

WPLÝW TERMINU I DŁUGOŚCI WYSTĘPOWANIA FAZ
ROZWOJOWYCH NA KSZTAŁTOWANIE SIĘ PŁONU ZIARNA
I WYBRANYCH CECH OWSA

Jan Kołodziej¹, Bogdan Kulig²

¹Katedra Meteorologii i Klimatologii Rolniczej, Akademia Rolnicza
Al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków

²Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin, Akademia Rolnicza
Al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków
e-mail: rmkolodz@cyf-kr.edu.pl

Streszczenie. W pracy wykorzystano wyniki badań nad owsem oplewionym odmiany Jawor przeprowadzone w latach 1992-2003 w trzech stacjach oceny odmian: Ruska Wieś, Seroczyn i Lubliniec Nowy. Doświadczenia były zakładane na glebach kompleksów żytnich. W czasie wegetacji owsa notowano termin wystąpienia faz rozwojowych. Po zbiorze oznaczono plon ziarna i jego cechy użytkowe tj. masę 1000 ziaren, zawartość plewki i pośladu. W oparciu o dzienne pomiary średniej temperatury powietrza oraz sumy opadów obliczono średnią temperaturę powietrza, sumę opadów oraz liczbę dni z opadem przypadającą na daną fazę rozwojową. Do określenia zależności pomiędzy badanymi zmiennymi wykorzystano analizę korelacji prostej oraz regresję segmentową. Długość faz rozwojowych była w większym stopniu skorelowana ze średnią temperaturą powietrza dla danej fazy niż termin wystąpienia danej fazy. Stwierdzono niskie wartości współczynników korelacji prostej pomiędzy długością faz rozwojowych i terminem ich wystąpienia a plonem ziarna owsa i jego cechami użytkowymi (masa 1000 ziaren, zawartość plewki i pośladu). Analiza regresji segmentowej (kawałkami liniowej) pozwala zwiększyć dokładność oszacowania zmiennych zależnych. W przypadku plonu ziarna owsa ważnymi zmiennymi niezależnymi były: długość faz, strzelanie w źdźbło, wyrzucanie wiech, dojrzałość woskowa i dojrzałość pełna oraz długość całego okresu wegetacji. Łączna długość okresu siew-zbiór może skutecznie informować o zawartości plewki i pośladu, natomiast długość fazy krzewienia oraz termin wyrzucania wiech o masie 1000 ziaren.

Słowa kluczowe: owies, plon ziarna, cechy użytkowe, fazy rozwojowe

WSTĘP

Przebieg warunków pogodowych ma wpływ na termin rozpoczęcia wiosennych prac polowych oraz termin występowania i długość faz rozwojowych roślin uprawnych. Dolnicki i Dołomisiewicz (1992) wykazali, że na każde 100 m wyso-

kości nad poziom morza opóźnienie siewu wynosiło 10 dni, wyrzucania wiech o 7 dni, dojrzałości o 5 dni, a obniżenie plonu o $0,25 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$. Wymagania opadowo-termiczne zostały stosunkowo dobrze skwantyfikowane i opisane w licznych badaniach zarówno w ujęciu dekadowym, jak i fazowym (Dzieżyc i in. 1987, Panek 1992, Rudnicki 1995, Michalski i in. 1999, Kołodziej 2003, Pisulewska i Klima 2004, Kołodziej i Kulig 2005). W przypadku owsa uważa się, że roślina ta ma małe wymagania cieplne, natomiast duże wymagania wodne. Michalski i in. (1999) oraz Rudnicki (1995) stwierdzili korzystny wpływ chłodnego maja na wielkość plonu owsa. Autorzy ci wiążą to z intensywnością krzewienia i zawiązywania wiech. Warunki pogodowe oprócz wpływu bezpośredniego (grad, susza) wpływają na wielkość plonu ziarna i jego cechy użytkowe między innymi poprzez modyfikację terminu i długości występowania faz rozwojowych.

Celem badań było zastosowanie modelu regresji segmentowej dla oszacowania zależności pomiędzy terminem występowania i długością czasu trwania poszczególnych faz rozwojowych a wielkością plonu ziarna owsa i jego cechach użytkowych – masy 1000 ziaren, zawartości plewki i pośladu w ziarnie owsa.

MATERIAŁ I METODY

Badania oparto na wynikach doświadczeń polowych z owsem odmiany Jawor prowadzonych w latach 1992-2003 w 3 stacjach doświadczalnych COBORU (Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych): Ruska Wieś, Seroczyn i Lubliniec Nowy. Doświadczenia były zakładane na glebach kompleksów żyt-nich. Eksperyment polowy prowadzono według metodyki badania wartości gospodarczej odmian (Metodyka..., 1988). W czasie wegetacji owsa notowano termin wystąpienia faz rozwojowych. Fazy rozwojowe przedstawiono w dziesiętnej skali BBCH (Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt and Chemical industry). Po zbiorze oznaczono plon ziarna z poletka i jego cechy użytkowe tj. masę 1000 ziaren, zawartość plewki i pośladu. Na podstawie dziennych pomiarów średniej temperatury powietrza oraz sumy opadów wykonywanych w tychże stacjach obliczono średnią temperaturę powietrza, sumę opadów oraz liczbę dni z opadem przypadającą na daną fazę rozwojową. Ogółem w opracowaniu wykorzystano średnie wyniki z 34 jednorocznych doświadczeń polowych.

Do określenia związku pomiędzy badanymi zmiennymi wykorzystano analizę korelacji prostej. Z uwagi na stosunkowo niskie wartości współczynników korelacji liniowej pomiędzy terminem występowania faz rozwojowych i długością czasu ich trwania a plonem ziarna i jego cechami użytkowymi wykorzystano zamiast regresji liniowej tzw. regresję segmentową (kawałkami liniową). Ogólny model regresji segmentowej przedstawia poniższe równanie:

$$Y = (b_{01} + b_{11} * x_1 + \dots + b_{m1} * x_m) * (y \leq b_0) + (b_{02} + b_{12} * x_1 + \dots + b_{m2} * x_m) * (y > b_0)$$

Y – wartość estymowana,

y – wartość rzeczywista,

b₀ – wartość punktu przełamania,

b₀₁, b₀₂ – stała regresji,

b₁₁... b_{ij} – współczynniki cząstkowe regresji.

x₁ ... x_m – zmienne niezależne

Program szacuje dwa oddzielne równania regresji liniowej: jedno dla tych wartości y, które są mniejsze lub równe punktowi przełamania (b₀), a drugie dla wartości większych. Przydatność modeli określano na podstawie wielkości współczynnika determinacji (R²) oraz funkcji straty sumy najmniejszych kwadratów. Obliczenia wykonano przy pomocy pakietu Statistica 6.0.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wielkość i zmienność plonu ziarna owsa i jego cech użytkowych jak również charakterystykę czynników pogodowych (średnia temperatura powietrza, suma opadów, liczba dni z opadem) w poszczególnych fazach rozwojowych przedstawiono w pracy Kołodzieja i Kuliga (2005). Średnie plony owsa z 12 lat i trzech miejscowości zawierały się w przedziale 37,1-84,6 dt·ha⁻¹ przy współczynniku zmienności (CV) wynoszącym 17,7%. Udział plewki, pośladu oraz masa 1000 ziarn owsa wahały się w granicach, odpowiednio: 25-43% (CV = 14,4%), 0,2-3,3% (CV = 79,6%) oraz 24,6-40,8 g (CV = 15%).

W tabeli 1 przedstawiono terminy występowania i czas trwania faz rozwojowych owsa oraz współczynniki korelacji prostej z wybranymi parametrami pogodowymi. W omawianym 12-leciu termin siewu owsa przypadał na 12 kwietnia z odchyleniem standardowym wynoszącym 8,5 dnia. Długość okresu wegetacji owsa wynosiła średnio 124,5 dni a współczynnik zmienności dla całego okresu wegetacji 6%. Spośród analizowanych faz rozwojowych największą zmiennością charakteryzowała się faza dojrzałości woskowej, która trwała przeciętnie 18,1 dnia, a współczynnik zmienności kształtował się na poziomie 35,9%. Długość tej fazy była w wyraźnym stopniu dodatnio skorelowana z sumą opadów (0,67**) oraz z liczbą dni z opadem (0,78**) (Kołodziej i Kulig 2005). Okres rozwoju roślin wyznaczony fazami 51 i 87 był najdłuższy (40,7 dni) i wysoce skorelowany z liczbą dni z opadem. Wysokie współczynniki korelacji prostej stwierdzono także pomiędzy średnią temperaturą powietrza dla okresu 00-09 (siew-wschody) i 31-51 (pierwsze kolanko-początek kłoszenia), odpowiednio: 0,71** i 0,73**. Termin występowania poszczególnych faz rozwojowych był w mniejszym stopniu skorelowany ze średnią temperaturą powietrza, sumą opadów i liczbą dni z opadem w okresie bezpośrednio poprzedzającym wystąpienie danej fazy niż długość trwania danej fazy (tab. 1).

Tabela 1. Terminy wystąpienia i długość czasu trwania faz rozwojowych owsa oraz wartości współczynników korelacji prostej z parametrami pogodowymi

Table 1. Mean terms of occurrence of development stages and their length as well as the values of simple correlation coefficients with weather factors

Fazy rozwojowe Development stages (BBCH)	Średnia Mean	SD	CV (%)	Współczynniki korelacji prostej Simple correlation coefficients		
				A	B	C
Termin wystąpienia fazy (dni juliańskie) Term of occurrence of development stages (Julian days)						
Siew – Sowing (00 – z ₁)	102	8,5	8,31	–	–	–
Wschody – Emergence (09 – z ₂)	117	8,3	7,06	0,40*	–0,22	–0,15
Krzewienie – Tillering (21– z ₃)	132	6,4	4,89	0,10	0,18	0,24
Strzelanie w źdźbło – Shooting (31 – z ₄)	145	6,0	4,15	–0,08	0,44**	0,62**
Wyrzucanie wiech – Earing (51 – z ₅)	167	7,3	4,37	–0,11	0,39*	0,50**
Dojrzałość woskowa – Wax maturity (87 – z ₆)	206	11,4	5,55	0,10	0,07	0,13
Dojrzałość pełna – Full maturity (92 – z ₇)	225	7,7	3,44	–0,50**	0,10	0,24
Długość fazy (dni) – Length of development stages (days)						
00-09 (x ₁)	14,3	3,6	25,2	–0,71**	0,51**	0,63**
09-21 (x ₂)	15,4	3,7	24,0	–0,41*	0,50**	0,56**
21-31 (x ₃)	13,5	4,1	30,4	–0,50**	0,41*	0,57**
31-51 (x ₄)	21,6	4,5	20,8	–0,73**	0,37*	0,75**
51-87 (x ₅)	40,7	5,7	14,0	–0,54**	0,46**	0,67**
87-92 (x ₆)	18,1	6,5	35,9	–0,44**	0,67**	0,78**
10-51 (x ₇)	50,5	5,4	10,7	–0,40*	0,43*	0,79**
51-92 (x ₈)	58,7	8,1	13,8	–0,74**	0,41*	0,63**
00-92 (x ₉)	124,5	7,5	6,0	–0,59**	0,41*	0,54**

N = 34, * istotne przy – significant at $\alpha = 0,05$; ** istotne przy – significant at $\alpha = 0,01$,

SD – odchylenie standardowe – standard deviation,

CV – współczynnik zmienności – coefficient of variation,

A – średnia temperatura powietrza – mean air temperature, B – suma opadów – precipitation sum,

C – liczba dni z opadem >0,1 mm – number of days with precipitation >0.1 mm.

Nie stwierdzono statystycznej istotności wartości współczynników korelacji prostej pomiędzy terminem wystąpienia faz rozwojowych a plonem ziarna owsa, natomiast masa 1000 ziaren była istotnie skorelowana z terminem występowania

faz: strzelania w źdźbło, wiechowania i dojrzałości woskowej (0,43*, 0,45** i 0,45**), a zawartość plewki i poślądu w ziarnie z terminem wystąpienia fazy dojrzałości woskowej, odpowiednio: 0,50** i 0,35* (tab. 2).

Tabela 2. Współczynniki korelacji prostej pomiędzy terminem wystąpienia faz rozwojowych a plonem ziarna owsa i wybranymi jego cechami użytkowymi

Table 2. Simple correlation coefficients between terms of occurrence of development stages and oats grain yield and its selected commercial characteristics

Wyszczególnienie Item	Termin wystąpienia fazy rozwojowej Dates of occurrence of development stage						
	Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Z ₅	Z ₆	Z ₇
Plon ziarna Grain yield	-0,05	-0,07	-0,06	-0,05	-0,24	-0,02	0,28
Udział plewki Percentage of hull	0,31	0,19	0,33	0,27	0,50**	0,24	0,00
MTZ Mass of 1000 grains	-0,16	-0,08	-0,43*	-0,45**	-0,45**	-0,14	-0,01
Udział poślądu Percentage of offal	0,23	0,14	0,33	0,21	0,35*	0,10	-0,07

Oznaczenia jak w tabeli 1 – explanations as in Table 1.

W tabeli 3 przedstawiono wartości współczynników korelacji pomiędzy długością poszczególnych faz rozwojowych ($x_1..x_6$), długością okresu 09-51(x_7), 51-92(x_8) oraz całego okresu wegetacji (x_9) a plonem ziarna owsa i jego cechami użytkowymi. Długość poszczególnych faz rozwojowych wykazywała stosunkowo niski stopień korelacji z plonem ziarna owsa. Plon ziarna był istotnie skorelowany z długością całego okresu wegetacji (0,38*). Skowera i Kołodziej (2003) nie stwierdzili statystycznie istotnej zależności pomiędzy wielkością plonu ziarna owsa a długością trwania faz rozwojowych. Masa 1000 ziaren była ujemnie skorelowana z długością czasu trwania krzewienia roślin (-0,42*) i łącznego czasu trwania okresu 09-51 (wschody-wiechowanie) (-0,38*). Zawartość plewki była istotnie skorelowana z długością fazy strzelania w źdźbło (0,43**) oraz ujemnie z długością okresu wiechowanie-dojrzałość pełna i całego okresu wegetacji, odpowiednio -0,38* i -0,45**. Zawartość poślądu była istotnie ujemnie skorelowana z długością okresu siew-zbiór (-0,41*).

Mimo istotności współczynników korelacji prostej pomiędzy niektórymi zmiennymi niezależnymi (długość i termin wystąpienia fazy) a plonem ziarna owsa i jego cechami użytkowymi (zmiennie zależne) ich stosunkowo niska wartość świadczyć może o małej przydatności modelu liniowego do wyjaśnienia zmienności zmiennych zależnych. Autorzy wykorzystali model regresji kawałkami liniowej

(regresja segmentowa), który może uwzględniać nie zawsze prostoliniowy charakter zależności występujących w przyrodzie. W oparciu o obliczone wcześniej współczynniki korelacji prostej i wiedzę na temat wpływu poszczególnych okresów wegetacji roślin na kształtowanie się tychże cech wybierano do modelu regresyjnego zmienne zależne podobnie jak to się czyni przy regresji krokowej.

Tabela 3. Współczynniki korelacji prostej pomiędzy długością faz rozwojowych a plonem ziarna owsa i wybranymi jego cechami użytkowymi

Table 3. Simple correlation coefficients between lengths of development stages and oats grain yield and its selected commercial characteristics

Wyszczególnienie Item	Długość faz rozwojowych – Lengths of development stages								
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9
Plon ziarna Grain yield	-0,02	0,03	0,02	-0,29	0,25	0,11	-0,21	0,27	0,38*
Udział plewki Percentage of hull	-0,14	0,01	-0,13	0,43*	-0,20	-0,29	0,27	-0,38*	-0,45**
MTZ Mass of 1000 grains	0,02	-0,42*	0,01	-0,12	0,17	0,16	-0,38*	0,25	0,22
Udział pośladu Percentage of offal	-0,14	0,17	-0,22	0,27	-0,15	-0,15	0,17	-0,23	-0,41*

Oznaczenia jak w tabeli 1 – explanations as in Table 1.

Równania 1-4 (tab. 4) obrazują kształtowanie się plonu ziarna owsa w zależności od długości faz rozwojowych (31-51) x_4 , (51-87) x_5 , (87-92) x_6 i całego okresu wegetacji (00-92) x_9 . Równanie pierwsze obejmuje wszystkie zmienne następnie eliminowane są kolejne zmienne począwszy od faz końcowych. Wielkość współczynnika determinacji malała z 0,70 przy pierwszym modelu do 0,60 przy modelu (4), uwzględniającym tylko zmienną x_4 tj. długość fazy strzelania w źdźbło, zaś strata sumy kwadratów zwiększa się z 1677 do 2222. Równania 5-7 opisują plon ziarna w oparciu o długość okresów 09-51, 51-92 i 00-92. Najbardziej rozbudowane równanie (5) charakteryzuje się podobną skutecznością przewidywania jak równanie (3) uwzględniające tylko 2 zmienne x_4 i x_5 . Na rysunku 1A zobrazowano zależność pomiędzy obserwowanymi wartościami plonu ziarna a przewidywanymi za pomocą równań (1) i (5).

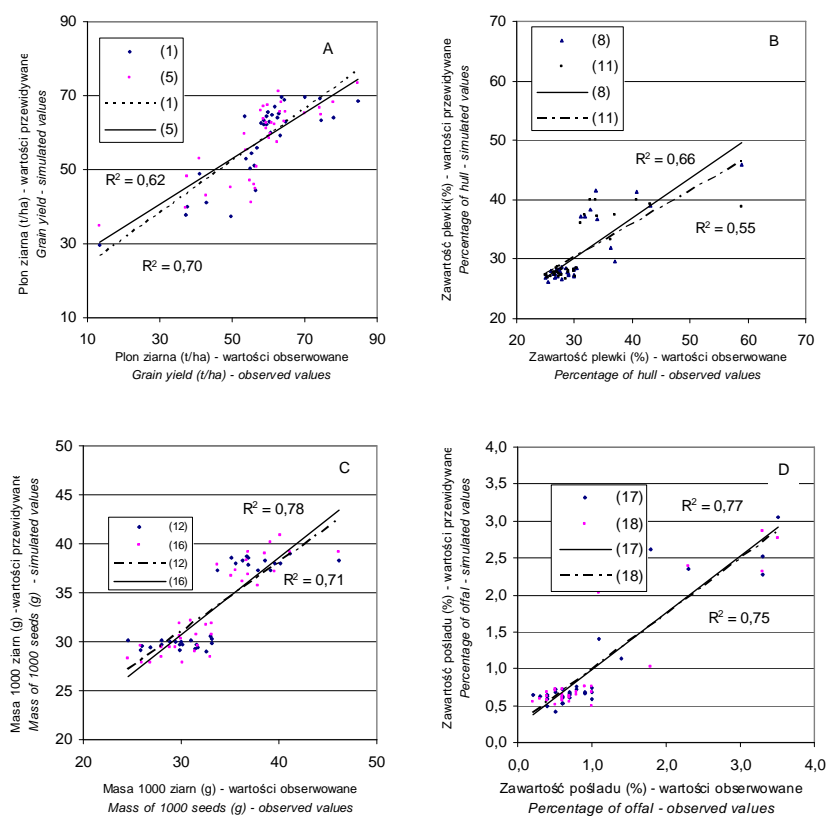
Oszacowanie zawartości plewki w oparciu o długość okresów 09-51, 51-92 i 00-92 (równanie 8 – tab. 4) wyjaśniało 66% zmienności tej cechy, a stopniowa eliminacja zmiennych niezależnych i pozostawienie tylko zmiennej x_9 tylko w małym stopniu zmniejszyło skuteczność oszacowania zawartości plewki w ziarnie owsa ($R^2 = 0,63$). Funkcja straty sumy najmniejszych kwadratów zwiększyła się z 478

do 531. Równanie regresji w którym jedyną zmienną zależną był termin początku wyrzucania wiech (z_5) wyjaśniało 55% zmienności tej cechy (rys. 1B).

Tabela 4. Równania regresji segmentowej dla plonu ziarna owsa i jego cech użytkowych
Table 4. Equations of segmental regression for oats grain yield and its commercial characteristics

L.p. No	Równania regresji kawałkami liniowej Equations of segmental regression	R ²
Plon ziarna – Grain yield		
1	$Y = (-3,039 - 2,131x_4 + 0,254x_5 - 0,639x_6 + 0,816x_9) * (Y \leq 57,871) + (34,966 + 0,203x_4 + 0,091x_5 - 0,476x_6 + 0,108x_9) * (Y > 57,871)$	0,70
2	$Y = (56,218 - 1,513x_4 + 0,539x_5 + 0,150x_6) * (Y \leq 57,871) + (46,118 + 0,170x_4 + 0,135x_5 + 0,551x_6) * (Y > 57,871)$	0,65
3	$Y = (64,100 - 1,652x_4 + 0,492x_5) * (Y \leq 57,871) + (62,509 + 0,012x_4 + 0,048x_5) * (Y > 57,871)$	0,62
4	$Y = (89,208 - 1,897x_4) * (Y \leq 57,871) + (64,519 + 0,011x_4) * (Y > 57,871)$	0,60
5	$Y = (27,674 - 0,632x_7 + 0,232x_8 + 0,300x_9) * (Y \leq 57,871) + (58,843 - 0,908x_7 - 0,408x_8 + 0,605x_9) * (Y > 57,871)$	0,62
6	$Y = (36,433 - 0,872x_7 + 0,438x_8) * (Y \leq 57,871) + (54,466 - 0,574x_7 + 0,314x_8) * (Y > 57,871)$	0,61
7	$Y = (93,696 - 0,946x_7) * (Y \leq 57,871) + (94,153 - 0,576x_7) * (Y > 57,871)$	0,57
Zawartość plewki (%) – Percentage of hull		
8	$Y = (39,006 - 0,009x_7 + 0,020x_8 - 0,096x_9) * (Y \leq 30,708) + (97,443 + 0,640x_7 + 0,115x_8 - 0,829x_9) * (Y > 30,708)$	0,66
9	$Y = (38,733 + 0,027x_8 - 0,100x_9) * (Y \leq 30,708) + (120,806 - 0,180x_8 - 0,606x_9) * (Y > 30,708)$	0,64
10	$Y = 38,208 - 0,083x_9 * (Y \leq 30,708) + 119,300 - 0,675x_9 * (Y > 30,708)$	0,63
11	$Y = (13,803 + 0,085z_5) * (Y \leq 30,708) + (-21,350 + 0,344z_5) * (Y > 30,708)$	0,55
Masa 1000 ziarn (g) – Mass of 1000 grains		
12	$Y = (31,753 - 0,119x_2) * (Y \leq 33,191) + 35,738 + 0,178x_2 * (Y > 33,191)$	0,71
14	$Y = 66,707 - 0,187z_3 + 0,072z_4 - 0,134z_5 * (Y \leq 33,191) + (1,629 + 0,075z_3 - 0,106z_4 + 0,258z_5) * (Y > 33,191)$	0,80
15	$Y = (72,241 - 0,057z_4 - 0,201z_5) * (Y \leq 33,191) + (3,641 - 0,101z_4 + 0,300z_5) * (Y > 33,191)$	0,79
16	$Y = (68,515 - 0,229z_5) * (Y \leq 33,191) + (0,483 + 0,232z_5) * (Y > 33,191)$	0,78
Zawartość pośladu – Percentage of offal		
17	$Y = (-1,082 + 0,010z_5) * (Y \leq 1,006) + (-13,244 + 0,091z_5) * (Y > 1,006)$	0,75
18	$Y = (1,984 - 0,011x_9) * (Y \leq 1,006) + (12,768 - 0,087x_9) * (Y > 1,006)$	0,77

x_1, x_9, z_1, z_7 – jak w tabeli 1 – as in Table 1.



Rys. 1. Zależność pomiędzy obserwowanymi i przewidywanymi* na podstawie wybranych równań wartościami plonu ziarna owsa i jego cech użytkowych (1,5,8,11,12,16,17,18 - równania z tabeli 4)

Fig 1. Relationship between observed and simulated*, on the basis of selected equations, values of oats grain yield and its commercial characteristics (1,5,8,11,12,16,17,18 – equations from table 4)

W przypadku masy 1000 ziaren lepsze efekty w prognozowaniu tej cechy uzyskano wykorzystując jako zmienne zależne nie długość lecz termin wystąpienia niektórych faz rozwojowych. Długość fazy krzewienia (w największym stopniu istotnie skorelowana z MTZ) użyta jako jedyna zmienna w modelu regresyjnym wyjaśniała 71% zmienności zmiennej zależnej, natomiast termin wyrzucania wiech wyjaśniał 78% zmienności przy znacznie mniejszej stracie sumy kwadratów (tabela 4 – równania 12 i 16, rys. 1C).

Zawartość pośladu z dużym powodzeniem była wyjaśniana przez termin wyrzucania wiech ($R^2 = 0,75$) bądź przez długość okresu siew-zbiór ($R^2 = 0,77$), co przedstawia równanie (17) i (18) w tabeli 4 oraz rys. 1D.

Uzyskane wyniki trudno skonfrontować z pracami innych autorów ze względu na odmienność metod statystycznych. Ze względu na charakter zależności w naukach przyrodniczych modele oparte na regresji kawałkami liniowej mogą być przydatnym narzędziem ich wyjaśnienia. I chociaż analiza korelacji prostej oraz metody regresji liniowej wykazują dużą skuteczność w przewidywaniu plonu ziarna owsa i jego cech użytkowych w oparciu o dane meteorologiczne (Skowera i Kołodziej 2003, Rudnicki 1995, Michalski i in. 1999), to jednak rolnicy bardzo często nie dysponują dokładnymi danymi pogodowymi dla swojego rejonu (brak stacji meteorologicznej), natomiast bardzo łatwo mogą obserwować występowanie i długość faz rozwojowych.

WNIOSKI

1. Długość faz rozwojowych jest w znacznym stopniu istotnie skorelowana ze średnią temperaturą powietrza.

2. Stosunkowo niskie wartości współczynników korelacji prostej pomiędzy terminem wystąpienia faz rozwojowych i ich długością a plonem ziarna owsa, masą 1000 ziaren, zawartością plewki i poślada nie dają podstaw do zbudowania modelu liniowego skutecznie wyjaśniających wpływ zmiennych niezależnych na kształtowanie się plonu i jego cech użytkowych.

3. Analiza regresji segmentowej (kawałkami liniowej) pozwala zwiększyć skuteczność estymacji zmiennych zależnych. W przypadku plonu ziarna owsa ważnymi zmiennymi zależnymi była szczególnie długość fazy strzelania w źdźbło, a także okresu wyrzucanie wiech-dojrzałość woskowa, długości czasu trwania dojrzałość woskowej oraz całego okresu wegetacji. Długość całego okresu wegetacji może skutecznie informować o zawartości plewki i poślada w ziarnie, natomiast długość fazy krzewienia lub termin wyrzucania wiech o masie 1000 ziaren.

PIŚMIENNICTWO

- Dolnicki A., Dołomisiewicz M., 1992. Charakterystyka materiałów hodowlanych owsa ze Stacji Hodowli Roślin Wielopole w warunkach górskich i podgórszych. *Acta Agr. et Silv. Ser. Agr.*, v. XXX, 21-27.
- Dzieżyc J., Nowak L., Panek K., 1987. Dekadowe wskaźniki potrzeb opadowych roślin uprawnych w Polsce. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 314, 11-23.
- Klima K., Pisulewska E., 2004. Reakcja owsa oplewionego i nieoplewionego na warunki opadowo-termiczne w terenach górskich. *Acta Agrophysica*, 105, 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., 2005. Wpływ warunków termiczno-opadowych na kształtowanie się plonu i wybranych cech owsa. *Biuletyn IHAR*, 235, 269-280.

- Metodyka badania wartości gospodarczej odmian (WGO) roślin uprawnych. 1988. Wydanie I, COBORU, Słupia Wielka.
- Michalski T., Idziak R., Menzel L., 1999. Wpływ warunków pogodowych na plonowanie owsa. *Żywność. Polskie Tow. Tech. Żywn.*, nr I (18), 46-53.
- Panek K., 1992. Działanie i współdziałanie ustonecznienia, temperatury ni opadów na plonowanie zbóż jarych w Polsce. *Zesz. Nauk AR we Wrocławiu, Rozpr.*, 109.
- Rudnicki F., 1995. Porównanie reakcji jęczmienia jarego i owsa na warunki opadowo-termiczne. *Fragm. Agronom.*, 3(47), 21-32.
- Skowera B., Kołodziej J., 2003. Wpływ czynników termiczno-opadowych na plonowanie owsa w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej. *Biuletyn IHAR*, 229, 185-192.

INFLUENCE OF DEVELOPMENT STAGES DATES AND LENGTHS ON GRAIN YIELD AND SELECTED CHARACTERISTICS OF OATS

Jan Kołodziej¹, Bogdan Kulig²

¹Department of Meteorology and Climatology of Agriculture, Agricultural University
Al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków
e-mail: rmkolodz@cyf-kr.edu.pl

²Department of Crop Production, Agricultural University
Al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków

Abstract. The work was based on results of research on husked oats, Jawor c.v., conducted in 1992-2003 at three stations of cultivar assessment located at Ruska Wieś, Seroczyn and Lulbiniec Nowy. The experiment was set up on three soils of rye complex. The date of development stages occurrence was registered during oats vegetation. Grain yield and its usable traits, i.e. 1000 grain weight, husk content and offal, were assessed after harvest. Average air temperature, rainfall total and number of days with rainfall per individual development stages were calculated basing on daily measurements of average air temperature and precipitation total. In order to determine the relationships between the investigated variables, simple correlation and segment regression were used. The length of development stages was correlated to a greater degree with average air temperature for individual development stage than with the date of individual stage occurrence. Low values of simple correlation coefficients between the length of development stages and the date of their occurrence and oat grain yield and its usable traits (1000 grain yield, contents of husk and offal) were found. Analysis of segment regression (linear segments) allowed to increase the efficiency of predicting independent variables. In the case of oat grain yield the dependent variables included: length of periods, shooting-panicle appearance, panicle appearance-wax maturity, wax maturity-full maturity and the length of total growing period. The length of sowing-harvest period may provide efficient information about husk and offal content, whereas the length of tillering-shooting period or date of panicle appearance may provide information about the 1000 grain weight.

Key words: oats, grain yield, commercial characteristics, development stages