

Piotr Kamiński. 2021. Otrzymywanie materiałów hodowlanych kapusty głowiastej białej o podwyższonym poziomie odporności na stres suszy w warunkach polowych, z cechą cytoplazmatycznej męskiej sterility oraz wyższą tolerancją na bakteryjne gnicie w roku 2021.



Zakład Hodowli Roślin Ogrodniczych
Pracownia Genetyki i Hodowli Roślin
Warzywnych

Otrzymywanie materiałów hodowlanych kapusty głowiastej białej o podwyższonym poziomie odporności na stres suszy w warunkach polowych, z cechą cytoplazmatycznej męskiej sterility oraz wyższą tolerancją na bakteryjne gnicie w roku 2021

Autor:
dr Piotr Kamiński

Opracowanie przygotowane w ramach
Zadania 3.3. realizowanego w ramach dotacji celowej MRiRW w roku 2021
Obszar 3. Hodowla i nasiennictwo roślin uprawnych



Skierniewice 2021

Spis treści:

1. Wstęp
2. Cel zadania
3. Ocena genotypów kapusty głowiastej białej w warunkach polowych pod względem odporności na stres suszy oraz bakteryjne gnicie, przeprowadzenie charakterystyki cech morfologiczno-użytkowych związanych z odpornością oraz selekcja.
4. Rozpoczęcie wprowadzania cechy cytoplazmatycznej męskiej sterylności do męskopłodnych linii wsobnych kapusty głowiastej białej o wysokiej jakości przy wykorzystaniu klasycznych metod hodowli.
5. Optymalizacja otrzymywania nasion linii wsobnych i mieszańców F_1 z cechą cms przy wykorzystaniu owadów zapylających oraz różnych proporcji komponentów rodzicielskich w izolatorach polowych.
6. Podsumowanie

1. Wstęp:

W ramach Zadania Celowego 3.3. prowadzona jest hodowla linii hodowlanych oraz ocena mieszańców heterozyjnych dla ważnego gospodarczo gatunku warzyw jakim jest kapusta głowiasta biała. Badania są prowadzone w oparciu o linie hodowlane oraz materiały wyjściowe, które charakteryzują się dobrą jakością, wysokim plonowaniem, odpornością na najważniejsze choroby i stesy abiotyczne a także wysoką wartością odżywczą i prozdrowotną oraz dobrą przydatnością do przetwórstwa. Tworzona jest równocześnie nowa zmienność rekombinacyjna poprzez krzyżowania linii hodowlanych o różnym pochodzeniu i wartościowych cechach użytkowych. Cecha cytoplazmatycznej męskiej sterylności wprowadzana jest równolegle do wybranych, homozygotycznych linii wsobnych. Rezultaty prowadzonych badań w postaci homozygotycznych linii wsobnych jak również mieszańców F_1 , które będą charakteryzowały się wysoką wartością użytkową oraz odpornością na najważniejsze stesy biotyczne i abiotyczne zostaną wykorzystane w programach hodowlanych Instytutu Ogrodnictwa. Otrzymanie nowej zmienności genetycznej kapusty głowiastej białej zwiększy potencjał hodowlany, stworzy możliwości upraw na skalę przemysłową jak również dostosowanych do warunków regionalnych oraz poszerzy dostępność tych gatunków dla upraw integrowanych i ekologicznych.

Badania obejmują ocenę, selekcję i rozmnożenie kolejnych pokoleń generatywnych linii hodowlanych i eksperymentalnych mieszańców F_1 . Badane są cechy związane z plennością, korzystnymi cechami anatomiczno-morfologicznymi oraz cechami związanymi z dobrą jakością plonu w tym poziomem odporności na najważniejsze choroby takie jak czerń krzyżowych i choroby bakteryjne oraz czynniki abiotyczne takie jak stres suszy. Badania prowadzone są na polu doświadczalnym oraz w warunkach szklarniowych i komorach wzrostu w Instytucie Ogrodnictwa – Państwowym Instytucie Badawczym.

2. Cel zadania:

Celem zadania była ocena genotypów kapusty głowiastej białej w warunkach polowych pod względem odporności na stres suszy oraz bakteryjne gnicie, przeprowadzenie charakterystyki cech morfologiczno-użytkowych związanych z odpornością oraz selekcja, rozpoczęcie wprowadzania cechy cytoplazmatycznej męskiej sterylności do męskopłodnych linii wsobnych kapusty głowiastej białej o wysokiej jakości przy wykorzystaniu klasycznych metod hodowli, optymalizacja otrzymywania nasion linii wsobnych i mieszańców F_1 z cechą cms przy wykorzystaniu owadów zapylających oraz różnych proporcji komponentów rodzicielskich w izolatorach polowych.

3. Ocena genotypów kapusty głowiastej białej w warunkach polowych pod względem odporności na stres suszy oraz bakteryjne gnicie, przeprowadzenie charakterystyki cech morfologiczno-użytkowych związanych z odpornością oraz selekcja:

Przeprowadzono ocenę 20 zróżnicowanych pod względem pochodzenia i poziomu homozygotyczności linii hodowlanych kapusty głowiastej białej uzyskanych w Pracowni Genetyki i Hodowli Roślin Warzywnych. Doświadczenie przeprowadzono w okresie od pierwszego tygodnia maja do 30 października na polu doświadczalnym Instytutu Ogrodnictwa – PIB pod względem 12 najważniejszych cech użytkowych mających wpływ na jakość główek oraz poziom ich odporności na stropy abiotyczne. Nasiona linii wsobnych wysiano w dwóch terminach, dla kapusty wczesnej w pierwszym tygodniu kwietnia, dla kapusty późnej w pierwszym tygodniu maja, rozsądę rozmnożono w wielodoniczkach w szklarni. Doświadczenie założono w 3 powtórzeniach, po 20 roślin każde, w układzie bloków losowanych. Nawożenie i inne zabiegi agrotechniczne były wykonywane zgodnie z bieżącymi potrzebami i wymaganiami dla kapusty głowiastej białej. Dla uzyskania prowokacyjnych warunków umożliwiających selekcję form odpornych, w doświadczeniu nie stosowano dodatkowego nawadniania oraz ochrony przed chorobami bakteryjnymi i grzybowymi. Ocenę podatności na stres suszy przeprowadzono w 10 – stopniowej skali bonitacyjnej, gdzie 10 oznaczało brak objawów stresu, a 1 całkowite zaschnięcie. Ocenę dokonano w fazie wiązania główek, kiedy wzrost jest najintensywniejszy a objawy deficytu wodnego najbardziej widoczne. Analizy najważniejszych cech agrobotanicznych, w tym związanych z odpornością na choroby bakteryjne oraz oceny stopnia porażenia przez bakterie z rodzaju *Erwinia* i *Xanthomonas* dokonano w fazie dojrzałości zbiorczej główek, indywidualnie dla każdej z linii wsobnych. Jako wzorzec wykorzystano 8 komercyjnych mieszańców F_1 .

Badane linie wsobne kapusty głowiastej białej były silnie zróżnicowane pod względem cech użytkowych oraz poziomu odporności na stropy biotyczne i abiotyczne. Najwyższą masą główek charakteryzowała się linia CW313 (1,31 kg), najniższą linie KG13 i RG13 (odpowiednio 0,43 i 0,42 kg). Na stosunkowo niską masę główek w porównaniu do odmian kontrolnych w dużym stopniu wpływała depresja wsobna linii hodowlanych. Linie o wyższym poziomie homozygotyczności były lepiej wyrównane pod względem badanych cech, lecz jednocześnie odznaczały się słabszym plonowaniem. Było to spowodowane obniżeniem żywotności związaną z depresją wsobną, bardzo silną szczególnie u gatunków typowo obcopylnych do których należy kapusta głowiasta. Większość badanych genotypów posiadała kulisty lub kulisto-wydłużony kształt główek z wyjątkiem linii TG15 i RG15 o kształcie lekko spłaszczonym zbliżonym do odmian Brawo F_1 i Gintama F_1 . Duże różnice pomiędzy liniami obserwowano dla długości okresu wegetacji od sadzenia do osiągnięcia dojrzałości zbiorczej. Najwcześniejszymi liniami o wegetacji 80 dni były PG1018, RG13 i PG1078, najpóźniejszymi izogeniczne linie CA2517 i A2517 różniące się męską płodnością/sterylnością o wegetacji 130 dni. Trzy odmiany kontrolne: Brawo F_1 , Flexton F_1 i Fieldwinner F_1 cechowały się krótszą wegetacją (70-75 dni) niż najwcześniejsze linie wsobne. 14 linii wsobnych odznaczało się bardzo dobrym wyrównaniem pod względem cech morfologicznych i użytkowych, 5 linii było wyrównane w stopniu częściowym a jedna linia (CW313) na wczesnym etapie wprowadzanie cechy cms była niewyrównana. Spośród odmian kontrolnych jedynie mieszaniec F_1 'Alfredo' był częściowo niewyrównany. Cztery linie wsobne (PG1018, PG1078, RG13, W316) charakteryzowały się niskim osadzeniem główek, pozostałe

były osadzone wysoko lub pośrednio. Większość linii cechował zwarty lub średnio zwarty pokrój roślin z wyjątkiem trzech linii (CA2517, WJ627 i A2517) o pokroju rozłożystym.

Tabela 1. Cechy morfologiczne, użytkowe oraz stopień porażenia przez choroby i reakcja na stres wodny linii wsobnych kapusty głowiastej białej w doświadczeniu polowym, Skierniewice 2021

Genotyp	Masa (kg)	Kształt *1	Głęb. wewnętrzny *2	Wegetacja *3	Wyrównanie *4	Nalot woskowy *5	Osadzenie główek *6	Pokrój roślin *7	Wypełn. główek *8	Unerwienie liści *9	Czerń krzyżowych *10	Gnicie bakteryjne *11 (<i>Xanthomonas, Erwinia</i>)	Stres wodny *12
PG1018	1,1	1,06	0,43	80	1	2	1	2	9	2	1	1	7
PG1078	0,91	1,09	0,38	85	1	1	1	2	10	2	1	0	8
TG15	0,54	0,92	0,59	100	2	2	3	1	8	2	3	3	5
CG15	1,24	1,04	0,39	105	2	3	3	1	10	2	2	5	6
CG31	1,12	1,21	0,38	100	2	3	3	1	10	2	4	3	6
RG15	0,48	0,98	0,37	100	2	2	2	1	10	2	3	1	4
MGT15	0,70	1,04	0,39	100	1	2	2	2	8	2	2	4	6
KG13	0,43	1,17	0,42	90	2	2	2	1	8	2	2	3	4
RG13	0,42	1,08	0,69	80	1	1	1	1	7	2	2	1	4
CA2517	0,78	1,09	0,58	130	1	3	3	3	9	2	2	1	7
CW738	1,19	1,09	0,49	115	1	3	3	2	9,5	3	3	3	6
W738	0,75	1,08	0,48	115	1	3	3	2	10	3	3	3	5
CW94	1,01	1,14	0,41	100	1	2	2	2	9,5	1	3	3	6
W91	0,89	1,15	0,38	100	1	2	2	2	10	1	3	2	6
W313	0,77	1,10	0,50	110	1	3	2	2	10	2	3	2	6
W316	0,94	1,12	0,52	110	1	3	1	1	9	2	3	4	5
CW313	1,31	1,07	0,49	110	3	3	2	1	10	2	3	2	4
W70	1,22	1,11	0,48	100	1	3	2	1	9,5	3	2	2	4
WJ627	1,50	1,04	0,47	100	1	2	3	3	8	1	5	4	4
A2517	0,69	1,08	0,51	130	1	3	3	3	7	3	3	3	5
Cyclone F1	1,47	1,09	0,50	90	1	3	2	2	9,5	2	3	3	3
Brawo F1	1,84	0,89	0,55	75	1	3	1	2	8	2	2	5	6
Alfredo F1	1,42	1,04	0,43	80	2	3	2	1	10	3	3	2	5
Flexton F1	1,46	1,02	0,51	70	1	2	3	1	9	2	4	4	5
Brigadier F1	1,66	1,03	0,43	120	1	3	2	3	9,5	2	2	1	3
Ferro F1	1,80	1,03	0,46	110	1	3	2	2	9,5	3	3	1	3
Fieldwinner F1	1,93	0,81	0,49	75	1	1	1	3	7	1	3	3	3
Gintama F1	2,17	0,86	0,51	85	1	3	2	3	9	2	2	2	3

Zwarty pokrój roślin i wyższe osadzenia główek są zwykle cechami korzystnymi, pozwalającymi na zagęszczenie nasadzeń a jednocześnie większą przewiewność plantacji, co wpływa na stan fitosanitarny roślin i ich mniejszą podatność na bakteriozy, porażenie przez śmietkę oraz choroby grzybowe. Linie o krótszym okresie wegetacji posiadały główki średnio-zwarte natomiast większość linii późnych i średnio późnych była wypełniona w stopniu całkowitym i posiadała dobrą strukturę wewnętrzną, typową dla kapust w tej grupie. Wśród ocenianej populacji dominowały genotypy o średnim lub słabym unerwieniu liści, jedynie linie CW738, W738, W70 i A2517 miały silniejsze unerwienie w typie odmiany Alfredo F₁ i Fieldwinner F₁. Oceniane genotypy różniły się pod względem poziomu podatności na czerń krzyżowych, bakteryjne gnicie spowodowane bakteriozami oraz reakcją na stres wodny. Liniami o najwyższym poziomie tolerancji na czerń krzyżowych były PG1018 i PG1078, pozostałe linie były porażane w stopniu średnim, z wyjątkiem linii WJ627 porażanej w stopniu dużym. Mieszkańce kontrolne także różniły się stopniem porażenia przez grzyby z rodzaju *Alternaria*: od średniego (Brawo F₁ i Gintama F₁)

do stosunkowo silnego (Flexton F₁). Porażenie przez bakterie z grupy *Erwinia* i *Xanthomonas* było duże ze względu na sprzyjające warunki infekcji i rozwoju spowodowane wysoką wilgotnością i intensywnymi oraz długotrwałymi opadami. Pięć linii wsobnych (PG1018, PG1078, RG15, RG13, CA2517) oraz dwa mieszańce kontrolne (Brigadier F₁ i Ferro F₁) było porażonych w stopniu słabym, najsilniejsze objawy chorób bakteryjnych obserwowano dla trzech linii wsobnych (CG15, W316, WJ627) oraz dla mieszańców Brawo F₁ i Flexton F₁. Ze względu na specyficzne warunki atmosferyczne w roku 2021, stres suszy obserwowano jedynie w pierwszym tygodniu czerwca w fazie wiązania główki. W późniejszych tygodniach stres wodny był związany w większym stopniu z nadmiarem opadów, zalaniem pola i utrzymującym się wysokim poziomem wody w glebie. Zaduszenie korzeni kapusty głowiastej w tych warunkach powodowało występowanie objawów bardzo podobnych do tych spowodowanych stresem suszy. W tych warunkach obserwowano zróżnicowaną reakcję roślin badanych genotypów na tak prowokacyjnie i niekorzystne warunki. Objawami stresu wodnego było więdnienie starszych liści, żółknięcie roślin, zatrzymanie wzrostu oraz degradacja systemu korzeniowego spowodowana brakiem tlenu. W skrajnych warunkach stres wodny prowadził do całkowitego zamierania całych roślin. Stres wodny spowodowany zalaniem był jednak o wiele groźniejszy i bardziej długofalowy w skutkach niż stres suszy dla badanych genotypów, gdyż nieodwracalnie uszkadzał system korzeniowy. Obserwowane różnice pomiędzy genotypami wynikały w dużym stopniu z długości okresu wegetacji i możliwości częściowej regeneracji systemu korzeniowego oraz w następstwie regeneracji części nadziemnej. Na szczególną uwagę zasługują dwie wczesne linie (PG1018 i PG1078) oraz późna linia (CA2517), które wykazywały stosunkowo słabe objawy stresu i odzyskiwały wigor w krótkim czasie po ustaniu stresu wodnego. Sześć linii wsobnych (RG15, KG13, RG13, CW313, W70, WJ627) wykazywało bardzo silne, ponad 50% ograniczenie wzrostu w warunkach stresu wodnego. Pozostałe linie reagowały w sposób pośredni. Odmiany kontrolne wykazywały podobne zróżnicowanie pod względem reakcji na stres wodny. W czwartym kwartale br. dokonano selekcji najbardziej odpornych oraz wyrównanych pojedynków dla każdej z linii wsobnych w celu ich rozmnożenia wegetatywnego przy pomocy sadzonek odrostowych. Sadzonki te zostały ukorzenione a następnie przesadzone do 1 litrowych doniczek, które umieszczono w szklarni, gdzie zostaną poddane jarowizacji w temperaturze 4-8°C przez okres 12-16 tygodni w sezonie zimowym 2021/2022. Materiał ten posłuży do rozmnożenia generatywnego i do krzyżowania w celu uzyskania nowej zmienności genetycznej w roku 2022.

4) Rozpoczęcie wprowadzania cechy cytoplazmatycznej męskiej sterility do męskopłodnych linii wsobnych kapusty głowiastej białej o wysokiej jakości przy wykorzystaniu klasycznych metod hodowli:

W roku 2021 przeprowadzono 30 krzyżowań międzyliniowych w celu uzyskania nowej zmienności rekombinacyjnej, niezbędnej do wprowadzenia cechy cms. Krzyżowania prowadzono w warunkach szklarniowych, każdy z genotypów był reprezentowany przez 3 rośliny ustawione w 5 l. doniczkach na podłożu torfowym. Nawożenie, nawadnianie i pielęgnacja roślin była prowadzona zgodnie z wymaganiami dla upraw nasiennych kapusty głowiastej białej i z bieżącymi potrzebami. Dla krzyżowań wstecznych (*B-cross*) i krzyżowań z liniami z cechą cms (*cross OK*) zapylenia były prowadzone na otwartym kwiecie, dla pozostałych kombinacji prowadzono krzyżowania w fazie zielonego pąka (*cross pak*). Do każdego z krzyżowań wykorzystano od 7 do 14 pąków/kwiatów form maticznych. Pędy kwiatostanowe genotypów maticznych izolowano przy pomocy izolatorów foliowo pergaminowych w celu zabezpieczenia przed przypadkowym przepyleciem. Od połowy sierpnia do drugiego tygodnia września łuszczyzny były zbierane indywidualnie dla każdego z zapyleń, następnie suszone, a nasiona

wyeksahowane i policzone. Na podstawie liczby uzyskanych nasion oraz liczby zapylnych łuszczyn obliczono wydajność nasion/łuszczynę. Uzyskane wyniki przedstawiono w Tabeli 2. Krzyżowania międzyliniowe przeprowadzono ogółem na 510 kwiatach i pąkach kwiatowych uzyskując razem 2420 nasion. Średnia wydajność tworzenia nasion wynosiła 5,4 nas/łuszczynę. W wyniku przeprowadzonych krzyżowań linii męskosterylnych z wyselekcjonowanymi płodnymi genotypami kapusty głowiastej i kapustami typu liściowego (jarmuż) uzyskano nasiona trzech form pokolenia F₁: (C201 x PG820, C300 x ZGH08, C201 x PGH02), dwóch form pokolenia BC₁: (CW70 x W70, CW100 x W100) i jednej pokolenia BC₂: (C201 x M201). Wydajność tworzenia nasion dla tych krzyżowań była wysoka i wynosiła od 15,8 do 1,9 nasion/łuszczynę w zależności od genotypów rodzicielskich. Całkowita liczba uzyskanych nasion wynosiła od 339 dla krzyżowania C201 x M201 BC₂ do 125 (CW100 x IW100 BC₁) (Tabela 2). W roku 2022 uzyskane genotypy będą poddane krzyżowaniu wstecznemu (*B-cross*) z tymi samymi liniami męskopłodnymi w celu uzyskania kolejnego pokolenia wstecznego z cechą cms.

Tabela 2. Wydajność tworzenia nasion w wyniku krzyżowań międzyliniowych, Skierniewice 2021

Lp.	Forma mateczna	Forma ojcowska	Rodzaj zapylenia	Liczba zapylnych kwiatów/ pąków kwiatowych	Liczba otrzymanych nasion	Liczba nasion/ łuszczynę
1	C201	PG0820	cross OK	19	300	15,8
2	C300	ZGH08	cross OK	48	269	5,6
3	C201	PGH02	cross OK	20	245	12,3
4	CW70 Bc ₁	W70	B-cross	51	117	2,3
5	C201 Bc ₂	M201	B-cross	79	339	4,3
6	CW100 Bc ₁	W100	B-cross	66	126	1,9
7	ZGH08	W9	cross pąk	15	150	10,0
8	PGH02	PG1018	cross pąk	48	112	2,3
9	PGH02	ZGH08	cross pąk	7	13	1,9
10	PG0820	W1234	cross pąk	8	50	6,3
11	W738	W313	cross pąk	6	17	2,8
12	W738	PG1018	cross pąk	5	35	7,0
13	W738	M201	cross pąk	10	70	7,0
14	W738	W1234	cross pąk	10	12	1,2
15	W738	M300	cross pąk	8	80	10,0
16	W9	W732	cross pąk	7	31	4,4
17	W91	PG1018	cross pąk	5	52	10,4
18	W91	W738	cross pąk	7	36	5,1
19	M300	W1234	cross pąk	11	87	7,9
20	M300	M201	cross pąk	6	31	5,2
21	M300	W738	cross pąk	14	0	0,0
22	W70	W1234	cross pąk	4	30	7,5
23	W70	M201	cross pąk	6	20	3,3
24	W70	M300	cross pąk	11	60	5,5
25	W1234	M201	cross pąk	7	70	10,0
26	W1234	PG1018	cross pąk	6	26	4,3
27	W1234	W738	cross pąk	7	0	0,0
28	W313	W738	cross pąk	6	12	2,0
29	W313	M300	cross pąk	5	10	2,0
30	W313	PG1018	cross pąk	8	20	2,5
Razem				510	2420	
Średnia				17	80,7	5,4

Piotr Kamiński. 2021. Otrzymywanie materiałów hodowlanych kapusty głowiastej białej o podwyższonym poziomie odporności na stres suszy w warunkach polowych, z cechą cytoplazmatycznej męskiej sterility oraz wyższą tolerancją na bakteryjne gnicie w roku 2021.

Przeprowadzono również 24 krzyżowania w fazie zielonego pąka w celu uzyskania nowej zmienności rekombinacyjnej. Komponentami rodzicielskimi (zarówno ojcowskimi jak i matecznymi) było 12 męskopłodnych linii wsobnych kapusty głowiastej białej o wysokim poziomie homozygotyczności, wartościowych cechach użytkowych oraz o zróżnicowanym pochodzeniu i odmiennych cechach agrobotanicznych oraz 3 linie wsobne kapusty typu liściowego (jarmuż, kapusta czarna). Większość z tych linii była wcześniej sprawdzona pod względem cechy samozgodności (całkowitej lub częściowej). Krzyżowania w fazie zielonego pąka były bardziej pracochłonne i mniej efektywne od zapyleń na otwartym kwiecie, jednak dla większości wykonanych krzyżowań (z wyjątkiem M300 x M201 i W1234 x W738) uzyskano liczbę nasion pokolenia F₁ wystarczającą do dalszej oceny. Nasiona uzyskanych w roku 2021 mieszańców zostały wysiane (10 roślin/mieszanica) w pierwszym tygodniu września i przesadzone do 1,5 l. doniczek wypełnionych substratem torfowym. Po osiągnięciu fazy 12-16 liści właściwych, w drugim tygodniu listopada, rozpoczęto jarowizację, która zostanie zakończona w czwartym tygodniu lutego 2022 roku.

5) Optymalizacja otrzymywania nasion linii wsobnych i mieszańców F₁ z cechą cms przy wykorzystaniu owadów zapylających oraz różnych proporcji komponentów rodzicielskich w izolatorach polowych:

W roku 2021 dokonano rozmnożenia generatywnego 7 różnych kombinacji linii kapusty głowiastej białej z cechą cms oraz linii męskopłodnych w celu określenia zdolności do wytwarzania nasion mieszańcowych pokolenia F₁. Selekcja form rodzicielskich do tworzenia nowych mieszańców heterozyjnych prowadzona była na podstawie oceny jakości, wyrównania, poziomu samozgodności oraz zdolności kojarzeniowej specyficznej i ogólnej wybranych linii wsobnych. Rośliny form rodzicielskich przeznaczonych do krzyżowania uzyskano z sadzonek odrostowych po selekcji na polu doświadczalnym oraz z nasion. Po przeprowadzeniu jarowizacji w warunkach kontrolowanych, rośliny zostały wysadzone na polu doświadczalnym Instytutu Ogrodnictwa – PIB w izolatorach siatkowych zabezpieczających przed niepożądanym przepyleciem krzyżowym o powierzchni 18 m² każdy. Krzyżowania przeprowadzono przy wykorzystaniu pszczoł samotniczych (*Osmia rufa*) w ilości 250 sztuk/izolator. Kokony owadów zapylających były dostarczane systematycznie w miarę rozwoju nowych pędów kwiatowych. W każdym izolatorze wysadzono komponenty rodzicielskie w proporcji 2:1 (formy męskosterylne/męskopłodne). Zapylenia prowadzono w fazie intensywnego kwitnienia obu form rodzicielskich od początku maja do połowy czerwca. We wszystkich kombinacjach osiągnięto wysoką synchronizację terminów kwitnienia, która umożliwiła zapylenie krzyżowe przez cały okres kwitnienia (około 3 tygodni). W drugim tygodniu września, po osiągnięciu dojrzałości zbiorczej, łuszczyzny każdej z linii zostały zebrane indywidualnie dla każdego genotypu, następnie wysuszone, a nasiona wyekstrahowane i zważone. Wyniki dotyczące sumy nasion, komponentów rodzicielskich, wydajności tworzenia nasion/roślinę oraz z 1 ha plantacji nasiennej przedstawiono w Tabeli 3.

Tabela 3. Wydajność tworzenia nasion kapusty głowiastej białej dla siedmiu kombinacji męskosterylnych linii wsobnych jako komponentów matecznych i męskopłodnych linii ojcowskich w izolatorach polowych. Skierniewice 2021.

Lp.		Suma nasion (g)	Liczba roślin matecznych	Liczba roślin ojcowskich	Wydajność nasion/roślinę (g)	Wydajność nasion kg/ha
Mieszzańce F1						
1	CW1018 x M300	506,66	12	6	42,22	281,48
2	CW1018 x W1234	91,48	12	6	7,62	50,82
3	CW1018 x W313	266,94	12	6	22,25	148,30
4	CW2517 x W313	587,76	12	6	48,98	326,53
5	CW2517 x W9	260,28	12	6	21,69	144,60
6	CW1027 x W100	143,70	12	6	11,98	79,83
7	CW738 x W9	122,85	12	6	10,24	68,25
Linie ojcowskie (męskopłodne) po zapyleniu siostrzanym (sib)						
1	M300	11,40	6	6	1,76	19,83
2	W1234	231,59	6	6	38,60	128,68
3	W313	35,59	6	6	4,96	19,83
4	W9	83,99	6	6	14,00	46,67
5	W100	3,60	6	6	0,69	2,00

Poszczególne kombinacje w roku 2021 różniły się pod względem wydajności tworzenia nasion mieszańcowych w zależności od komponentów rodzicielskich wykorzystanych do zapylenia krzyżowych. Najwyższą wydajność tworzenia nasion uzyskano dla mieszańca CW2517 x W313 (ponad 587 g/izolator), co dało w przeliczeniu na roślinę powyżej 48 g i ponad 320 kg nasion/ha. Podobnie wysoką wydajność tworzenia nasion uzyskano tylko dla mieszańca CW1018 x M300 (506 g/izolator). Dla pozostałych pięciu kombinacji wydajność tworzenia nasion była niższa i wynosiła od 266 g/izolator (CW1018 x W313) do 91g/izolator (CW1018 x W1234). Przeprowadzone doświadczenie wykazało, że podstawowym czynnikiem wpływającym na efektywność rozmnażania generatywnego mieszańców heterozyjnych z oparciem o linie z cechą cms są komponenty rodzicielskie wykorzystane do krzyżowań a w szczególności formy ojcowskie. Wszystkie cztery linie mateczne z cechą cms wykorzystane w doświadczeniu (CW1018, CW2517, CW1017 i CW738) posiadały wysoką zdolność tworzenia nasion przy zapyleniu krzyżowym. Zaobserwowano jednak duże różnice w wiązaniu nasion przy różnych męskopłodnych liniach zapyłających. Z tego względu linia mateczna CW1018 wytarzała 42,22 g/roślinę przy zapyleniu płodną linią ojcowską M300 a tylko 7,62 g/roślinę przy zapyleniu linią W1234. Czynnikiem wpływającym na wydajność tworzenia nasion form mieszańcowych były różnice w poziomie samozgodności przy zapyleniu krzyżowym oraz ilość i jakość wytwarzanego pyłku formy ojcowskiej. Ocena zdolności wiązania nasion męskopłodnych linii ojcowskich kapusty głowiastej była przeprowadzona równolegle do zapylenia krzyżowych poprzez zapylenie siostrzane (sib) w izolatorach polowych. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że poziom samozgodności komponentów ojcowskich wykorzystanych do krzyżowań był zróżnicowany. Najwyższą wydajność tworzenia nasion przy zapyleniu siostrzanym w roku 2021 posiadała linia W1234 (38,6 g/roślinę), najniższą linia W100 (0,69 g/roślinę) i linia W300 (1,76 g/roślinę) (Tabela 3). Przeprowadzone doświadczenie wykazało, że męskopłodne linie wsobne o niskim poziomie samozgodności mogą jednak być bardzo dobrymi zapyłaczami przy krzyżowaniach międzyliniowych, tak jak linia W300, która wykorzystana jako komponent

Piotr Kamiński. 2021. Otrzymywanie materiałów hodowlanych kapusty głowiastej białej o podwyższonym poziomie odporności na stres suszy w warunkach polowych, z cechą cytoplazmatycznej męskiej sterility oraz wyższą tolerancją na bakteryjne gnicie w roku 2021.

ojcowski, dała wysoka wydajność nasion (42 g/roślinę). Na wydajność tworzenia nasion mieszańców heterozyjnych miał również wpływ genotyp form matecznych a w szczególności liczba wytwarzanych kwiatów, długość i wypełnienie łuszczyń, obecność dobrze wykształconych miodników, wielkość wytwarzanych nasion i długość kwitnienia. Z tego względu dwa mieszańce wytworzone w oparciu o tą samą formę ojcowską (W313) i różniące się pod względem formy matecznej (CW1018 x W313 i CW257 x W313) różniły się prawie dwukrotnie pod względem wydajności tworzenia nasion (odpowiednio: 266,94g i 587,76g/izolator). W kolejnym roku planowana jest ocena wydajności tworzenia nasion w zależności od typu owadów zapylających i proporcji komponentów rodzicielskich dla wybranych krzyżowań linii cms z płodnymi liniami ojcowskimi.

7. Podsumowanie:

W wyniku prowadzonych badań scharakteryzowano oraz rozmnożono linie wsobne kapusty głowiastej białej w tym odznaczające się cechą cytoplazmatycznej męskiej sterility oraz wyższym poziomem odporności na stres suszy i bakteryjne gnicie w warunkach polowych pod względem cech anatomiczno-morfologicznych odpowiadające za wyższy poziom odporności, co pozwoli na poszerzenie zmienności genetycznej dostępnej dla hodowców tego gatunku.