanych elementów plonu ziarna owsa.

WYNIKI I DYSKUSJA

Lata badań doświadczeń polowych były dość zróżnicowane zarówno pod względem sum opadów, jak i ich rozkładu. Charakterystykę wilgotnościową lat podano w tabeli 2. Suma opadów w okresie wegetacji owsa wynosiła średnio 440,2 mm, wahając się od 288,6 do 675,5 mm, przy odchyleniu standardowym stanowiącym 99,17. Mniejsze zróżnicowanie opadów notowano w początkowych okresach rozwoju owsa niż w czasie rozwoju generatywnego tab.3. Szereg autorów podaje, że optymalne opady dla owsa zawierają się w granicach od 300–400 mm (Dzieży, 1987; Panek, 1992, 1993; Rudnicki, i in., 1995). Trybała (1996) uważa, że na glebach lekkich dla owsa opady w wysokości 200–250 mm są wystarczające, natomiast dla pozostałych zbóż jarych minimum to wynosi 300 mm. Opady optymalne dla gleb kompleksu żytniego z ich rozbić na agrofazy wyznaczone dla nizinnej części kraju wynoszą sumarycznie od siewu do dojrzałości woskowej około 300 mm (Panek, 1993). Szczegółowe wymagania owsa dla rejonu Bydgoszczy podaje Rudnicki i wsp. (1995) "...korzystny dla plonów owsa jest ciepły kwiecień, niezbyt chłodny i z umiarkowaną ilością opadów maj, ciepły czerwiec z opadami powyżej przeciętnej oraz średnio ciepły lipiec ze znaczną ilością opadów". Stwierdza się nieco dłuższy okres wegetacji owsa w rejonie badań, gdzie jego siew przypadał średnio na początek II dekady kwietnia, a zbiór na I dekadę września (tab. 1). Na uwagę zasługuje wysoka zmienność długości trwania poszczególnych okresów rozwojowych, gdzie najwyższy współczynnik zmienności zanotowano w okresie od wschodów do krzewienia (tab. 1).

Tabela 1

Średnie terminy występowania faz rozwojowych owsa uprawianego w warunkach górskich
Mean terms of occurrence of development stages for oat cultivated in mountain conditions

Okresy rozwojowe Development periods	Średnie terminy występowania faz rozwojowych Mean terms of development periods occurrence	Średnia długość fazy rozwojowej (dni) Mean length of development periods (days)	Współczynnik zmienności (%) Variation coefficient (%)
Siew — wschody Sowing — emergence	12.04–2.05	19	29,10
Wschody — krzewienie Emergence — tillering	3.05–16.05	14	66,14
Krzewienie — strzelanie w źdźbło Tillering — shooting	17.05–2.06	17	26,35
Strzelanie w źdźbło - kłoszenie Shooting — earing	3.06–6.07	34	30,64
Kłoszenie — dojrzałość woskowa Earing — wax maturity	7.07–15.08	40	27,88
Dojrzałość woskowa — zbiór Wax maturity — harvest	16.08–5.09	21	53,10
Od siewu do zbioru From sowing — to harvest	12.04–5.09	145	9,46

Owies charakteryzuje się wysoką zmiennością plonowania, będącą wynikiem zróżnicowania opadów atmosferycznych, na co zwracają uwagę (Kuś, 1999; Rudnicki,

1995; Ścigalska, 1999). Średni procentowy udział łuski w plonie nasion wynosił w okresie badawczym 32,0%, a współczynnik zmienności stanowił 15,94%. W krajowych odmianach owsa udział łuski w plonie ziarna waha się od 25,5–32,6% (Gąsiorowski i in., 1997), jej udział w badaniach (Pilzłó i in., 1999) wynosił średnio 39,5%, i szczególnie wysoki stwierdzono przy niekorzystnych warunkach pogody. Wysoki udział łuski w ziarnie owsa obniża jego wartość pokarmową i technologiczną, stąd tendencje do hodowli i rozpowszechnienia owsa nagoziarnistego (Nita, 1999). Bardziej stabilnym parametrem okazała się masa 1000 ziaren (MTZ), przy średniej 32,6 g i współczynniku zmienności 6,13%. Jak podaje Ścigalska (1999) MTZ decyduje o wysokości plonowania, która z kolei zależna była od przebiegu warunków pogodowych. Wyraźne zróżnicowanie udziału pośladu w plonie ziarna w kolejnych latach doświadczeń powodowane było przebiegiem pogody. Jego średni udział wynosił 2,0%, przy współczynniku zmienności 42,00%. (tab. 2). Poślad w plonie ziarna jest niepożądany, gdyż obniża przydatność technologiczną oraz wartość pokarmową owsa.

Tabela 2

Podstawowe charakterystyki elementów struktury plonu ziarna owsa
Basal characteristics of structure elements for oat grain yield

Lata i ich charakterystyka *	Udział łuski w%	Masa 1000 ziaren	Udział pośladu w%
Years and their characteristics *	Hull contribution	Mass of 1000 grains	Offal contribution
1983 — Przeciętny	36,4	34,7	1,8
Average			
1984 — Przeciętny	42,8	31,8	1,8
Average			
1985 — Bardzo wilgotny	39,7	29,7	1,0
Very humid			
1986 — Bardzo suchy	29,8	33,6	2,1
Very dry			
1988 — Przeciętny	29,4	31,8	1,4
Average			
1990 — Wilgotny	29,5	30,6	3,0
Humid			
1993 — Przeciętny	28,2	35,5	0,8
Average			
1994 — Suchy	34,2	30,8	1,9
Dry			
1995 — Przeciętny	29,0	31,3	3,4
Average			
1997 — Przeciętny	28,7	35,3	2,0
Average			
1998 — Wilgotny	28,7	33,9	1,6
Humid			
1999 — Przeciętny	27,3	31,9	3,3
Average			
Średnia	32,0	32,6	2,0
Mean:			
Współczynnik zmienności	15,94	6,13	42,00
Variation coefficient			

*— Klasyfikacja opadowa lat wg Z. Kaczorowskiej

*— Precipitation classification of years according to Z. Kaczorowska

Wpływ opadów atmosferycznych na procentowy udział łuski w ziarnie owsa (tab. 3)

W początkowym okresie rozwojowym od siewu do wschodów, przypadającym średnio na II połowę kwietnia, wydzielone opady wysokie > 36,6 mm okazały się sprzyjające dla niskiego udziału łuski w plonie ziarna (tab. 3).

Tabela 3

Wpływ wysokości opadów na procentowy udział łuski w plonie ziarna owsa Influence of precipitation on percentage contribution of hull in oat grain yield

Okresy rozwojowe Development periods	Opady atmosferyczne Precipitation						
	niskie low		średnie mean		wysokie high		$\bar{X}$ SD
	opad precipitation (mm)	udział łuski, średnia i w (%) hull contribution, mean and in (%)	opad precipitation (mm)	udział łuski, średnia i w (%) hull contribution, mean and in (%)	opad precipitation (mm)	udział łuski, średnia i w (%) hull contribution, mean and in (%)	opad precipitation (mm)
Siew — wschody Sowing — emergence	< 28,6	31,8 100	28,6–36,6	34,2 107	> 36,6	31,7 99	32,6 4,0
Wschody — krzewienie Emergence — tillering	< 10,5	28,7 88	10,5–26,9	33,7 105	> 26,9	31,5 98	38,7 16,4
Krzewienie — strzelanie w źdźbło Tillering — shooting	< 23,5	30,7 96	23,5–45,2	34,1 106	> 45,2	28,2 88	34,4 21,6
Strzelanie w źdźbło — kłoszenie Shooting — earing	< 99,6	33,7 105	99,7–146,3	29,4 92	> 146,4	30,0 103	123,0 46,6
Kłoszenie — dojrzałość woskowa Earing — wax maturity	< 86,4	32,8 103	86,5–142,3	29,6 93	> 142,4	34,9 109	114,4 55,8
Dojrzałość woskowa — zbiór Wax maturity — harvest	< 53,5	31,0 97	53,5–80,7	32,9 103	> 80,7	32,5 102	67,1 27,2
Od siewu do zbioru From sowing — to harvest	< 373,0	31,1 97	373,0–472,2	32,9 103	> 472,2	34,9 109	422,6 99,2

$\bar{X}$ — W okresie badań; In investigation period

SD — Odchylenie standardowe; Standard deviation

Opady optymalne wyznaczone dla terenów nizinnych Dzieżyc i wsp. (1987) pokrywały się z opadami średnimi z miejsca badań. W dalszym okresie rozwoju od wschodów do krzewienia trwającym średnio 14 dni, przy najwyższym współczynniku zmienności stanowiącym 66,14% (tab. 1), opady niskie < 10,5 mm były zdecydowanie sprzyjające, natomiast przy opadach wyższych wyraźnie wzrastał udział łuski w ziarnie owsa. Opady optymalne wyznaczone dla terenów nizinnych były ponad dwa razy niższe od ich wysokości średniej występującej w naszych badaniach, gdzie stanowiły 38,7 mm. Z kolei opady wysokie > 45,2 mm, w czasie od krzewienia do strzelania w źdźbło sprzyjały niskiemu udziałowi łuski. Należy zaznaczyć, że rośliny od krzewienia do kłoszenia charakteryzują się zwiększonymi potrzebami wodnymi. W badaniach suma opadów w tej

agrofeno-fazie wynosiła średnio 157,4 mm i nieznacznie przekraczała opady optymalne terenów nizinnych. W okresach rozwojowych strzelanie w źdźbło — kłoszenie i kłoszenie — dojrzałość woskowa najbardziej korzystne okazały się opady średnie, które sprzyjały niskiemu udziałowi łuski w plonie ziarna owsa. Udział łuski w plonie ziarna stanowił odpowiednio 92 i 93% średniego procentu udziału łuski w plonie ziarna owsa. W fazie od dojrzałości woskowej do zbioru opady niskie < 53,5 mm, jak również dla całego okresu wegetacji < 373,0 mm sprzyjały niskiemu udziałowi łuski, który stanowił 97% średniego procentowego udziału łuski w ziarnie owsa.

Wpływ opadów atmosferycznych na masę 1000 ziaren owsa (tab. 4)

Opady średnie w okresie od siewu do wschodów zawierające się w przedziale 28,6–36,6 mm były sprzyjające dla uzyskania ponad przeciętnej masy 1000 ziaren owsa, uzyskiwano wtedy 101% średniej masy z okresu badań.

Tabela 4

Wpływ wysokości opadów na wysokość masy 1000 ziaren
Influence of precipitation on mass of 1000 grains

Okresy rozwojowe Development periods	Opady atmosferyczne Precipitation					
	niskie low		średnie mean		wysokie high	
	opad precipitation (mm)	masa 1000 ziaren 1000-grain weight (g), (%)	opad precipitation (mm)	masa 1000 ziaren 1000-grain weight (g), (%)	opad precipitation (mm)	masa 1000 ziaren 1000-grain weight (g), (%)
Siew — wschody Sowing — emergence	< 28,6	32,7 100	28,6–36,6	32,8 101	> 36,6	32,4 99
Wschody — krzewienie Emergence — tillering	< 10,5	33,2 102	10,5–26,9	32,3 99	> 26,9	32,1 98
Krzewienie — strzelanie w źdźbło Tillering — shooting	< 23,5	33,7 103	23,5–45,2	32,2 99	> 45,2	31,6 97
Strzelanie w źdźbło — kłoszenie Shooting — earing	< 99,6	30,8 95	99,7–146,3	32,5 100	> 146,4	33,7 103
Kłoszenie — dojrzałość woskowa Earing — wax maturity	< 86,4	32,3 99	86,5–142,3	32,6 100	> 142,4	32,8 105
Dojrzałość woskowa — zbiór Wax maturity — harvest	< 53,5	32,2 98	53,5–80,7	33,7 103	> 80,7	32,3 99
Od siewu do zbioru From sowing — to harvest	< 373,0	32,1 98	373,0–472,2	32,5 100	> 472,2	33,2 102

W dalszym okresie rozwoju owsa, od wschodów do krzewienia i od krzewienia do strzelania w źdźbło korzystne okazały się niskie opady, natomiast przy opadach średnich i wysokich, obserwowano systematyczny spadek masy 1000 ziaren owsa. W agrofeno-fazach, strzelanie w źdźbło — kłoszenie i od kłoszenia do dojrzałości woskowej, uzyskiwaniu wyższej masy 1000 ziaren sprzyjały opady zawarte w przedziale opadów wysokich, przy których ich masa wynosiła odpowiednio 103 i 105% średniej masy

z analizowanego okresu badań. W fazie od dojrzałości woskowej do zbioru opady średnie zawarte w przedziale 53,5–80,7 mm sprzyjały uzyskiwaniu wysokiej masy 1000 nasion owsa, gdzie stanowiła ona 103% średniej z okresu badań. Opady niskie i wysokie w tym czasie obniżały masę 1000 ziaren owsa. Analiza całego okresu wegetacji, od siewu do zbioru wskazuje, że wyższe opady okazały się bardziej sprzyjające uzyskiwaniu wyższej masy 1000 ziaren niż opady średnie i niskie.

Wpływ opadów atmosferycznych na udział pośladu w plonie nasion owsa (tab. 5)

Niski udział pośladu w ziarnie owsa jest cechą pożądaną, świadczy to o wyrównaniu ziarna i wpływa na jakość plonu. W pierwszej agrofeno-fazie, od siewu do wschodów, niska zawartość pośladu w plonie nasion owsa wystąpiła przy opadach niskich i wysokich, stanowiła ona 93% średniego procentowego udziału pośladu z okresu badań.

Tabela 5

Udział pośladu w plonie ziarna owsa
Contribution of offal in oat grain yield

Okresy rozwojowe Development periods	Opady atmosferyczne Precipitation					
	niskie low		średnie mean		wysokie high	
	opad precipitation (mm)	udział pośladu offal contribution (%)	opad precipitation (mm)	udział pośladu offal contribution (%)	opad precipitation (mm)	udział pośladu offal contribution (%)
Siew — wschody sowing — emergence	< 28,6	1,9 93	28,6–36,6	2,7 133	> 36,6	1,9 93
Wschody — krzewienie emergence — tillering	< 10,5	1,9 93	10,5–26,9	2,3 114	> 26,9	2,1 107
Krzewienie — strzelanie w źdźbło Tillerin — shooting	< 23,5	1,8 90	23,5–45,2	1,8 90	> 45,2	3,4 168
Strzelanie w źdźbło — kłoszenie Shooting — earing	< 99,6	2,1 103	99,7–146,3	2,0 100	> 146,4	2,0 100
Kłoszenie — dojrzałość woskowa Earing — wax maturity	< 86,4	2,6 129	86,5–142,3	1,9 95	> 142,4	1,5 73
Dojrzałość woskowa — zbiór wax maturity — harvest	< 53,5	1,9 95	53,5–80,7	1,5 75	> 80,7	2,6 130
Od siewu do zbioru From sowing — to harvest	< 373,0	1,8 90	373,0–472,2	2,3 116	> 472,2	1,6 80

W tej fazie przy opadach średnich w przedziale 28,6–36,6 mm, udział pośladu w plonie ziarna wyraźnie wzrastał i stanowił 133% średniego procentowego udziału. W dalszym okresie rozwoju, od wschodów do krzewienia opady niskie < 10,5 mm okazały się sprzyjające do uzyskiwania w plonie ziarna niskiego udziału pośladu, który stanowił 93% średniego udziału z wielolecia. W okresie rozwojowym od krzewienia do strzelania w źdźbło dla udziału pośladu korzystne okazały się opady niskie i średnie. W agrofeno-fazie strzelanie w źdźbło – kłoszenie otrzymano zbliżony udział procentowy

pośladu w ziarnie owsa. Należy zaznaczyć, że jest to początek zwiększonych potrzeb wodnych owsa, który trwa do dojrzałości woskowej. W fazie od kłoszenia do dojrzałości woskowej przy opadach wysokich powyżej 142,4 mm udział pośladu w plonie był najniższy i stanowił 73% średniego udziału z wielolecia. W okresie rozwojowym od dojrzałości woskowej do zbioru, kiedy to występuje dalsze wypełnianie ziarniaków, sprzyjające okazały się opady średnie 53,5–80,7 mm, udział pośladu był wtedy najniższy i stanowił 75% średniego udziału pośladu z okresu badań. Przy opadach wysokich udział pośladu w plonie był największy, natomiast mniejszy przy opadach niskich i stanowił odpowiednio 130 i 95%. W całym okresie wegetacji przy opadach wysokich > 472,2 mm notowano najniższy udział pośladu w plonie ziarna, natomiast przy opadach niskich i średnich, udział był znacznie wyższy i stanowił odpowiednio 80 i 116% średniego udziału pośladu w badanych latach.

WNIOSKI

Przedstawiona w pracy metoda pozwoliła na oszacowanie udziału wybranych cech jakościowych plonu ziarna owsa, w zależności od przebiegu opadów atmosferycznych w jego wydzielonych fazach rozwojowych.

1. W fazie od siewu do wschodów opady > 36,6 mm kształtowały niski udział łuski w plonie ziarna owsa, natomiast przy opadach z przedziału 28,6–36,6 mm notowano wysoką masę 1000 nasion, a także niski udział pośladu.
2. Od wschodów do krzewienia dla analizowanych cech ziarna owsa sprzyjające okazały się opady < 10,5 mm, prawie 3-krotnie niższe od średniej wieloletniej z okresu badań.
3. W fazie krzewienie — strzelanie w źdźbło opady > 45,2 mm wpływały na niski udział łuski, < 23,5 mm kształtowały wysoką masę 1000 ziaren, a z przedziału 23,5–45,2 mm sprzyjały niskiemu udziałowi pośladu w plonie ziarna owsa.
4. W czasie zwiększonych potrzeb wodnych owsa, od strzelania w źdźbło do dojrzałości woskowej opady zbliżone do średniej wieloletniej z okresu badań zawarte w przedziale 86,5–142,3 były optymalne dla uzyskania niskiego udziału łuski, natomiast opady wyższe o około 20 mm sprzyjały osiągnięciu wysokiej masy 1000 nasion i obniżały udział pośladu w plonie ziarna owsa.
5. Opady niższe o ponad 10 mm od średniej wieloletniej w agrofeno-fazie dojrzałość woskowa — zbiór sprzyjały niższemu udziałowi łuski w plonie ziarna. Dla uzyskania wysokiej masy 1000 nasion i niskiego udziału pośladu optymalne opady wynosiły 53,5–80,7 mm.
6. Optymalne opady w okresie wegetacji owsa dla uzyskania wysokiej masy 1000 nasion i niskiego udziału pośladu stanowiły 472,2 mm, natomiast dla niskiego udziału łuski w plonie ziarna owsa korzystne okazały się opady w wysokości < 373,0 mm.

LITERATURA

- Bobrecka-Jamro D., Tobiasz-Salach R., Pilzłó H. 1999. Ocena możliwości uprawy wczesnych rodów owsa warunkach Beskidu Niskiego. *Polskie Tow. Techn. Żywn.* 1 (18), Kraków: 84 — 89.
- Dziężyć J., Nowak L., Panek K. 1987. Dekadowe wskaźniki potrzeb opadowych roślin uprawnych w Polsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 314: 11 — 33.
- Gąsiorowski H., Klockiewicz-Kamińska E., Chalcarz A., Górecka D. 1997. Charakterystyka polskiego owsa. Cz. II. Technologiczne wskaźniki jakości polskiego owsa. *Biuletyn AR w Poznaniu Zakładu Technologii Zbóż*. 6: 42 — 53.
- Kaczorowska Z. 1986. *Pogoda i klimat*. WSiP, Warszawa.
- Kuś J., Smagacz J., Kamińska M. 1999. Porównanie plonowania owsa z innymi gatunkami zbóż w trwałym doświadczeniu płodozmianowym. *Polskie Tow. Techn. Żywności. Żywność* 1 (18), Kraków: 60 — 68.
- Machnik R. 1973. Przyrodnicza reprezentatywność stacji doświadczalnych oceny odmian. *Biul. Oc. Odm. 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.
- Makowiecki J. 1986. Ocena zapotrzebowania ziemniaków na opady atmosferyczne metodą modelową. *Zesz. Probl. PNR* z. 268: 315 — 323.
- Metodyka badania wartości gospodarczej odmian (WGO) roślin uprawnych*. 1988 Wydanie I, COBORU, Słupia Wielka.
- Nita Z. T. 1999. Stan aktualny i nowe kierunki hodowli owsa w Polsce. *Polskie Tow. Techn. Żywn.* 1 (18), Kraków: 186 — 192.
- 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. Dziężyca, 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.
- Pilzłó H., Bobrecka-Jamro D., Tobiasz-Salach R. 1999. Skład chemiczny nowych rodów owsa uprawianego w warunkach Beskidu Niskiego. *Polskie Tow. Techn. Żywn.* 1, (18), Kraków: 142 — 146.
- Rudnicki F. 1995. Porównanie reakcji jęczmienia jarego i owsa na warunki opadowo termiczne. *Fragm. Agron.* 3 (47): 21 — 32.
- Stupnicka-Rodzinkiewicz 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.
- 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.
- Trybała M. 1996. *Gospodarka wodna w rolnictwie*, PWRiL, Warszawa.
- Wojciechowska U. 1993. *Fizjologia owsa*. Praca zbiorowa pod redakcją J. Mazurek, IUNG, Puławy, R (304).