

OCENA PLONOWANIA RÓŻNYCH FORM OWSA

ROBERT WITKOWICZ¹, ANDRZEJ LEPIARCZYK², ELŻBIETA PISULEWSKA¹

¹*Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie*

²*Katedra Agrotechniki i Ekologii Rolniczej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie*

rrwitkow@cyf-kr.edu.pl

Synopsis. Badania polowe przeprowadzono w latach 2003–2005 w Krakowie Mydlnikach. Dwuczynnikowe doświadczenia polowe zakładano metodą podbloków w czterech powtórzeniach na glebie brunatnej, wylugowanej, kompleksu pszennego dobrego. Powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 10 m². Pierwszym czynnikiem była forma owsa (nagoziarnisty, oplewiony), drugim natomiast odmiana w obrębie formy (CHD 3317, Akt – formy nagoziarniste; Chwat, Jawor – formy tradycyjne, oplewione). Najniższe plony owsa uzyskano w sezonie wegetacyjnym 2004, cechującym się stałym niedoborem opadu, poza ostatnią dekadą lipca. Spośród pozostałych lat wyższe plony obserwowano w sezonie wegetacyjny w większym stopniu zaspokajającym potrzeby opadowe owsa w kwietniu i maju (rok 2003). Niedobór opadu kwietnia i maja powodował większy spadek plonu form nagoziarnistych. Wyższe plonowanie form tradycyjnych wynikało z znacząco statystycznie wyższej masy tysiąca ziaren, bowiem pozostałe komponenty były statystycznie niezróżnicowane. W obrębie form nagoziarnistych wyżej plonował ród CHD 3317, a wśród form tradycyjnych odmiana Chwat. Komponentem wykazującym statystyczne zróżnicowanie była liczba ziaren w wieszce, ale tylko w obrębie form nagoziarnistych. Diagramy klimatyczne Gaussena-Waltera były pomocne przy analizie wpływu warunków pluwiotermicznych na plonowanie roślin, szczególnie jeśli zestawilo się na nich średnią temperaturę powietrza z obniżoną krzywą potrzeb opadowych wg Dzieżyca przy zachowaniu skali 1:2.

Słowa kluczowe – *key words*: owies – *oat*, diagram Gaussena-Waltera – *Gaussen-Walter's diagram*, pogoda – *weather*, wskaźnik Sielianinowa – *Sielianinow's coefficients*

WSTĘP

Owies jest gatunkiem o małych wymaganiach glebowych, ale znaczącym zapotrzebowaniu na wodę. Potrzeby opadowe owsa zostały określone przez wielu autorów, między innymi przez Dzieżyca i in. [1987], Rudnickiego [1995] czy Kołodzieja [2003], ale prace te odnoszą się jedynie do formy oplewionej. W dostępnej literaturze fachowej brak jest natomiast opracowań dotyczących oceny wymagań wodnych owsa nagoziarnistego. Biorąc pod uwagę opinię Michalskiego i in. [1999] oraz Dragańskiej i in. [2004] o stosunkowo niskich możliwościach oceny tych wymagań w oparciu o równania regresji pogoda-plon. Utrudnieniem ograniczającym przydatność wyznaczonych optymalnych opadów (nawet miesięcznych) jest także nieuwzględnianie zmian temperatury w poszczególnych rejonach spowodowanych zmianami klimatycznymi [Houghton i in. 2001, Zawora i Ziernicka-Wojtaszek 2005]. Dobrym rozwiązaniem byłoby uwzględnienie ewapotranspiracji łąnu, co na szerszą skalę z powodu trudności z jej oszacowaniem jest skomplikowane. Pomocne wydają się w tym diagramy Gaussena-Waltera, w których ewapotranspirację uwzględnia się w postaci obniżonych krzywych opadu. Dotychczas diagramy te służyły ekologom, geografom roślin, klimatologom i biologom do uproszczonej charakterystyki klimatu [Walter 1976, Łukaszewicz 2006].

Celem podjętych badań było analiza plonowania dwóch form owsa (oplewionej i nagoziarnistej) w latach o odmiennych warunkach pluwiotermicznych opisanych przy użyciu wskaźnika Sielianinowa oraz diagramów Gaussena-Waltera .

MATERIAŁ I METODY

Badania polowe przeprowadzono w latach 2003–2005 w Mydlnikach (50°08' N, 19°85' E) na polu doświadczalnym Katedry Agrotechniki i Ekologii Rolniczej Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie. Dwuczynnikowe doświadczenia polowe zakładano metodą podbloków w czterech powtórzeniach na glebie brunatnej, wylugowanej, kompleksu pszenego dobrego. Powierzchnia poletek do zbioru wynosiła 10 m². Pierwszym czynnikiem badawczym była forma owsa (nagoziarnisty, oplewiony), drugim natomiast odmiana w obrębie formy (CHD 3317, Akt – formy nagoziarniste; Chwat, Jawor – formy tradycyjne, oplewione). Z każdego poletka pobierano rośliny z powierzchni 0,5 m² i na tej podstawie ustalano obsadę wiech. Na 10 kwiatostanach oznaczano liczbę ziaren w wieszce, a w próbkach ziarna z każdego powtórzenia oznaczano zawartość białka metodą Kiejdahla.

Wszystkie zabiegi agrotechniczne wykonane były zgodnie z ogólnie przyjętymi zasadami. Nawożenie mineralne stosowano przedsięwzięcie w dawce 100 kg·ha⁻¹ N, 70 kg·ha⁻¹ P₂O₅ i 90 kg·ha⁻¹ K₂O. Zabiegi pielęgnacyjne ograniczały się do zastosowania herbicydu Granstar 75 WG w dawce 20g·ha⁻¹ z dodatkiem Trendu 90 EC (0,05%).

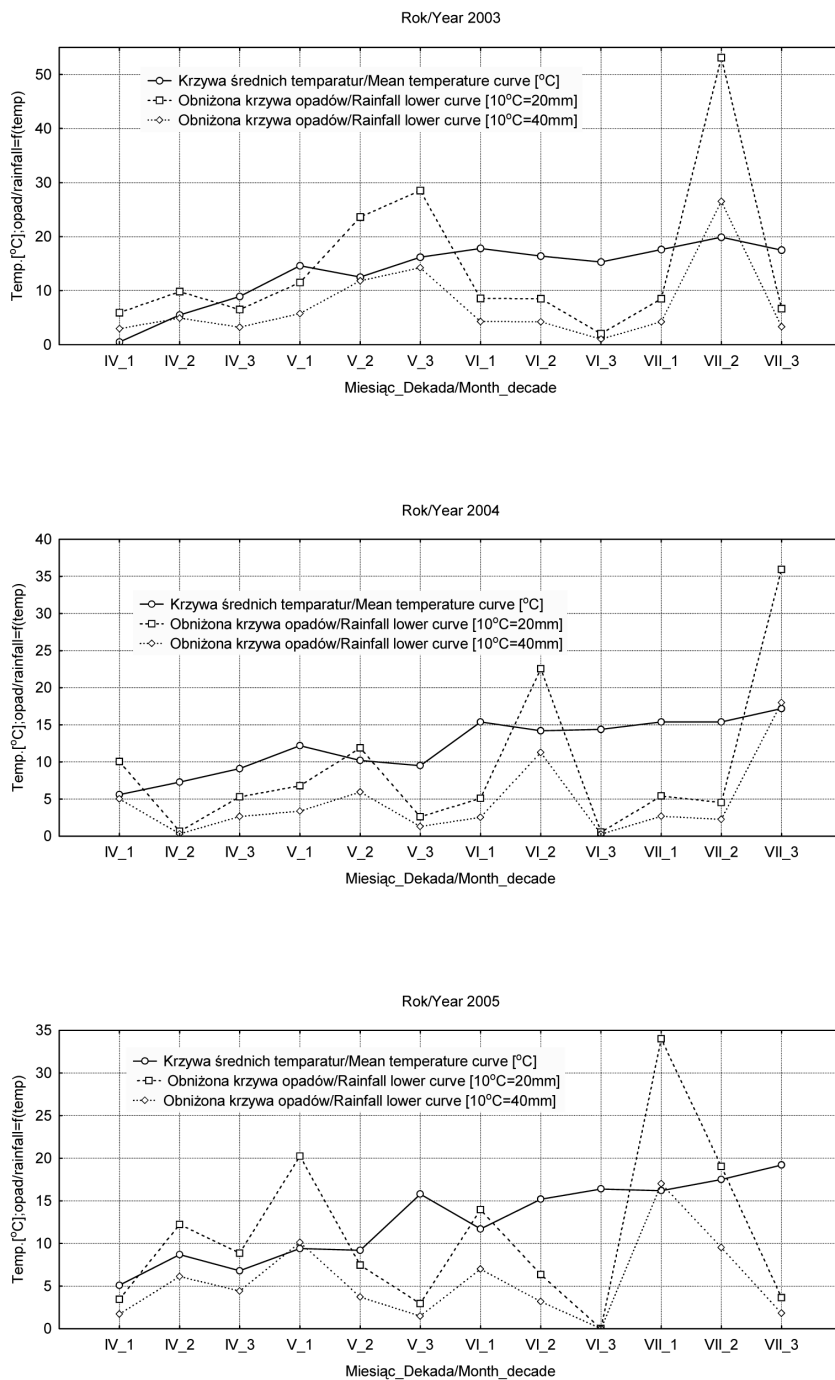
Warunki pluwiotermiczne w okresie badań zostały scharakteryzowane poprzez niedobory opadów i wskaźnik Sielianinowa (tab. 1). Współczynnik hydrotermiczny Sielianinowa wyliczono w oparciu o równanie: $k=P/0,1 \Sigma t$, gdzie: P – suma miesięczna opadów atmosferycznych w mm, Σt – miesięczna suma średnich temperatur powietrza >0°C. Szczegółowszy, dekadowy przebieg temperatury i opadów prezentują diagramy Gaussena-Waltera (rys. 1). Druga, dodatkowa obniżona krzywa średnich opadów to efekt modyfikacji Łukaszewicza [2006] przy stosunku skali 1:4. Na wykresach przebieg krzywej średnich temperatur pomiędzy obniżonymi krzywymi temperatur traktowano jako półsuchy. Przebieg krzywej średnich temperatur ponad obniżonymi krzywymi opadów opisywano jako suchy. Sprawdzenia hipotez zerowych modeli liniowych sklasyfikowanych hierarchicznie (genotypy zagnieżdżone w formach owsa) dokonano w oparciu o analizę wariancji (synteza układu stałego). Analizie poddano komponenty struktury plonu, zawartość i plon białka oraz procentowy udział plewki w masie ziarna form tradycyjnych.

WYNIKI BADAŃ

Z analizy warunków pogodowych wynika, że rok 2004 najbardziej odbiegał od wartości średnich temperatury i wielkości opadu z wielolecia (tab. 1, rys. 1). Najkorzystniejszym okazał się rok 2003, co potwierdzają wskaźniki Sielianinowa i diagramy Gaussena-Waltera (okresy półsuche i suche). Zasadnicza różnica pomiędzy korzystnymi dla plonowania owsa latami (2003 i 2005) wynika z znaczących różnic w wysokości opadu kwietniowego i majowego. Obserwacje te znajdują potwierdzenie w otrzymanym plonie ziarna (tab. 2). Korzystniejsze warunki okresu wschodów oraz nieco gorsze warunki w okresie krzewienia w 2003 roku spowodowały wykształcenie mniejszej liczby źdźbeł, zakończonych kwiatostanem o wyraźnie większej liczbie ziaren w wieszce owsa. Wynikało to z faktu, że pierwsze dwie dekady kwietnia 2003 roku to okresy odpowiednio wilgotny i półsuchy (bliski zaspokojenia potrzeb). Kolejne

Tabela 1. Warunki pogodowe
 Table 1. Weather conditions

Miesiąc <i>Month</i>	Suma temperatur <i>Sum of temperatures</i> (°C)	Opad <i>Rainfall</i> (mm)	Różnica pomiędzy opadem a <i>Differences between the rainfall and</i>		Wskaźnik Sielianinowa <i>Sielianinow coefficient</i>	Klasyfikacja miesiąca <i>The month's classification</i>
			zapotrzebowaniem <i>requirement</i> (mm)	wieloleciem <i>long-term</i> (mm)		
2003						
IV	239,5	44,4	1,4	-3,6	1,85	Dość wilgotny <i>Enough wet</i>
V	508,7	127,2	62,2	44,2	2,50	Bardzo wilgotny <i>Very wet</i>
VI	569,8	38,1	-42,9	-58,9	0,67	Bardzo suchy <i>Very dry</i>
VII	600,2	136,5	54,5	51,5	2,27	Wilgotny <i>Wet</i>
2004						
IV	284,1	32,0	-11,0	-16,0	1,13	Dość suchy <i>Enough dry</i>
V	392,7	42,6	-22,4	-40,4	1,08	Dość suchy <i>Enough dry</i>
VI	500,5	56,4	-24,6	-40,6	1,13	Dość suchy <i>Enough dry</i>
VII	564,2	91,8	9,8	6,8	1,63	Dość wilgotny <i>Enough wet</i>
2005						
IV	288,1	49,1	6,1	1,1	1,70	Dość wilgotny <i>Enough wet</i>
V	440,2	61,3	-3,7	-21,7	1,39	Optymalny <i>Optimal</i>
VI	504,4	40,6	-40,4	-56,4	0,81	Suchy <i>Dry</i>
VII	607,7	113,4	31,4	28,4	1,87	Dość wilgotny <i>Enough wet</i>



Rys. 1. Diagramy klimatyczne Gaussena-Waltera dla poszczególnych okresów wegetacji
 Fig. 1. Gaussem-Walter's climatic diagrams for vegetation periods

Tabela 2. Wpływ lat na analizowane cechy

Table 2. Effect of years on analyzed traits

Cecha Trait	Średni kwadrat Mean square	P	Rok – Year			NIR _{0,05} LSD _{0,05}
			2003	2004	2005	
Plon ziarna (t·ha ⁻¹) Grain yield (t·ha ⁻¹)	1,569	0,010	6,52	5,89	6,15	0,48
Obsada wiech na 1 m ² Number of panicle per 1 m ²	37213	0,000	313	364	409	48
Liczba ziaren w wieszce Number of grains per panicle	2363	0,000	62,0	43,2	39,2	6,5
Masa 1000 ziaren (g) Weight of 1000 grains (g)	21,86	0,033	30,1	28,2	30,3	2,1
Zawartość białka (g·kg ⁻¹) Protein content (g·kg ⁻¹)	10,66	0,000	131	137	147	0,8
Plon białka (kg·ha ⁻¹) Protein yield (kg·ha ⁻¹)	36981	0,004	845	794	890	65

r.n. – różnica nieistotna – non significant differences

Tabela 3. Wpływ formy owsa na analizowane cechy

Table 3. Effect of oat forms on analyzed traits

Cecha Trait	Średni kwadrat Mean square	P	Formy owsa Oats form		NIR _{0,05} LSD _{0,05}
			Tradycyjny Traditional	Nagozia- rnisty Naked	
Plon ziarna (t·ha ⁻¹) Grain yield (t·ha ⁻¹)	37,46	0,000	7,07	5,30	0,32
Obsada wiech na 1 m ² Number of panicle per 1 m ²	2255	0,386	369	356	r.n.
Liczba ziaren w wieszce Number of grains per panicle	113	0,155	49,7	46,6	r.n.
Masa 1000 ziaren (g) Weight of 1000 grains (g)	476	0,000	32,7	26,4	1,4
Zawartość białka (g·kg ⁻¹) Protein content (g·kg ⁻¹)	48,02	0,000	128	148	6
Plon białka (kg·ha ⁻¹) Protein yield (kg·ha ⁻¹)	188529	0,000	905	780	44

r.n. – różnice nieistotne – non significant differences

dwie dekady były suche, przy ostatnich dwóch majowych pól suchych. W tym okresie w roku 2005 przeplatały się dekady suche z pól suchymi przy znaczącym niedoborze opadu w ostatniej dekadzie maja. Pierwsze dwa miesiące wegetacji 2004 roku cechowały się występowaniem dekad suchych. Dekadą pól suchą (poza pierwszą kwietnia) była dopiero druga dekada czerwca. Okres suchy w tym roku został przerwany jeszcze tylko raz wilgotną, trzecią, dekadą lipca, raczej o znikomym wpływie na plon i jego jakość. Generalnie w roku tym opady, a właściwie ich niedobór zdeterminowały plon ziarna i udział plewki u form oplewionych owsa (tab. 2 i 5). W roku 2005 okres wegetacji cechował się mniejszym oddaleniem krzywej temperatur od obniżonych krzywych opadów, co świadczy o korzystniejszym, mniejszym niedoborze opadu. Skutkiem tego była znacząco wyższa (w porównaniu do lat pozostałych) zawartość białka w ziarnie owsa, co przy średnim plonie ziarna w tym roku pozwoliło na osiągnięcie najwyższego plonu białka ($890 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$).

Analiza zmienności cech w zależności od obecności plewki wykazała brak wpływu tego czynnika na obsadę wiech (na ogół niższa u form nagoziarnistych) oraz liczbę ziaren w wieszce owsa (tab. 3). Formy nagoziarniste cechowały się wyższą zawartością białka, która jednak nie rekompensowała wystarczająco niższego plonu ziarna, co skutkowało niższym plonem białka o 125 kg.

Porównywane odmiany w obrębie form różniły się statystycznie istotnie plonowaniem (zarówno ziarna, jak i białka) oraz liczbą ziaren w wieszce (tab. 4). Wśród form nagoziarnistych wyraźnie lepszy okazał się ród CHD 3317, produkując 87,5 kg białka więcej. Wśród form tradycyjnych o większym plonie odmiany Chwat zdecydował statystycznie niższy udział plewki w ziarnie przy nieistotnie wyższej masie 1000 ziaren (tab. 5). W analizowanym eksperymencie zaobserwowano również istotną statystycznie interakcję sezonu wegetacyjnego z formą owsa

Tabela 4. Wpływ formy owsa i odmiany na analizowane cechy

Table 4. Effect of oat forms and cultivar on analyzed traits

Cecha <i>Trait</i>	Średni kwadrat <i>Mean square</i>	p	Forma owsa – <i>Oats form</i>				NIR _{0,05} LSD _{0,05}
			Nagoziarnisty <i>Naked</i>		Tradycyjny <i>Traditional</i>		
			CHD 3317	Akt	Chwat	Jawor	
Plon ziarna ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$) <i>Grain yield ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)</i>	1,633	0,008	5,56	5,05	7,33	6,81	0,43
Obsada wiech na 1 m^2 <i>Number of panicle per 1 m^2</i>	4566	0,225	336	375	366	373	r.n.
Liczba ziaren w wieszce <i>Number of grains per panicle</i>	229,5	0,023	50,9	42,3	49,1	50,2	6,2
Masa 1000 ziaren (g) <i>Weight of 1000 grains (g)</i>	0,614	0,897	26,3	26,4	32,9	32,4	r.n.
Zawartość białka ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$) <i>Protein content ($\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)</i>	0,070	0,922	149	148	128	129	r.n.
Plon białka ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) <i>Protein yield ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)</i>	34733	0,005	824	736	937	874	62

r.n. – różnica nieistotna – *non significant differences*

Tabela 5. Udział plewki w masie 100 ziaren formy tradycyjnej owsa
 Table 5. Contribution of husk in weight of 100 grains traditional forms of oat

Lata i odmiany <i>Years and cultivars</i>	Masa 100 ziaren <i>Weight of 100 grains</i> (g)	Masa plewek <i>Weight of husks</i> (g)	Udział plewek <i>Contribution of husks</i> (%)
Rok – Year			
2004	3,50	0,99	28,2
2005	3,42	0,95	27,7
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	r.n.	r.n.	r.n.
Odmiana – Cultivar			
Chwat	3,47	0,93	26,7
Jawor	3,48	1,01	28,9
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	r.n.	r.n.	1,1

r.n. – różnica nieistotna – non significant differences

w kształtowaniu plonu ziarna. Istotą tej interakcji jest wyraźnie niższe plonowanie form nagoziarnistych w stosunku do tradycyjnych w latach 2004 i 2005. Potwierdza to większą wrażliwość tej formy na niedobór opadów, którą znacząco ograniczają lepsze warunki opadowe w kwietniu i maju 2003 roku (tab. 6). Niewielka różnica w plonie badanych form owsa w roku

Tabela 6. Wpływ lat i formy owsa na plon ziarna oraz zawartość i plon białka
 Table 6. Effect of years and forms of oat on grain yield, grain protein content and protein yield

Forma owsa <i>Oat forms</i>	Rok – Year		
	2003	2004	2005
Plon ziarna – Grain yield (t·ha ⁻¹)			
Tradycyjny – Traditional	7,06	6,80	7,36
Nagoziarnisty – Naked	5,98	4,99	4,94
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	0,67		
Zawartość białka – Protein content (g·kg ⁻¹)			
Tradycyjny – Traditional	120	120	137
Nagoziarnisty – Naked	142	146	157
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	r.n.		
Plon białka – Protein yield (kg·ha ⁻¹)			
Tradycyjny – Traditional	844	864	1008
Nagoziarnisty – Naked	846	723	772
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	92		

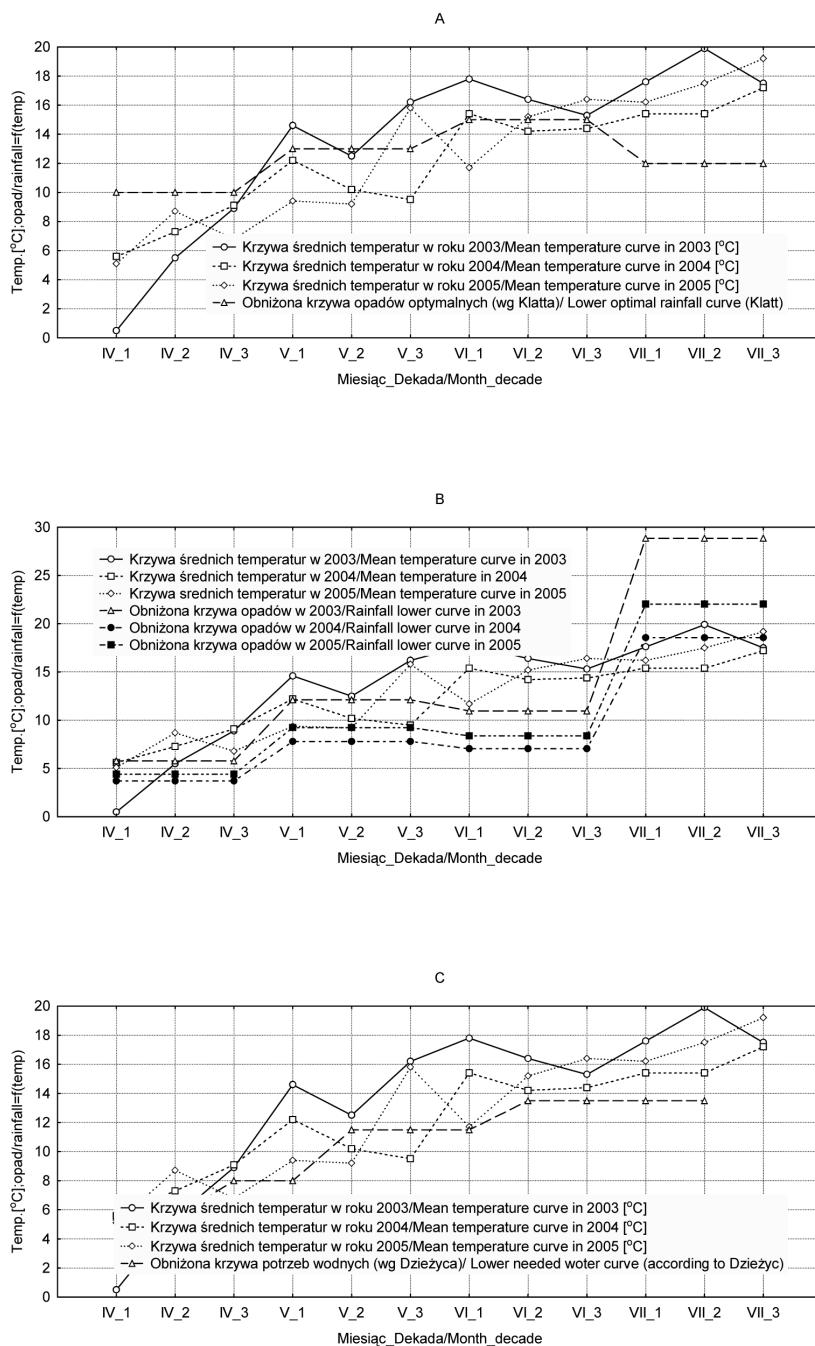
r.n. – różnica nieistotna – non significant differences

2003 spowodowana była między innymi wyraźnie większą liczbą ziaren w wiesze u form nagoziarnistych (szczególnie Akt) na poziomie tradycyjnej odmiany Chwat. Wysoka zawartość białka w ziarnie, a zarazem jego plon w roku 2005 warunkowane były najmniejszymi niedoborami wody w ocenie całego okresu wegetacji (tab. 1 i 6, rys. 1). Największą różnicę w zawartości białka pomiędzy formami, zaobserwowano w roku 2004. Plon białka jako wypadkowa plonu ziarna i jego zawartości w ziarnie w roku 2003 był porównywalny u obu form owsa. W latach pozostałych plon białka form nagoziarnistych był znacząco niższy, szczególnie w roku 2004 o niekorzystnym bilansie opadów w trakcie całego okresu wegetacji.

DYSKUSJA

Diagramy Gaussena-Waltera są wprowadzeniem do rozważań na temat zaspokojenia potrzeb wodnych roślin uprawnych, temperatury jako ekwiwalentu ewapotranspiracji, która znacząco może te wymagania modyfikować i zarazem jest czynnikiem niezależnym od woli rolnika. Innymi czynniki, kształtowanymi przez producenta, mogącymi wyraźnie zwiększyć zapotrzebowanie na wodę jest nawożenie, zagęszczenie ładu i jego ochrona. Wzrost średniej temperatury powietrza przy braku jednoznacznego kierunku zmian wielkości opadu atmosferycznego [Kozuchowski i Żmudzka 2001, Żmudzka 2002] powodować będzie niedobór opadów zależny od skali wzrostu temperatury co wykazała Ziernicka [2004]. Wzrost temperatury o 1 lub $^{\circ}\text{C}$ powoduje wzrost potrzeb wodnych w skali miesiąca, średnio w Polsce odpowiednio o 6,3 i 14,5 mm. Wydaje się więc, że metoda wykreślania obniżonych krzywych opadów w diagramach Gaussena-Waltera może zostać zastosowana przy wykreślaniu obniżonych krzywych opadów optymalnych według Klatta [Dzieżyc 1989] czy też potrzeb opadowych [Dzieżyc i in. 1987], które będzie wówczas można skonfrontować z aktualnymi temperaturami. Wykreślenie na diagramie obniżonej krzywej opadów ($10^{\circ}\text{C} = 40$ mm opadu) wydaje się niecelowe, ponieważ takie podejście badane okresy wegetacji kwantyfikuje jako suche, a uzyskane plony takiemu wnioskowi przeczą. W dalszych rozważaniach pozostawiono tylko obniżoną krzywą wg skali 1:2. Wykreślone wg niej obniżone opady optymalne wyznaczone przez Klatta [Dzieżyc 1989] najlepiej korespondują z krzywymi temperatur w latach badań, potwierdzając zarazem niedobory opadu na początku i końcu wegetacji owsa w latach badań (rys. 2A). Znaczenie niedoboru lipcowego zostało dostrzeżone przez Rudnickiego [1995] i znalazło wyraz w proponowanym rozkładzie opadu od kwietnia do lipca (w procentach opadu za ten okres) odpowiednio: 10–21–19–50. Na rysunku 2B naniesiono obniżone krzywe opadów obserwowanych w latach badań, ale opadów podzielonych wedle powyższych udziałów procentowych. Wydaje się, że taki teoretyczny podział opadu wywoływałby nadmierne uwilgotnienie w lipcu. Wykreślona obniżona krzywa potrzeb opadowych wg Dzieżycy [1987] (rys. 2C) wskazuje na niewielkie niedobory opadu, właściwie przez całe badane sezony wegetacji, ale jej przebieg (kształt) jest mocno zbieżny z krzywymi temperatur w poszczególnych latach. Jeżeli ponadto uwzględnimy fakt, że w warunkach gleb zwężonych potrzeby opadowe można pomniejszyć o 10–15% otrzymamy w badanych warunkach najlepszą charakterystykę opadowo-termiczną spośród analizowanych.

Z porównania wielkości średnich kwadratów dla źródeł zmienności takich jak lata i formy owsa wynika, że lata wyraźniej wpływały na obsadę wiech oraz liczbę ziaren w wiesze. Pomimo tego, że jest to przybliżona forma wnioskowania to wyraźnie wyższą sumę średnich kwadratów dla cech takich jak plon ziarna, masa 1000 ziaren i zawartość i plon białka przypisano formie owsa. W prezentowanych badaniach formy nagoziarniste owsa plonowały wyraźnie niżej od tradycyjnych szczególnie w przypadku wystąpienia niedoborów opadów w całym sezonie wegetacyjnym (rok 2004) lub w przypadku niedoboru opadu w kwietniu i maju (rok 2005).



Rys. 2. Diagramy Gaussena-Waltera uwzględniające opady optymalne wg Klatta (A), opady podzielone wg Rudnickiego (B) i potrzeby wodne wg Dziezyca (C)

Fig. 2. Gausson-Walter's diagrams taking into account optimum rainfall according to Klatt (A), divided rainfall according to Rudnicki (B) and water needs according to Dziezyca (C)

W roku 2003 opad kwietniowy wynosił 44, a majowy 172 mm, co prawdopodobnie pozwoliło formie nagoziarnistej na osiągnięcie plonu 6 t·ha⁻¹. W badaniach Klimy i Pisulewskiej [2004] nagoziarnista odmiana Akt nie reagowała zmianą plonu i obsady wiech w porównaniu do owsa tradycyjnego, na ilość opadów w okresie siewu, ale eksperyment był prowadzony w górach przy wyższych opadach i wyraźnie niższych temperaturach. Zawartość plewki, zarówno u odmiany Chwat jak i Jawor, należy uznać za bardzo niską w konfrontacji z danymi prezentowanymi przez Kołodzieja i Kuligę [2007], w których zawartość ta wahała się w przedziale od 25 do 43%.

WNIOSKI

1. Najniższe plony owsa zebrano w sezonie wegetacyjnym 2004, cechującym się stałym niedoborem opadów, poza ostatnią dekadą lipca. Spośród pozostałych lat wyższe plony uzyskano w sezonie wegetacyjnym w większym stopniu zaspokajającym potrzeby opadowe owsa w kwietniu i maju (rok 2003). Niedobór opadów kwietnia i maja powodował większy spadek plonu form nagoziarnistych.
2. Wyższe plonowanie form tradycyjnych wynikało z większej masy tysiąca ziaren, bowiem pozostałe komponenty były statystycznie niezróżnicowane.
3. W obrębie form nagoziarnistych wyżej plonował ród CHD 3317, a wśród form tradycyjnych odmiana Chwat. Komponentem wykazującym statystyczne zróżnicowanie była liczba ziaren w wieszce, ale tylko w obrębie form nagoziarnistych.
4. Diagramy klimatyczne Gaussena-Waltera były pomocne przy analizie wpływu warunków pluwiotermicznych na plonowanie roślin, szczególnie jeśli zestawiono na nich średnią temperaturę powietrza z obniżoną krzywą potrzeb opadowych wg Dzieżycy przy zachowaniu skali 1:2.

PIŚMIENNICTWO

- Dragańska E., Kuchar L., Szejkowski Z. 2004. Zastosowanie testu *Cros Validation* do weryfikacji modeli regresyjnych pogoda-plon na przykładzie pszenicy ozimej uprawianej w północno-wschodniej Polsce. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 3(1): 29–36.
- Dzieżyc J. 1989. Potrzeby wodne roślin uprawnych. PWN Warszawa: ss. 418.
- Dzieżyc J., Nowak L., Panek K. 1987. Dekadowe wskaźniki potrzeb opadowych roślin uprawnych w Polsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 314: 11–33.
- Houghton J.,T., Ding Y., Griggs D.J., Noguer M., van der Linden P.J., Dai X., Maskell K., Johnson C.A. 2001. *Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Cambridge, Univ. Press: ss. 892.
- Klima K., Pisulewska E. 2004. Reakcja owsa oplewionego i nieoplewionego na warunki opadowo-termiczne w terenach górskich. *Acta Agroph.* 3(2): 271–280.
- Kołodziej J. 2003. Wpływ opadów atmosferycznych na kształtowanie się wybranych cech ziarna owsa uprawianego w warunkach górskich. *Biul. IHAR* 229:175–183.
- Kołodziej J., Kulig B. 2007. Wpływ terminu i długości występowania faz rozwojowych na kształtowanie się plonu ziarna i wybranych cech owsa. *Acta Agroph.* 9(2): 389–398.
- Kozuchowski K., Żmudzka E. 2001. Ocieplenie w Polsce. Skala i rozkład sezonowy zmian temperatury powietrza w drugiej połowie XX wieku. *Przeł. Geofiz.* 46(1–2): 81–90.
- Łukaszewicz Sz. 2006. Propozycja modyfikacji metody wykreślenia okresu wilgotnego, „humidowego” w „diagramie klimatycznym Gaussena-Waltera”. *Bad. Fizjogr. Pol. Zach., Ser. A, Geogr. Fiz.* 57: 95–99.
- Michalski T., Idziak R., Menzel L. 1999. Wpływ warunków pogodowych na plonowanie owsa. *Supl. Kwartalnika „Żywność, Nauka, Technologia, Jakość”, Oddział Małopol. PTTŻ* 1(18): 46–52.
- Rudnicki F. 1995. Porównanie reakcji jęczmienia jarego i owsa na warunki opadowo-termiczne. *Fragm. Agron.* 12(3): 21–32.

- Walter H. 1976. Strefy roślinności a klimat. PWRiL Warszawa.
- Zawora T., Ziernicka-Wojtaszek A. 2005. Wpływ pogody i klimatu na działalność agrotechniczną i plonowanie roślin uprawnych na obszarze Polski. *Probl. Ecol.* 9(5): 269–271.
- Ziernicka A. 2004. Globalne ocieplenie a efektywność opadów atmosferycznych. *Acta Agroph.* 3(2): 393–397.
- Żmudzka E. 2002. O zmienności opadów atmosferycznych na obszarze Polski nizinnej w drugiej połowie XX wieku. *Wiad. IMGW* 25(4): 23–38.

R. WITKOWICZ, A. LEPIARCZYK, E. PISULEWSKA

EVALUATION OF GRAIN YIELD OF DIFFERENT OAT FORMS

Summary

In the present study the effect of rainfall and temperature on grain yield and its components as well on protein content and its yield of different forms of oat was evaluated. In addition, contribution of husks in covered forms of oat was determined. Weather conditions were analyzed taking into account the difference between actual rainfall and the rainfall requirement, the Sielianinow coefficients and the Gausson-Walter diagrams.

When compared with traditional oat, the yields of naked forms, observed in 2004 and 2005, depended to a larger extent on deficit of precipitations and were more decreased by rainfall deficit, particularly in April and May. In 2003, the amount of rainfall observed in these month met the rainfall requirement, with high excess of rainfall in May. In 2003, small differences in grain yield of studied forms of oat resulted from higher number of seeds in panicles of naked forms (notably cv. Akt) amounting to that found in traditional cv. Chwat. High protein content in oat grain and thus high protein yields could be achieved in 2005 as resulting from the smallest water deficits over the whole vegetation season.