

WYTYCZNE DLA PRAKTYCZNEJ HODOWLI MARCHWI, KAPUSTY GŁOWIASTEJ I KAPUSTY PEKIŃSKIEJ

Autorzy:

prof. dr hab. Elżbieta U. Kozik

dr Piotr Kamiński

mgr Renata Nowak

Opracowanie redakcyjne: prof. dr hab. Elżbieta U. Kozik

Opracowanie przygotowane w ramach **zadania 6.5**

„Poszukiwanie i tworzenie nowej zmienności genetycznej roślin warzywnych jako źródła odporności na stresowe czynniki biotyczne i abiotyczne oraz o większej wartości odżywczej i prozdrowotnej”

Programu Wieloletniego

„Rozwój zrównoważonych metod produkcji ogrodniczej w celu zapewnienia wysokiej jakości biologicznej i odżywczej produktów ogrodniczych oraz zachowania bioróżnorodności środowiska i ochrony jego zasobów”
finansowanego przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi

Skierniewice 2014

Spis treści:

1. Wstęp.....	2
2. Cel zadania.....	3
3. Marchew (<i>Daucus carota</i>).....	4
a) opis cech agrobotanicznych linii.....	5
b) procedury dotyczące rozmnażania generatywnego linii marchwi.....	5
c) podsumowanie i wniosek końcowy.....	6
4. Kapusta głowiasta biała (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata alba</i>).....	6
a) opis cech agrobotanicznych linii.....	6
b) procedury dotyczące rozmnażania wegetatywnego i generatywnego linii kapusty głowiastej białej.....	
c) podsumowanie i wniosek końcowy.....	8
5. Kapusta pekińska (<i>Brassica rapa</i> L. subsp. <i>pekinensis</i>).....	10
a) opis cech agrobotanicznych linii.....	10
b) procedury dotyczące rozmnażania wegetatywnego i generatywnego linii kapusty pekińskiej.....	11
c) podsumowanie i wniosek końcowy.....	13
6. Literatura.....	14

1. Wstęp

Marchew (*Daucus carota* subsp. *sativus*) oraz kapusta głowiasta biała (*Brassica oleracea* var. *capitata alba*) należą do grupy ważnych gospodarczo warzyw uprawianych w Polsce. Natomiast wzrastające ostatnio zapotrzebowanie rynku krajowego na odmiany kapusty pekińskiej (*Brassica rapa* L. subsp. *pekinensis*) spowodowało zainteresowanie polskich producentów odmianami tego gatunku. Nowo wytworzone odmiany powinny charakteryzować się korzystnymi cechami użytkowymi, wysoką zawartością składników odżywczych i spełniać zarówno wymagania producentów, jak również odznaczać się dobrą przydatnością do przetwórstwa i atrakcyjnością dla konsumentów. Hodowla takich odmian jest procesem złożonym wymagającym wykorzystania stabilnych i wysokowydajnych genotypów pod względem tworzenia nasion. Selekcja genotypów pod względem cech morfologiczno-użytkowych oraz zdolności do rozmnażania generatywnego jest bardzo ważnym elementem programów hodowlanych. Czynnikiem znacząco podnoszącym plon nasion w przypadku gatunków obcopolnych do których zalicza się marchew i rośliny kapustowate, są owady zapylające (Michalik, 1993; Mishra i in., 1988; Singh i in., 2000). Plon nasion dla tych roślin zależy od gatunku, odmiany oraz metod uprawy. Na efektywność zapylenia oraz na aktywność owadów zapylających w dużym stopniu wpływają warunki pogodowe, a w szczególności temperatura, deszcz oraz prędkość wiatru. Zapylenia krzyżowe przy udziale owadów zapylających na skalę przemysłową prowadzone są najczęściej bezpośrednio w polu. Jednak dla zapewnienia stałych i optymalnych warunków, wykorzystuje się szklarnie lub tunele foliowe. Skuteczną metodą zapewnienia izolacji przestrzennej w hodowli twórczej genotypów roślin obcopolnych jest zastosowanie izolatorów siatkowych. Rośliny marchwi, kapusty głowiastej i pekińskiej, wytwarzają nasiona w drugim roku wegetacji, po jarowizacji w temperaturze poniżej 10°C. W celu rozmnożenia generatywnego roślin kapustowatych w Zakładzie Genetyki, Hodowli i Biotechnologii Roślin Warzywnych Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach wykorzystuje się metodę bezwysadkową z ukorzeniem sadzonek odrostowych (faza wegetatywna). Natomiast zapylenia, zarówno u roślin kapustowatych, jak i marchwi, prowadzone są najczęściej przy udziale pszczoł samotniczych (*Osmia rufa*). Ze względu na wysoką aktywność tych owadów oraz stosunkowo dużą dostępność kokonów, wykorzystanie pszczoł samotniczych jest tanią i efektywną metodą zapylenia dla wielu gatunków roślin (Steffan-Dewenter, 2003). Dla rozmnożenia generatywnego roślin kapustowatych na niewielką skalę prowadzone są również zapylenia ręczne (na otwartym kwiecie oraz w fazie zielonego pąka) oraz wykorzystywana jest mucha domowa (*Musca domestica*).

Szczególne znaczenie dla uprawy warzyw ma zapewnienie wysokiej zdrowotności roślin uwarunkowanej czynnikami genetycznymi. Ogranicza to stosowanie chemicznej ochrony prowadzącej do skażenia pestycydami środowiska naturalnego. Dlatego prowadząc hodowlę linii marchwi oraz kapusty głowiastej białej i pekińskiej, wykonano ocenę i selekcję genotypów pod względem odporności na podstawowe choroby występujące w ich uprawach.

2. Cel zadania

Dla zapewnienia trwałego postępu biologicznego roślin warzywnych niezbędne jest poszukiwanie i tworzenie nowej zmienności genetycznej i fenotypowej w materiałach hodowlanych, które będą mogły być następnie wykorzystane jako materiał wyjściowy w programach hodowlanych przy tworzeniu odmian populacyjnych i/lub mieszańców F₁, wdrożonych w efekcie końcowym do produkcji. Dlatego też głównym celem zadania było określenie zmienności wewnątrz- i międzyliniowej w ważnych gospodarczo trzech gatunkach warzyw dwuletnich: kapuście głowiastej białej i pekińskiej oraz marchwi. Cel ten realizowany był poprzez (1) ocenę wartości hodowlanej linii (cechy fenotypowe, wartość odżywcza i prozdrowotna, odporność na czynniki biotyczne i abiotyczne) oraz (2) ocenę zdolności linii do rozmnażania wegetatywnego/generatywnego z zastosowaniem różnych czynników. Porównano

wpływ zastosowanych owadów zapylających (pszczoła samotnicza i mucha domowa) na plon nasion linii marchwi, kapusty pekińskiej oraz kapusty głowiastej białej w zależności od warunków w jakich prowadzono proces ich rozmnażania (szklarnia, pole).

MARCHEW

a) Opis cech agrobotanicznych linii

PWP 1

Korzenie wyrównane pod względem kształtu oraz wielkości, lekko stożkowate o klinowatym zakończeniu, charakteryzują się głową równą i spadzistymi ramionami. Średnia długość korzeni wynosi 19 cm, średnica 2,6 cm, masa 0,10 kg. Dobrze wybarwiona ciemnopomarańczowa struktura wewnętrzna korzeni bez wyraźnego podziału na korę i rdzeń, brak zazielenienia zewnętrznego oraz wewnętrznego głowy. Korzenie odporne na pęknięcie także podczas zbioru i sortowania; zawierają dużą ilość β -karotenu ok. $101,4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Linia nie wykazuje tendencji do pośpiechowości. Dobra jakość korzeni, także po przechowaniu. Rozeta liściowa o półwzniesionym pokroju i długości liścia ok. 21 cm. Linia z wysoką tolerancją na *Alternariozy* i mokrą zgniliznę korzeni (*Erwinia carotovora*).



PWP 2

Korzenie o długości ok. 22,3 cm, szerokości 2,9 cm i masie ok. 0,13 kg, kształtu lekko stożkowego o klinowatym zakończeniu, z głową lekko wypukłą o spadzistych ramionach, bez tendencji do zazielenienia zewnętrznego i wewnętrznego. Barwa korzenia na przekroju ciemnopomarańczowa, bez widocznych różnic pomiędzy korą a rdzeniem. Korzenie zawierają ok. $102,4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ β -karotenu, odporne na pęknięcie także podczas zbioru oraz sortowania. Linia nie wykazuje tendencji do pośpiechowości. Rozeta liściowa pokroju półwzniesionego o długości liścia ok. 25 cm. Dobra jakość korzeni po przechowaniu. Linia z wysoką tolerancją na *Alternariozy* i średnią na mokrą zgniliznę korzeni (*Erwinia carotovora*) oraz średnią tolerancję na zasolenie i na deficyt wody.



PWP 3

Linia tworzy wyrównane korzenie kształtu lekko stożkowego o klinowatym zakończeniu, przeciętna ich długość 21,7 cm, szerokość 2,9 cm) i masa 0,14 kg. Głowa korzeni równa o zaokrąglonych ramionach, bez zazielenienia zewnętrznego i wewnętrznego. Powierzchnia korzenia lekko karbowana, na przekroju poprzecznym jednolite pomarańczowe wybarwienie rdzenia i kory. Zawartość β -karotenu ok. $87,2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Półwzniesiony pokrój rozety liściowej o długości liścia ok. 27 cm. Linia nie wykazuje tendencji do pośpiechowości i pęknięcia korzeni także podczas zbioru i sortowania. Wysoka tolerancja na *Alternariozy* i na zasolenie, średnia na mokrą zgniliznę korzeni (*Erwinia carotovora*) i niedobór wody.



PWP 4

Korzenie kształtu lekko stożkowatego o klinowatym zakończeniu, wyrównane, o długości ok. 20,2 cm, masie 0,13 kg i średnicy 2,8 cm. Jednolite, ciemnopomarańczowe wybarwienie korzenia na przekroju, bez podziału na korę i rdzeń. Zawartość β -karotenu ok. $85,5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Powierzchnia korzenia lekko karbowana. Długość liścia w rozecie o pokroju półwzniesionym ok. 30 cm. Linia o dobrej jakości korzeni po przechowaniu, nie wykazuje tendencji do pośpiechowości i pęknięcia korzeni także podczas zbioru i sortowania. Głowa korzeni bez skłonności do zazielenienia zewnętrznego i wewnętrznego. Wysoka tolerancja linii na *Alternariozy*, zasolenie i niedobór wody, średnia na mokrą zgniliznę korzeni (*Erwinia carotovora*).



PWP 5

Linia o wyrównanych, dość krótkich i szerokich korzeniach. Ich długość wynosi ok. 18 cm, szerokość 3,2 cm, masa 0,13 kg. Kształt korzeni lekko stożkowaty o zaokrąglonym zakończeniu. Na przekroju korzenie są ciemnopomarańczowe, bez wyraźnych różnic w wybarwieniu między korą a rdzeniem. Wysoka ok. $124,6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ zawartość β -karotenu. Linia bez skłonności do wybijania w pędy nasienne w fazie wegetatywnej i pęknięcia korzeni także podczas zbioru i sortowania, wykazuje dobrą jakość przechowalniczą. Korzenie nie posiadają zazielenienia zewnętrznego i wewnętrznego głowy. Pokrój rozety liściowej jest półwzniesiony o długości liścia ok. 30 cm. Linia o wysokiej tolerancji na *Alternariozy* i na mokrą zgniliznę korzeni (*Erwinia carotovora*) oraz średniej tolerancji na zasolenie i niedobór wody.



b) Procedury dotyczące rozmnażania generatywnego linii marchwi

Po przechowaniu i jaryzacji wybrane korzenie linii marchwi o najbardziej pożądanym cechach morfologiczno-użytkowych, powinny być wysadzone pod izolatory (3 x 3 m lub 3 x 6 m) w szklarni (styczeń, luty) lub w polu (kwiecień, początek maja). W trakcie kwitnienia należy przeprowadzić makroskopowe obserwacje morfologii kwiatów wszystkich rozmnażanych genotypów. Kwiaty badanych linii powinny być płodne i charakteryzować się białą, pięciopłatkową koroną. W zależności od zaawansowania procesu hodowli rośliny mogą być rozmnażane w zapyleniu wsobnym lub siostrzanym przy użyciu muchy domowej (*Musca domestica*) lub pszczoł samotniczych (*Osmia rufa*), które powinny być sukcesywnie wpuszczane do izolatorów od momentu rozpoczęcia kwitnienia baldacha głównego. Efektywność wytwarzania nasion jest zróżnicowana i zależy od: 1) genotypu (linii), 2) miejsca uprawy (szklarnia, pole), 3) owada zapylającego (muchy domowa, pszczoła samotnicza) oraz warunków pogodowych w trakcie wegetacji roślin.

Tabela 1. Produktywność nasion (g/roślinę) linii marchwi w zależności od miejsca uprawy (pole, szklarnia)

Miejsce uprawy	PWP 1	PWP 2	PWP 3	PWP 4	PWP 5	Średnia
Szklarnia	6,4	1,9	4,5	5,5	6,1	4,9
Pole	36,6	12,0	21,2	20,9	25,3	23,2
Średnia	21,5	6,9	12,8	13,2	15,7	

Tabela 2. Ogólna produktywność nasion (g/roślinę) linii marchwi w zależności od miejsca uprawy (pole, szklarnia) i owada zapylającego (muchy domowa, pszczoła samotnicza)

Miejsce uprawy	Masa nasion w g/roślinę		
	muchy	pszczoła	średnia
Szklarnia	5,2 a	5,9 a	5,5
Pole	21,8 b	26,5 b	24,2
Średnia	13,5	16,2	

c) Podsumowanie

- Efektywność wytwarzania nasion przez wszystkie linie marchwi była znacznie wyższa w warunkach polowych niż szklarniowych (tab. 1).
- Największą wydajnością nasion w obu warunkach uprawy (szklarnia, pole) charakteryzowała się linia PWP 1, a najniższą PWP 2 (tab. 1).
- Wytwarzanie nasion linii marchwi nie było istotnie zróżnicowane przy udziale muchy i pszczoły zarówno w polu, jak i w szklarni (tab. 2).
- Produktywność nasion linii marchwi była największa z baldachów I i II rzędu w warunkach polowych, natomiast w szklarni tylko z I rzędu. Także liczba baldachów była istotnie większa u roślin uprawianych w polu niż u tych rosnących w szklarni co mogło wpłynąć na większą efektywność wytwarzania nasion u roślin w izolatorach polowych niż szklarniowych.

Wniosek końcowy

Dla uzyskania największej efektywności w wytwarzaniu nasion marchwi zaleca się:

- **rozmnażanie linii marchwi w izolatorach polowych** gdzie ilość nasion była wyższa niż w szklarni, z zastosowaniem **muchy domowej lub pszczoły samotniczej**.

3. KAPUSTA GŁOWIASTA BIAŁA

a) Opis cech agrobotanicznych linii

IW 70/3

Linia kapusty głowiastej białej średnio-późna o wegetacji powyżej 100 dni od wysadzenia. Wytwarza główki o masie powyżej 2 kg, kuliste i dobrze wypełnione. Rośliny mają pokrój średnio-zwarty, liście o średnim nalocie woskowym i dobrej zdrowotności, szczególnie mało podatne na bakteryjne gnicie, czerń krzyżowych, kiłę kapusty oraz bez tendencji do *tip-burnu*. Linia charakteryzuje się dobrym wyrównaniem wewnątrzliniowym, jest częściowo samozgodna o dobrej zdolności do rozmnażania generatywnego w wyniku zapyleń wsobnych. Wysoka tolerancja na zasolenie, średnio-odporna na deficyt wody.



IW 70/6

Linia kapusty głowiastej białej średnio-wczesna o wegetacji do 100 dni od sadzenia. Wytwarza główki o masie do 2 kg, kuliste i ściśle wypełnione. Rośliny mają pokrój średnio-rozłożysty, liście o słabszym nalocie woskowym i dobrej zdrowotności; mało podatne



na bakteryjne gnicie, czerń krzyżowych, kiłę kapusty oraz *tip-burn*. Linia charakteryzuje się dobrym wyrównaniem wewnątrzliniowym. Jest częściowo samozgodna, o dobrej zdolności do rozmnażania generatywnego w wyniku zapyleń wsobnych oraz średniej dla krzyżowych. Linia szczególnie polecana do hodowli średnio-wczesnych i średnio-późnych mieszańców heterozyjnych w oparciu o cechę cytoplazmatycznej męskiej sterility. Posiada wysoką tolerancję na deficyt wody oraz średnią na zasolenie.

IW 80/4

Linia średnio-wczesna o wegetacji do 100 dni od sadzenia. Posiada główki lekko wydłużone o masie powyżej 1.5 kg, dobrze wypełnione z niewielkim udziałem głęba wewnętrznego w główce. Rośliny mają pokrój średnio-zwarty, liście o silnym nalocie woskowym. Linia dobrze wyrównana, wrażliwa na bakteryjne gnicie w warunkach naturalnej infekcji, średnio odporna na czerń krzyżowych, kiłę kapusty, bez tendencji do *tip-burnu*. Odnacza się silną samoniezgodnością oraz średnią zdolnością tworzenia nasion w wyniku zapylecia krzyżowego oraz średnią tolerancję na zasolenie.



IW 90/3

Linia późna o długości okresu wegetacji do 120 dni od sadzenia. Główki kulisto-wydłużone o średniej masie poniżej 2 kg, dość dobrze wypełnione. Pokrój roślin średnio-zwarty, liście ze średnim nalotem woskowym. Linia charakteryzująca się średnią podatnością na kiłę kapusty, stosunkowo wysokim poziomem tolerancji na czerń krzyżowych, bez tendencji do *tip-burnu*; charakteryzująca się silną samoniezgodnością, o wysokiej zdolności do rozmnażania generatywnego przy samozapyleciu i zapyleciu krzyżowym. Średnio odporna na zasolenie i deficyt wody.



IW 90/9

Linia średnio-późna o wegetacji do 110 dni od wysadzenia. Główki kulisto-splaszczone o średniej masie ok. 2 kg, dość dobrze wypełnione. Pokrój roślin średnio-zwarty, liście z bardzo silnym nalotem woskowym. Linia charakteryzująca się średnią podatnością na kiłę kapusty, bardzo wysokim poziomem tolerancji na czerń krzyżowych i bakteryjne gnicie główek, bez tendencji do *tip-burnu*. Linia samoniezgodna o średniej zdolności do rozmnażania generatywnego przy zapyleciu krzyżowym i dobrym po samozapyleciu. Średnio odporna na zasolenie i deficyt wody.



b) Procedury dotyczące rozmnażania wegetatywnego i generatywnego linii kapusty głowiastej białej

Rozmnażanie wegetatywne

W celu rozmnożenia wegetatywnego linii kapusty głowiastej białej należy wybrać jedynie rośliny o najlepszych cechach morfologiczno-użytkowych, określonym poziomie samozgodności oraz o wysokiej zdolności do rozmnażania wegetatywnego. Sadzonki odrostowe są wytwarzane na nadziemnej części głęba w kątach liściowych po ścięciu główek przeznaczonych do analizy

cech morfologiczno-użytkowych w fazie dojrzałości zbiorczej. Po ścięciu główek powinny zostać przynajmniej dwa zdrowe liście zewnętrzne umożliwiające odżywianie rosnących pędów odrostowych. Termin ścinania główek jest zależny od wczesności badanych linii oraz dojrzałości główek; może następować od końca czerwca do końca października. Do rozmnożenia generatywnego wybierane są jedynie rośliny charakteryzujące się wysoką zdrowotnością i typowe dla badanych linii wsobnych. Wytwarzanie odrostów następuje przez okres 2-3 tygodni i jest cechą indywidualną, charakterystyczną dla każdej z linii. W przypadku linii późnych, jeśli istnieje niebezpieczeństwo przymrozków, rośliny kapusty można przesadzić do 10 l. donic uprawowych i umieścić w ogrzewanej szklarni. Optymalna temperatura do wzrostu sadzonek wynosi 15-20 °C. W trakcie wytwarzania odrostów oraz ukorzenia sadzonek należy zapewnić bardzo dobre warunki fitosanitarne. W razie potrzeby należy stosować ochronę chemiczną zgodnie z zaleceniami dla kapusty głowiastej białej ze szczególnym uwzględnieniem czerni krzyżowych, bakteryjnego gnicia, mączniaka prawdziwego oraz mszyc i larw motyli. Po 2-3 tygodniach odrosty powinny mieć wielkość od 6 do 10 cm. Ich liczba jest różna u różnych odmian/linii i wynosi od trzech do kilkunastu sztuk/roślinę. W celu przyspieszenia ukorzenia można stosować doświetlanie do 12 godzin. Sadzonki o długości 4-6 cm można odcinać od głęba a następnie ukorzeniać w warunkach kontrolowanych w mieszaninie torfu z piaskiem z wykorzystaniem ukorzeniacza do sadzonek zielnych i półdREWNIĄTYCH. Po upływie 2-3 tygodni sadzonki odrostowe wytwarzają korzenie i mogą być przenoszone do fitotronów lub komór wzrostu, gdzie będą poddawane jarowizacji w temperaturze o 2 do 8 °C przy 8 godzinach doświetlania.

Tabela 3. Ocena zdolności do rozmnażania wegetatywnego linii kapusty głowiastej białej

Linia	Średnia liczba sadzonek/roślinę	Zakres zmienności
IW 70/3	10,5	2–17
IW 70/6	9,1	2–14
IW 80/4	10,2	8–13
IW 90/3	6,5	1–11
IW 90/9	2,8	0–7

Podsumowanie

- Badane genotypy kapusty głowiastej białej charakteryzowały się dużą i średnią zdolnością do rozmnażania wegetatywnego przy pomocy sadzonek odrostowych (tab. 3).
- Najwyższą zdolnością do rozmnażania wegetatywnego odznaczały się linie IW 70/3 i IW 80/4, a najniższą linia IW 90/9.

Rozmnażanie generatywne

Linie kapusty głowiastej białej oceniono pod względem:

- zdolności do rozmnażania generatywnego przy zapyleniu krzyżowym z udziałem owadów zapyłających (mucha domowa, pszczoła samotnicza) w izolatorach (3 m x 3 m) w szklarni i w polu,
- poziomu samonieźgodności przy zapyleniu wsobnym w szklarni.

Badane linie charakteryzowały się wysoką lub średnią zdolnością do rozmnażania generatywnego w warunkach szklarniowych i polowych (tab. 4, 5) oraz zróżnicowanym poziomem samonieźgodności (tab. 6). Linie IW 80 oraz IW 90 były silnie samonieźgodne, natomiast linie IW 70 były częściowo samozgodne.

Tabela 4. Masa nasion/roślinę (g) badanych linii kapusty głowiastej otrzymanych wyniku zapylenia krzyżowego przy wykorzystaniu owadów zapylających w izolatorach szklarniowych

Linia	Liczba owadów zapylających/izolator				Średnia
	muchy domowa (szt.)		pszczola samotnica (szt.)		
	250	80	130	250	
IW 70/3	5,0	6,3	28,6	56,7	24,2
IW 70/6	2,4	11,7	41,2	71,1	31,6
IW 80/4	0,6	61,9	30,5	114,4	51,9
IW 90/3	7,4	131,6	156,4	153,9	112,3
IW 90/9	2,5	38,2	38,0	120,8	49,9
Średnia	3,6	49,9	58,9	103,4	54,0

Tabela 5. Masa nasion/roślinę (g) badanych linii kapusty głowiastej w otrzymanych wyniku zapylenia krzyżowego przy wykorzystaniu owadów zapylających w izolatorach polowych

Linia	Liczba owadów zapylających /izolator				Średnia
	muchy domowa (szt.)		pszczola samotnica (szt.)		
	250	80	130	250	
IW 70/3	0,0	1,4	4,1	17,0	5,6
IW 70/6	1,4	1,5	16,0	23,7	10,7
IW 80/4	18,3	9,5	12,3	18,9	14,8
IW 90/3	5,4	16,7	2,7	11,0	9,0
IW 90/9	9,1	8,0	9,9	25,0	13,0
Średnia	6,8	7,4	9,0	19,1	10,6

Tabela 6. Ocena poziomu samoniezdności linii kapusty głowiastej białej na podstawie samozapylenia na otwartym kwiecie oraz efektywność tworzenia nasion/luszczyne w wyniku samozapylenia w fazie zielonego pąka

Linia	Zapylenie		
	na otwartym kwiecie		w fazie zielonego pąka
	średnia liczba nasion/luszczyne	poziom samonie-zgodności ¹	średnia liczba nasion/luszczyne
IW 70/3	0,37	3	12,3
IW 70/6	0,73	3	11,4
IW 80/4	0,00	1	2,4
IW 90/3	0,00	1	8,6
IW 90/9	0,01	1	7,0
Średnia	0,22	1,8	8,3

¹samoniezdność: 1 – silna, 3 – częściowa, 5 – brak

c) Podsumowanie

- Wydajność tworzenia nasion kapusty głowiastej białej przy zapyleniu krzyżowym była wyższa przy zastosowaniu pszczoły samotniczej niż przy zapyleniu przez muchę domową, zarówno w warunkach polowych, jak i szklarniowych. Ogólna liczba nasion w szklarni była ponad pięciokrotnie wyższa niż w polu.
- Większa liczba pszczół samotniczych miała korzystny wpływ na wydajność otrzymanych nasion bez względu na to czy rozmnażanie generatywne prowadzono w szklarni czy w polu.

- Największą wydajnością nasion w warunkach szklarniowych charakteryzowała się linia IW 90/3, natomiast w polu IW 80/4. Najniższą zdolność do rozmnażania generatywnego w obu warunkach uprawy stwierdzono dla linii IW 70/3.
- Badane linie wykazały zróżnicowany poziom samoniezgodności. Linie IW 80/4, IW 90/3 i IW 90/9 były silnie samoniezgodne, natomiast linie IW 70/3 i IW 70/6 były częściowo samozgodne.

Wniosek końcowy

Dla uzyskania największej efektywności w wytwarzaniu nasion kapusty głowiastej białej zaleca się:

- rozmnażanie wegetatywne z sadzonek odrostowych,
- rozmnażanie generatywne w szklarni przy prowadzeniu krzyżowań międzyliniowych z wykorzystaniem pszczoły samotniczej w liczbie 250 szt./izolator,
- do dalszych etapów hodowli ukierunkowanej na tworzenie odmian heterozyjnych należy dobrać odpowiednie linie o zidentyfikowanym poziomie samoniezgodności lub samozgodności.

5. KAPUSTA PEKIŃSKA

a) Opis cech agrobotanicznych linii

MK 41

Linia charakteryzuje się częściowym poziomem wyrównania wewnątrzliniowego, typowym dla średnio-zaawansowanych materiałów hodowlanych kapusty pekińskiej. Masa główek do 1,5 kg o kształcie eliptycznym, z dobrym wypełnieniem wewnętrznym. Pokrój roślin średnio-zwarty, liście zewnętrzne zielone, okres wegetacji do 70 dni od wysadzenia. Linia o średnim poziomie podatności na kiłę kapusty, bakteryjne gnicie, *tip-burn* oraz o średniej tolerancji na zasolenie i średniej zdolności do rozmnażania generatywnego w wyniku samozapylenia oraz zapylenia krzyżowego. Odznacza się silną samoniezgodnością.



BK 32

Linia o eliptycznych, dobrze wypełnionych główkach o masie 1,4 kg. Pokrój roślin średnio-zwarty, o ciemno-zielonej barwie liści zewnętrznych i częściowym wyrównaniu wewnątrzliniowym. Okres wegetacji do 70 dni od wysadzenia. Linia o najwyższej spośród badanych genotypów odporności na kiłę kapusty i *tip-burn*, średnio podatna na bakteryjne gnicie i czerń krzyżowych. Cechuje się dobrą zdolnością do rozmnażania generatywnego w wyniku samozapylenia, słabą produktywnością nasion przy zapyleniu krzyżowym i częściową samoniezgodnością. Wysoka tolerancja na deficyt wody.



433

Linia wytwarza główki o masie ok. 1 kg, kształtu eliptycznego z zewnętrznymi zielonymi liśćmi. Okres wegetacji wynosi ok. 80 dni od wysadzenia. Odznacza się niskim poziomem wyrównania wewnątrzliniowego, typowym dla średnio-zaawansowanych etapów hodowli. Rośliny średnio podatne na kiłę kapusty i bakteryjne gnicie bez tendencji do *tip-burnu*, natomiast o wysokiej podatności na czerń krzyżowych. Linia samo zgodna, o średniej



zdolności do rozmnażania generatywnego w wyniku zapyleń wsobnych oraz dobrej efektywności tworzenia nasion przy zapyleniu krzyżowym. Średnia tolerancja na zasolenie i deficyt wody.

CH 4

Główki o masie ok. 1 kg, kształtu eliptycznego, o średnim wypełnieniu wewnętrznym. Pokrój roślin średnio-zwarty, liście zielone ze średnio intensywnym nalotem woskowym. Linia o wegetacji około 80 dni od wysadzenia, częściowo niewyrównana, wymagająca dalszej selekcji i hodowli wsobnej. Charakteryzuje się średnią podatnością na kiłę kapusty, czerń krzyżowych oraz tolerancją na deficyt wody. Najmniej podatna ze wszystkich ocenianych genotypów na bakteryjne gnicie, wykazuje słabe objawy *tip-burnu*. Linia o dobrej zdolności do rozmnażania generatywnego w wyniku zapyleń krzyżowych oraz o średniej – po zapyleniach wsobnych. Charakteryzuje się częściową samozgodnością i wysoką tolerancją na zasolenie.



Y 2

Linia o najwyższej z badanych masie główek (ok. 2 kg), kształtu beczkowatego i krótkim okresie wegetacji (do 65 dni od wysadzenia). Odznacza się bardzo dobrym wypełnieniem główek i szerokim pokrojem roślin. Linia średnio wyrównana pod względem badanych cech użytkowych. Charakteryzuje się średnią podatnością na kiłę kapusty i *tip-burn*, natomiast jest silnie porażana przez czerń krzyżowych i bakteriozy wywołujące gnicie. Linia samo zgodna, o dobrej zdolności do rozmnażania generatywnego w wyniku zapyleń wsobnych i krzyżowych. Średnia tolerancja na zasolenie i deficyt wody.



b) Procedury dotyczące rozmnażania wegetatywnego i generatywnego linii kapusty pekińskiej

Rozmnażanie wegetatywne

Rozmnożenie wegetatywne przy pomocy sadzonek odrostowych jest niedrogą i efektywną metodą hodowlaną umożliwiającą otrzymanie większej liczby roślin z wyselekcjonowanych pojedynków zabezpieczającą przed utratą cennych materiałów w okresie jarowizacji. W celu rozmnożenia wegetatywnego linii wsobnych kapusty pekińskiej, należy dokonać selekcji pojedynczych roślin o najlepszych cechach morfologiczno-użytkowych, określonym poziomie samozgodności/samoniezgodności oraz o wysokiej zdolności do rozmnażania generatywnego w warunkach polowych lub szklarniowych.

Sadzonki odrostowe są wytwarzane na nadziemnej części głąba w kątach liściowych po ścięciu główek w fazie dojrzałości zbiorczej. Po ścięciu główek powinny zostać przynajmniej dwa lub trzy zdrowe liście zewnętrzne umożliwiające odżywianie rosnących pędów odrostowych. Termin ścinania główek zależy od wczesności badanych linii oraz dojrzałości główek. Najwyższą efektywność oraz optymalną wielkość sadzonek uzyskuje się w terminie uprawy jesiennej od końca września do końca października. Plantacja z kapustą pekińską przeznaczona do rozmnażania przez sadzonki odrostowe powinna być utrzymana w bardzo wysokiej zdrowotności. Do rozmnożenia generatywnego wybierane są jedynie rośliny bez objawów chorobowych oraz typowe dla badanych linii. Wytwarzanie odrostów następuje przez okres 2-3 tygodni i jest cechą indywidualną, charakterystyczną dla poszczególnych linii. W przypadku linii późnych, jeśli istnieje niebezpieczeństwo przymrozków, rośliny kapusty z korzeniami można

przesadzić do 10 l. donic uprawowych i umieścić w ogrzewanej szklarni. Optymalna temperatura do wzrostu sadzonek wynosi 15-20 °C. W trakcie wytwarzania odrostów oraz ukorzenia sadzonek należy zapewnić bardzo dobre warunki fitosanitarne, w razie potrzeby należy stosować ochronę chemiczną zgodnie z zaleceniami dla kapusty pekińskiej ze szczególnym uwzględnieniem czerni krzyżowych, bakteryjnego gnicia, mączniaka prawdziwego oraz mszyc i larw motyli. Po 2-3 tygodniach od ścięcia główek odrosty powinny mieć wielkość do 6-10 cm. Ich liczba jest różna u różnych odmian/linii i wynosi od dwóch do kilkunastu sztuk/roślinę. W celu przyspieszenia ukorzenia można stosować doświetlanie do 12 godzin. Sadzonki o długości 4-6 cm można odcinać od głęba a następnie ukorzeniać w warunkach kontrolowanych w mieszaninie torfu z piaskiem z wykorzystaniem ukorzeniacza do sadzonek zielnych lub półdREWNIĄTYCH. Po upływie 2-3 tygodni ukorzone sadzonki odrostowe mogą być przenoszone do fitotronów lub komór wzrostu, gdzie będą poddawane jarowizacji w temperaturze od 2 do 8 °C przy 8 godzinach doświetlania.

Tabela 7. Zdolność do rozmnażania wegetatywnego linii kapusty pekińskiej

Linia	Średnia liczba sadzonek/roślinę	Zakres zmienności
MK 41	6	2-10
433	7	3-9
BK 32	8	2-11
Y 2	7	3-8
CH 4	6	2-10

Badane linie kapusty pekińskiej odznaczały się podobną zdolnością do wytwarzania sadzonek odrostowych (tab.7). Efektywność tworzenia sadzonek jest zależna w dużym stopniu od zdrowotności roślin.

Rozmnażanie generatywne

Linie kapusty pekińskiej oceniono pod względem ich zdolności do rozmnażania generatywnego przy zapyleniu krzyżowym w izolatorach (3 m x 3 m) w szklarni i w polu oraz poziomu samoniezdności przy zapyleniu wsobnym w szklarni.

Tabela 8. Masa nasion/roślinę (g) wybranych linii kapusty pekińskiej otrzymanych w wyniku zapyleń krzyżowych w izolatorach szklarniowych

Linia	Liczba owadów zapyłających/izolator				Średnia
	mucha domowa (szt.)		pszczola samotnicza (szt.)		
	250	80	130	250	
MK 41	15	13	44	2,9	18,7
433	34	51	32	28,8	36,5
BK 32	18	30	-	5,0	17,7
Y 2	30	36	13	23,0	25,5
CH 4	93	84	-	16,9	64,6
Średnia	38,0	42,8	29,7	15,3	

Tabela 9. Masa nasion/roślinę (g) wybranych genotypów kapusty pekińskiej otrzymanych w wyniku zapyleń krzyżowych w izolatorach polowych

Linia	Liczba owadów zapylających /izolator				Średnia
	mucha domowa (szt.)		pszczola samotnicza(szt.)		
	250	80	130	250	
MK 41	2,8	2,5	13,4	27,5	11,6
433	3,7	-	16,6	31,4	17,2
BK 32	-	-	13,4	4,1	8,8
Y 2	51,3	25,5	20,2	58,6	38,9
CH 4	6,7	5,3	-	-	6,0
Średnia	16,1	11,1	15,9	30,4	

Tabela 10. Ocena poziomu samoniezgodności wybranych linii kapusty pekińskiej na podstawie samozapyleń na otwartym kwiecie oraz efektywność tworzenia nasion/luszczyne w wyniku samozapylecia w fazie zielonego pąka

Linia	Zapylenie		
	na otwartym kwiecie		w fazie zielonego pąka
	średnia liczba nasion/luszczyne	poziom samoniezgodności ¹	średnia liczba nasion/luszczyne
MK 41	0,0	1	4,8
433	2,2	5	3,9
BK 32	0,7	3	7,1
Y 2	2,0	5	8,1
CH 4	1,2	3	3,7
Średnia	1,2		5,5

¹ samoniezgodność: 1 – silna, 3 – częściowa, 5 – linie samozgodne

c) Podsumowanie

- Wydajność tworzenia nasion dla kapusty pekińskiej w izolatorach szklarniowych była wyższa niż w izolatorach polowych dla obu gatunków owadów zapylających (tab. 8, 9).
- Liczba kokonów pszczół samotniczych miała wpływ na liczbę otrzymanych nasion. Dla roślin rozmnażanych w szklarni efektywniejsze było zastosowanie niższych liczebności pszczół (80 kokonów/izolator); w polu wyższe wydajności nasion były otrzymywane przy maksymalnej ich liczebności (250 kokonów/izolator) (tab. 8, 9).
- Największą wydajnością nasion w obu warunkach uprawy charakteryzowała się linia CH 4 (70,6 g/roślinę), a najniższą BK 32 (26,4 g/roślinę) (tab. 8, 9).
- Badane linie cechowały się zróżnicowanym poziomem samoniezgodności (tab. 10). Linia MK 41 była silnie samoniezgodna, linie BK 32 i CH 4 były częściowo samozgodne, natomiast linie 433 oraz Y 2 wykazywały samozgodność.

Wniosek końcowy

Dla uzyskania największej efektywności w wytwarzaniu nasion kapusty pekińskiej zaleca się:

- rozmnażanie wegetatywne linii z sadzonek odrostowych,
- rozmnażanie generatywne przy zapyleniu krzyżowym w izolatorach w szklarni
- z wykorzystaniem niższych liczebności pszczoły samotniczej (80 szt./izolator),
- rozmnażanie generatywne można też przeprowadzać w izolatorach w polu przy
- zastosowaniu muchy (250 szt./izolator) oraz jak najwyższej liczebności pszczół (250szt./izolator),

- do dalszych etapów hodowli ukierunkowanej na tworzenie odmian heterozyjnych należy dobierać odpowiednie linie o zidentyfikowanym poziomie samoniezgodności lub samozgodności.

5. Literatura

- Michalik B. 1993. Hodowla marchwi W : Hodowla roślin warzywnych. Red. K. Niemirowicz-Szczytt. Wyd. SGGW, Warszawa: 55-77.
- Steffan-Dewenter I. 2003. Seed set of male-sterile and male-fertile oilseed rape (*Brassica napus*) in relation to pollinator density. *Apidologie* 34: 227-235.
- Mishra R.C., Kumar J., Gupta J.K. 1988. The effect of mode of pollination on yield and oil potential of *Brassica campestris* L. var. *sarson* with observation on insects pollinators. *J. Apic. Res.* 27: 186-189.
- Singh M.P., Singh K.I., Devi C.S. 2000. Role of *Apis cerana himalaya* pollination on yield and quality of rapeseed and sunflower. In: Asian Bees and Beekeeping (Eds. Matzuka M., Verma L.R., Wongsiri S., Shrestha K.K., Pratap U.) Oxford and IBH Publishing Co., New Dehli, pp: 186-189.