

Wstęp

Krótki stres abiotyczny w krytycznej fazie kłoszenia zaburza mikrosporogenezę i obniża żywotność pyłku czego skutkiem jest redukcja liczby nasion w kłosie. Efekt ten, obserwowany u wielu gatunków zbóż, jest czynnikiem znacznie limitującym plonowanie. Dotyczy to zwłaszcza gatunków samopylnych i klejstogamicznych jak pszenica lub jęczmień (Kaur et al., 2010, Dolferus et al., 2011).

Cel:

Identyfikacja genów istotnych w tolerancji mikrosporogenezy na stres suszy.

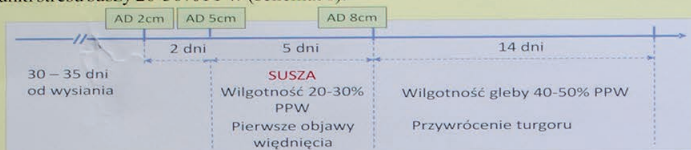
W pierwszym etapie badań korelowano przebieg mikrosporogenezy z rozwojem rośliny, ustalono warunki suszy, badano żywotność pyłku i liczbę zawiązanych ziaren w kolekcji genotypów pszenicy pochodzących z różnych regionów klimatycznych.

Materiały i Metody, Wyniki

Obserwacje pozwoliły skorelować fazy rozwoju rośliny z przebiegiem mikrosporogenezy. Stadia rozwoju mikrosporogenezy opisywano parametrem AD oznaczającym odległość między uszkiem liścia flagowego a uszkiem przedostatniego liścia wyrażaną w cm (Rys. 1A).

Ustalono, że kłosy z roślin AD 5cm zawierają kwiaty z pylnikami w stadium od tkanki sporogennej do fazy uwalniania młodych mikrospor. Pylniki kwiatów I-, II- i III- rzędowych (Rys.1C) w środkowej części kłosa (Rys. 1B) zawierają odpowiednio młode mikrospory (Rys.1G), tetrazy mikrospor (Rys.1H) lub tkankę sporogenną (Rys.1I). Na podstawie tych obserwacji do stresu suszy wybrano rośliny w stadium AD 5cm.

Ustalono również warunki wzrostu roślin: warunki normalne wilgotność gleby 60-70% PPW, warunki stresu suszy 20-30% PPW (schemat 1).



Schemat 1. Przebieg doświadczenia stresu suszy

Żywotność pyłku określano na podstawie barwionych acetokarminem ziaren pyłku. Uznano, że ziarna słabo wybarwione i pozbawione komórek plemnikowych były martwe. Ziarna żywe charakteryzowały się ciemno wybarwioną cytoplazmą i wyraźnie widocznymi komórkami plemnikowymi.

Ziarna pyłku liczone i wynik przedstawiano w postaci procentowego udziału ziaren żywych do wszystkich.

Żywotność pyłku w kontroli wynosiła 100% natomiast żywotność pyłku po stresie suszy wahała się od 0% do 100% i różnicowała odmiany bardziej i mniej wrażliwe (Rys.2).

Wypełnienie kłosa oceniano licząc ziarniaki w warunkach kontrolnych i po stresie suszy i odnosząc każdą z tych liczb do możliwej liczby ziarniaków, którą ustalano na podstawie liczby kwiatków w kłosie. Współczynnik wypełnienia kłosa obliczano wg następującego wzoru:

$$\text{WKs/WKk} = \frac{\text{LZs/MLZs}}{\text{LZk/MLZk}}$$

Schemat 2. Wzór do obliczania współczynnika wypełnienia kłosa po suszy (WKs/WKk). WKs - wypełnienie kłosa po suszy; WKk - wypełnienie kłosa w kontroli; LZs - liczba ziarniaków w kłosie rośliny po suszy; MLZs - możliwa liczba ziarniaków w kłosie rośliny po suszy; LZk - liczba ziarniaków w kłosie rośliny kontrolnej; MLZk - możliwa liczba ziarniaków w kłosie rośliny kontrolnej;

Testowane genotypy wykazywały duże zróżnicowanie wypełnienia kłosa zarówno w warunkach kontrolnych jak i po suszy.

Wartości współczynnika wypełnienia kłosa były zróżnicowane dla różnych odmian i wahały się od 0,37 (odm. Mina), do ponad 0,9 (odmiany: Bajka, CSDH 28, CSDH 53 Mironowska 808 i Kite, SQ1, Pinka, CSDH143, Ns-55-25, Rusalka) (Rys.3).

Przykładowe zdjęcia kłosów zebranych z roślin kontrolnych i poddanych stresowi suszy przedstawiono na rysunku 4.



Rysunek 4. Zdjęcia kłosów wybranych genotypów pszenicy zebranych z roślin uzyskanych w warunkach kontrolnych i poddanych stresowi suszy.



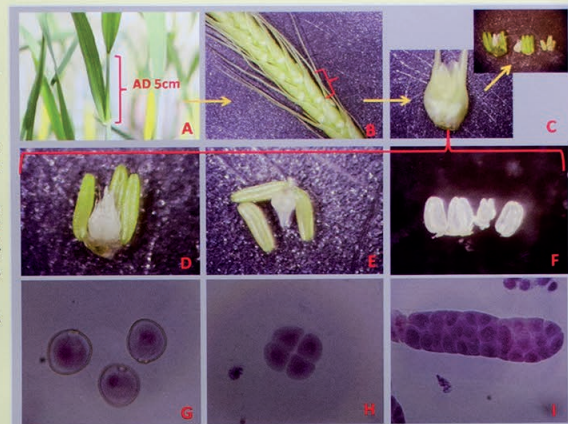
Rysunek 6. Zdjęcia kłosów w różnych stadiach rozwoju.

Rysunek 7. Zdjęcia roślin w różnych stadiach rozwoju.

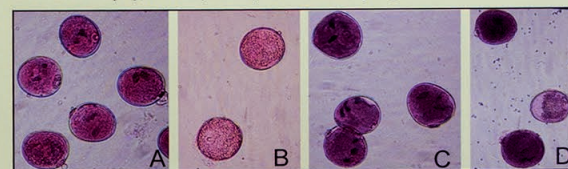
Podziękowania: Autorzy dziękują dr hab. Januszowi Kozdojowi za pomoc i sugestie dotyczące stadiów rozwoju wegetatywnego i generatywnego roślin pszenicy.

Badania finansowane przez MRIRW, Program badań na rzecz postępu biologicznego w produkcji roślinnej, Zadanie 8.

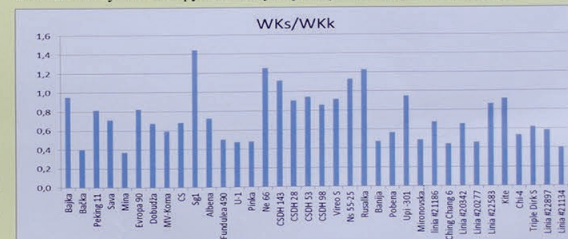
Dolferus (2011). "Control of abscisic acid catabolism and abscisic acid homeostasis is important for reproductive stage stress tolerance in cereals." *Plant Physiology* 156(2): 647-662
Kaur, V. and R. K. Behl (2010). "Grain Yield in Wheat as Affected by Short Periods of High Temperature, Drought and their Interaction during Pre- and Post-anthesis Stages." *Cereal Research Communications* 38(4): 514-520.



Rysunek 1. Zdjęcia kłosa w fazie mejozy i tworzenia młodych mikrospor tj. fazy, w której rośliny były poddawane stresowi suszy. A-Pęd główny w fazie AD 5cm; B-Kłosek pedu głównego; C-Kłosek pobrany z centralnej części kłosa; D-Pylniki kwiatu I rzędu; E-Pylniki kwiatu II rzędu; F-Pylniki kwiatu III rzędu; G-Młode mikrospory; H-Tetrazy mikrospor; I- Tkanka sporogenna.



Rysunek 2. Zdjęcia ziaren pyłku barwionych acetokarminem. A - Żywe ziarna pyłku rośliny wrażliwej na suszę (warunki kontrolne); B - Martwe ziarna pyłku rośliny wrażliwej na suszę (po stresie suszy); C - Żywe ziarna pyłku rośliny odpornej na suszę (warunki kontrolne); D - Martwe i żywe ziarna pyłku rośliny odpornej na suszę (po stresie suszy).



Rysunek 3. Współczynnik wypełnienia kłosa WKs/WKk wybranych genotypów. Porównując żywotność pyłku i współczynnik wypełnienia kłosa w różnych odmianach zaobserwowano dużą korelację obydwu parametrów.

Tabela 1. Odmiany uporządkowane od najniższych do najwyższych wartości współczynnika wypełnienia kłosa (WKs/WKk) i żywotności pyłku roślin poddanych stresowi suszy.



Rysunek 5. Zdjęcia roślin w szklarni.

WKs/WKk	Odmiana	Odmiana	Żywotność pyłku [%]
0,4	Mina	Ching Chang 6	0
0,4	Linia #21134	Linia #20277	0
0,4	Bajka	Triple Dik S	0
0,4	Ching Chang 6	Linia #21134	0
0,5	Linia #20277	Bajka	20
0,5	Banija	Mina	20
0,5	Fundulec 490	Fundulec 490	20
0,5	Pinka	Banija	20
0,5	Mironowska 808	Linia #20342	20
0,5	Fundulec 490	Dobrańa	25
0,5	CSDH 28	CSDH 28	40
0,6	Pobena	Chi-4	40
0,6	Linia #22897	Pinka	50
0,6	MV-Koma	Ns-66	50
0,6	Triple Dik S	Upi-301	50
0,7	Linia #20342	Mironowska 808	50
0,7	Linia #21186	Linia #22897	50
0,7	Dobrańa	Ns-35-25	60
0,7	CS	Rusalka	60
0,7	Sava	Linia #21186	60
0,7	Albena	Kite	60
0,8	Peking 11	Pobena	75
0,8	Europa 90	Bajka	80
0,9	CSDH 98	Europa 90	80
0,9	Linia #22583	MV-Koma	80
0,9	CSDH 28	CSDH 98	83
0,9	Vireo S	Peking 11	100
0,9	Kite	Sava	100
0,9	CSDH 53	CS	100
0,9	Upi-301	SQ1	100
1,0	Bajka	Albena	100
1,1	CSDH 143	U-1	100
1,1	Ns-55-25	CSDH 143	100
1,2	Rusalka	CSDH 53	100
1,3	Ns-66	Vireo S	100
1,4	SQ1	Linia #22583	100