

Zastosowanie poliploidyzacji mitotycznej *in vitro* w indukowaniu zmienności genetycznej oraz możliwości poprawy wybranych cech użytkowych agrestu (*Ribes grossularia* L.) i czereśni (*Prunus avium* L.)

Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy, Skierniewice

Badania Podstawowe na rzecz postępu biologicznego w produkcji roślinnej
zadanie 46, okres realizacji 2021 – 2027

Kierownik zadania: Aleksandra Trzewik aleksandra.trzewik@inhort.pl

Wykonawcy: Małgorzata Podwyszyńska, Marek Szymajda, Łukasz Seliga, Monika Kałużna, Monika Działkowska, Angelika Niewiadomska-Wnuk, Małgorzata Grzelak, Katarzyna Mynett, Dominika Niedzielska, Szymon Trzaska

Cele/tematy badawcze projektu w 2024 r.

1. Potwierdzenie statusu tetraploidalnego pędów otrzymanych w roku 2023 na etapie ich ukorzeniania i aklimatyzacji mikrosadzonek oraz tetraploidalnych roślin posadzonych w kwaterze hodowlanej przy użyciu cytometrii przepływowowej (FCM).
2. Otrzymanie i dalsza uprawa tetraploidalnych roślin agrestu i czereśni z pędów indukowanych w 2023 roku.
3. Ocena w warunkach szklarniowych parametrów wzrostu, zawartości chlorofilu oraz liczby i wielkości aparatów szparkowych tetraploidów, w porównaniu do diploidalnych odpowiedników.
4. Opracowanie metody zakażania tetraploidów czereśni i ich diploidalnych odpowiedników do badań nad ich podatnością na raka bakteryjnego drzew owocowych powodowanego przez *Pseudomonas syringae*.

Wszystkie cele zostały osiągnięte

Materiały i metody

Temat 1. Materiałem badawczym były młode liście pobierane z regenerantów, dwóch genotypów agrestu 'Biały Triumf' i AGR9 oraz jednej odmiany czereśni 'Regina', otrzymanych po działaniu antymityotyków w 2023 roku. Regeneranty różniące się fenotypowo od swoich odpowiedników diploidalnych tzn. posiadające krótsze i grubsze pędy oraz ciemniejsze i drobniejsze liście, były wykorzystywane w analizach identyfikacji, wyselekcjonowania oraz potwierdzania statusu tetraploidów metodą cytometrii przepływowej poprzez ocenę poziomu ploidalności (FCM-DAPI oraz FCM-PI). W przypadku roślin posadzonych w kwaterze hodowlanej materiałem badawczym były młode liście pobrane wiosną z dwóch odmian czereśni 'Merton Premier' i 'Tamara'.

Temat 2. Materiałem do badań były otrzymane w 2023 roku 4 linie tetraploidalne agrestu: A7/2-4x, A8/1-4x, A15/1-4x, A23-4x odmiany 'Biały Triumf', 3 linie tetraploidalne: A51/1-4x, B15/3-4x, B20/1-4x klonu hodowlanego AGR9 oraz 17 tetraploidalnych linii czereśni odmiany 'Regina'. Tetraploidalne pędy agrestu były rozmnażane *in vitro* na podstawowej pożywce, która zawierała: sole MS lub WPM, 0,2 mg/l mT, 0,1 mg/l GA₃, 0,1 mg/l IAA. Pędy agrestu powyżej 0,3-0,4 cm przeznaczano do ukorzenia i umieszczano je w pożywce ½ soli WPM, 4 g /l węgla aktywnego. Tetraploidalne pędy czereśni rozmnażano *in vitro* na podstawowej pożywce, która zawierała sole MS; 0,8 mg/l BAP; 1,0 mg/l GA₃; 0,01 mg/l IBA. Dobrze ukształtowane pędy czereśni ukorzeniano *in vitro* na pożywce z dodatkiem auksyny IBA. Oceniano wysokość pędów, liczbę liści, i długość korzeni oraz procent pędów ukorzenionych. Ukorzenione *in vitro* rośliny, aklimatyzowano w szklarni.

Temat 3. Po okresie aklimatyzacji rozpoczęto obserwacje i pomiary parametrów morfologicznych i fizjologicznych 4 linii tetraploidalnych agrestu odmiany 'Biały Triumf', 3 linii tetraploidalnych klonu AGR9, 17 tetraploidalnych linii czereśni odmiany 'Regina' oraz ich diploidalnych odpowiedników tj. odmian. Określono wysokość roślin, liczbę międzywęźli (u czereśni) a także średnicę pędu u podstawy. Określono dynamikę wzrostu roślin, liczbę międzywęźli, średnicę pędu, zawartość chlorofilu oraz gęstość i długość aparatów szparkowych.

Temat 4. Testowano dwie metody inokulacji tetraploidalnych i diploidalnych roślin czereśni bakteriami *Pseudomonas syringae*. W pierwszej metodzie wykorzystano pędy dwóch tetraploidalnych linii czereśni odmiany 'Tamara' (B3/6-4x, H13-4x) i ich diploidalne odpowiedniki. Dla porównania (kombinacja kontrolna) użyto pędów czereśni odmiany podatnej na raka bakteryjnego 'Rainier'. Pędy inokulowano zawiesiną bakterii o stężeniu 10⁸ jtk/ml naniesioną na wierzchołek. W drugiej metodzie wykorzystano dwie tetraploidalne linie czereśni 'Tamara' oraz ich diploidalne odpowiedniki rosnące w kulturach *in vitro* na standardowej pożywce do namnażania. Rośliny (eksplantaty) inokulowano zawiesiną bakterii o stężeniu 10⁸ jtk/ml przez nacięcie podstawy pędu nożyczkami uprzednio zanurzonymi w inokulum. Po 30 dniach od inokulacji oceniono podatność pędów, czego wskaźnikiem były powstałe nekrozy.

Temat 1. Wyniki

Na podstawie przeprowadzonych analiz cytometrycznych potwierdzono tetraploidalny status pędów dwóch genotypów agrestu i jednej odmiany czereśni otrzymanych w roku 2023 na etapie ich ukorzenia i aklimatyzacji mikrosadzonek.

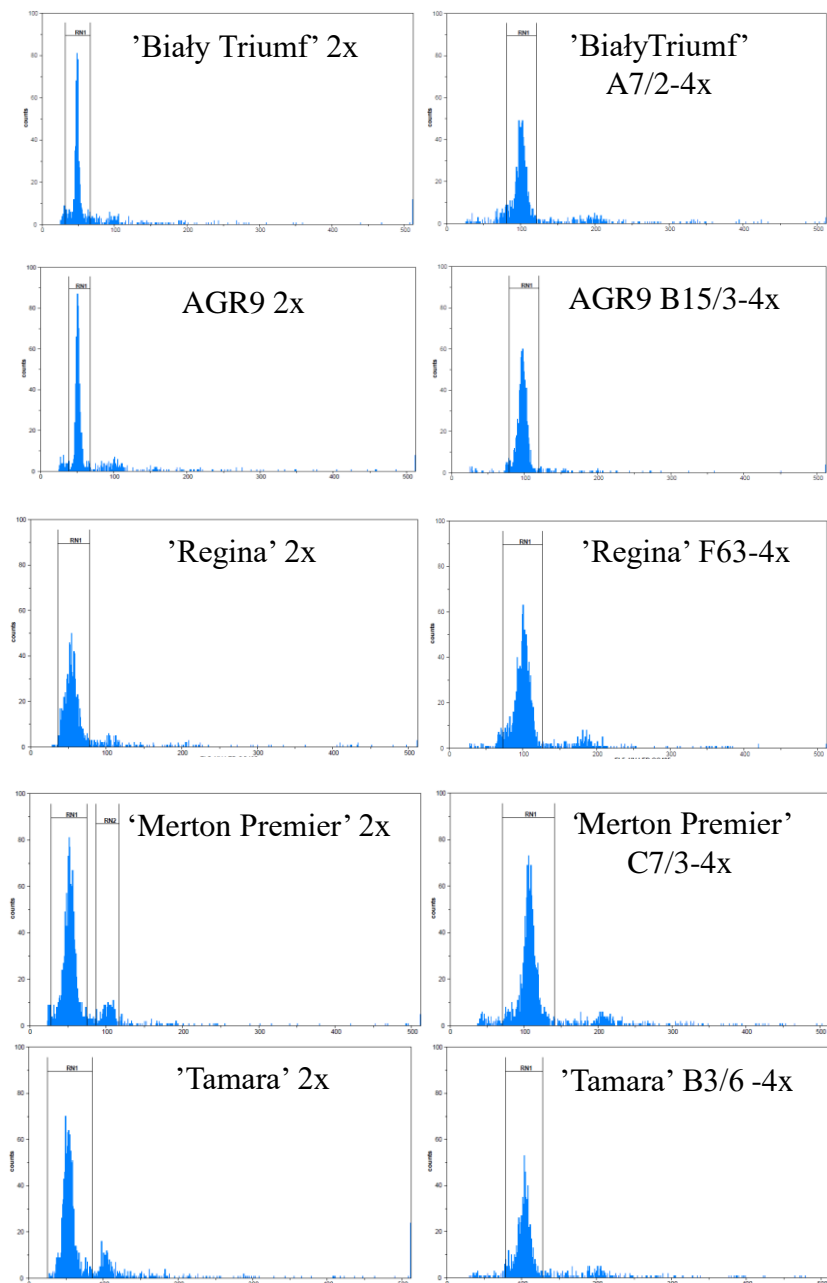
Dla 4 linii tetraploidalnych agrestu: A7/2-4x, A8/1-4x, A15/1/4x, A23-4x odmiany 'Biały Triumf' i 3 linii tetraploidalnych: A51/1-4x, B15/3-4x, B20/1-4x klonu hodowlanego AGR9 wykonano w roku 2024 łącznie 157 analiz cytometrycznych potwierdzających tetraploidalny status (Fot. 1).

Dla 17 linii tetraploidalnych czereśni odmiany 'Regina' wykonano łącznie 352 analiz cytometrycznych, które potwierdziły ich tetraploidalność (Fot. 1).

Wykonano także 51 analiz cytometrycznych potwierdzających tetraploidalność roślin czereśni odmiany 'Merton Premier' i 'Tamara' posadzonych w kwaterze hodowlanej w roku 2023 (Fot. 1).

Wnioski

1. Analizy cytometryczne potwierdziły tetraploidalny status 4 linii agrestu 'Biały Triumf', 3 linii klonu AGR9 oraz 17 linii odmiany czereśni 'Regina' otrzymanych w roku 2023.
2. Analizy cytometryczne potwierdziły tetraploidalność roślin dwóch odmian czereśni 'Merton Premier' i 'Tamara' posadzonych w kwaterze hodowlanej w roku 2023.



Fot. 1. Histogramy roślin diploidalnych (2x) oraz tetraploidalnych (4x) agrestu i czereśni.

Temat 2. Wyniki

Parametry namnażania i ukorzenia *in vitro* tetraploidalnych pędów agrestu 'Biały Triumf' były niższe od pędów kontrolnych (Tab. 1). Dla tetraploidalnych pędów linii klonu AGR9 parametry namnażania i ukorzenia były zbliżone do kontroli, za wyjątkiem pędów linii B20/1-4x, u których współczynnik namnażania był o 25 % a ukorzenia o 60% niższy w stosunku do kontroli (Fot. 2). U odmiany 'Biały Triumf', odsetek roślin tetraploidalnych, które pomyślnie przeszły aklimatyzację wyniósł od 4,8% dla linii A8/1-4x do 50,0% dla linii A15/1-4x, u genotypu AGR9 wahał się od 48,6% dla linii A51/1-4x do 70,6 % dla linii B20/1-4x.

Współczynnik namnażania *in vitro* tetraploidów czereśni 'Regina' wyniósł od 0,2 do 1,3 i był niższy w stosunku do kontroli (Tab. 2). Parametry ukorzenia i odsetek pędów ukorzenionych był wyższy u pędów tetraploidalnych. U ośmiu z 17 linii tetraploidalnych odnotowano 100% ukorzenionych pędów. % aklimatyzacji u tetraploidalnych roślin czereśni wahał się od 25% do 100% (Tab. 2).

Tab. 1. Parametry namnażania i ukorzenia *in vitro* oraz aklimatyzacji tetraploidalnych pędów agrestu 'Biały Triumf' i AGR9

Tetraploid	Namnażanie pędów <i>in vitro</i>		Ukorzenie pędów (%)	Aklimatyzacja (%)
	Współczynnik namnażania	Liczba pędów przydatnych do ukorzenia (szt.)		
'Biały Triumf'				
Kontrola 2x	3,5	1,3	58,0	92,4
A7/2-4x	2,6	0,6	15,6	15,4
A8/1-4x	2,4	0,4	15,8	4,8
A15/1-4x	3,2	0,6	23,0	50,0
A23-4x	2,0	0,2	26,7	33,0
AGR 9				
Kontrola 2x	4,0	1,0	48,0	100
A51/1-4x	4,3	0,8	33,1	48,6
B15/3-4x	3,4	0,7	23,5	54,7
B20/1-4x	3,0	0,4	42,8	70,6



Fot. 2. Ukorzenie *in vitro* tetraploidalnych pędów agrestu: A – rośliny kontrolne odmiany 'Biały Triumf'; B – tetraploid linii A15/1-4x odmiany 'Biały Triumf'; C – tetraploidy linii B20/1-4x klonu AGR9

Tab. 2. Parametry namnażania i ukorzenia *in vitro* tetraploidalnych pędów czereśni 'Regina'

Tetraploidy	Namnażanie pędów <i>in vitro</i>		Ukorzenie pędów <i>in vitro</i>		
	Współczynnik namnażania	Liczba pędów przydatnych do ukorzenia (szt.)	Liczba korzeni (szt.)	Długość korzeni (cm)	Ukorzenie pędów (%)
Kontrola-2x	1,4	1,0	0,4	4,4	25,0
C4-4x	1,3	1,0	2,3	6,4	50,0
C8-4x	0,7	1,0	3,0	7,5	100,0
C9-4x	0,6	1,0	5,0	5,0	100,0
C10-4x	0,8	1,0	3,5	5,5	100,0
C11-4x	0,5	1,0	4,7	5,3	89,0
C19-4x	1,3	1,0	3,0	7,0	50,0
C22-4x	1,3	1,0	2,6	5,7	100,0
C23-4x	1,3	1,0	3,2	8,5	94,0
C24-4x	0,2	1,0	1,0	7,3	33,0
C26-4x	0,6	1,0	1,6	6,6	71,0
D4-4x	0,9	1,0	1,3	4,5	58,0
E25-4x	1,0	1,0	0,7	4,6	27,0
F40-4x	0,5	1,0	2,0	7,5	92,0
F41/1-4x	1,0	1,0	3,0	4,7	100,0
F63-4x	0,8	1,0	2,5	5,5	100,0
H30-4x	0,8	1,0	4,0	6,5	100,0
H34-4x	0,8	1,0	4,5	7,4	100,0

Wnioski

1. Współczynnik namnażania i ukorzenia *in vitro* tetraploidalnych pędów agrestu 'Biały Triumf' i klonu AGR9 był niższy w porównaniu do pędów kontrolnych.
2. Powodzenie aklimatyzacji tetraploidalnych roślin agrestu 'Biały Triumf' wyniosło od 4,8 do 50%, dla klonu AGR9 od 48,6 do 70,6%.
3. Współczynnik namnażania *in vitro* tetraploidalnych pędów czereśni 'Regina' był niższy w porównaniu do pędów kontrolnych, a parametry ukorzenia *in vitro* były wyższe w porównaniu do pędów kontrolnych.
4. U ośmiu linii tetraploidalnych pędów czereśni 'Regina' odnotowano 100% ukorzenionych pędów.

Temat 3. Wyniki

Tetraploidalne rośliny linii A7/2-4x agrestu odmiany 'Biały Triumf' cechowały się większą dynamiką wzrostu w porównaniu do diploidalnych roślin kontrolnych oraz roślin pozostałych trzech linii tetraploidalnych odmiany 'Biały Triumf' (Tab. 3). Średnia wysokość tetraploidów A7/2-4x wynosiła 62,0 cm, a roślin kontrolnych 55,7 cm. Tetraploidalne rośliny 3 linii agrestu AGR9 odznaczały się większą dynamiką wzrostu w porównaniu do roślin kontrolnych (Tab. 3, Fot. 3). Średnia wysokość roślin tetraploidalnych wynosiła 55,5 cm, a roślin kontrolnych 48,5 cm. Średnica pędu obu badanych tetraploidalnych genotypów agrestu była większa od ich diploidalnych odpowiedników, zwłaszcza w przypadku tetraploidów klonu AGR9 (Tab. 3). Diploidalne rośliny kontrole miały więcej pędów bocznych w porównaniu do roślin tetraploidalnych.

Długość aparatów szparkowych tetraploidalnych genotypów agrestu wahała się od 36,2 do 39,8 μm i była większa w porównaniu do kontroli (29,2–31,3 μm), jednak ich gęstość była mniejsza i wynosiła od 68/mm² do 102/mm² w porównaniu do diploidalnej kontroli (129–137/mm²) (Tab. 4, Fot. 4). Tetraploidalne rośliny agrestu cechowały się wyższym indeksem zawartości chlorofilu zarówno po 2, jak i 5 miesiącach wzrostu w szklarni w porównaniu do diploidalnych roślin kontrolnych (Tab. 4).

Tab. 3. Wysokość, średnica pędu, liczba pędów bocznych u tetraploidów i roślin kontrolnych agrestu 'Biały Triumf' i AGR9 po 5 miesiącach wzrostu w szklarni

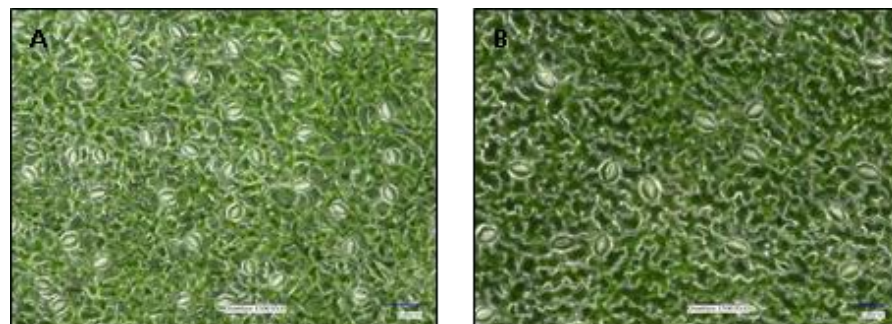
Tetraploid	Wysokość pędu głównego (cm)	Średnica pędu (mm)	Liczba pędów bocznych
'Biały Triumf'			
Kontrola 2x	55,7	5,2	4
A7/2-4x	62,0	8,2	0
A8/1-4x	49,0	6,6	1
A15/1-4x	50,7	6,1	1
A23-4x	48,0	5,9	0
AGR9			
Kontrola 2x	48,5	5,4	3
A51/1-4x	56,0	7,3	2
B15/3-4x	50,4	6,1	1
B20/1-4x	60,2	9,7	1

Tab. 4. Gęstość i długość aparatów szparkowych, zawartość chlorofilu u tetraploidów i roślin kontrolnych agrestu odmiany 'Biały Triumf' i klonu AGR9

Tetraploid	Aparaty szparkowe		Indeks zawartości chlorofilu po 2 miesiącach wzrostu	Indeks zawartości chlorofilu po 5 miesiącach wzrostu
	Gęstość (szt./1 mm ²)	Długość (μm)		
'Biały Triumf'				
Kontrola 2x	137	29,2	26,8	27,5
A7/2-4x	91	39,0	28,0	28,9
A8/1-4x	68	39,8	28,3	29,0
A15/1-4x	78	39,4	29,0	28,5
A23-4x	81	38,7	28,0	28,4
AGR9				
Kontrola 2x	129	31,3	26,6	27,0
A51/1-4x	102	36,2	28,5	27,4
B15/3-4x	90	36,3	25,4	27,2
B20/1-4x	74	37,5	26,9	27,8



Fot. 3. Wzrost roślin agrestu klon AGR9 po 5 miesiącach w szklarni



Fot. 4. Wielkość i gęstość aparatów szparkowych agrestu klon AGR9: A – diploid; B – tetraploid B20/1-4x po 3 miesiącach wzrostu w szklarni

Temat 3. Wyniki cd

Największą dynamikę wzrostu wykazywały kontrolne rośliny czereśni odmiany 'Regina', których przyrost wysokości pędu, liczby międzywęźli i średnicy pędu wyniósł odpowiednio 109,4 cm, 24 szt. i 8,6 mm po pięciu miesiącach wzrostu w szklarni. U tetraploidalnych roślin przyrost wysokości pędu wahał się od 61 do 100 cm, liczby międzywęźli od 12 do 19 szt., a średnicy pędu od 5,3 do 8,0 mm (Tab. 5, Fot. 5).

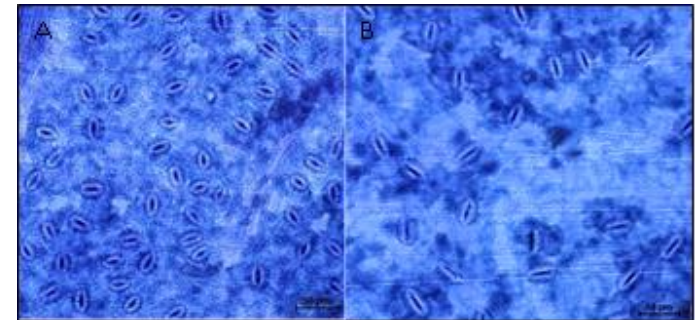
Długość aparatów szparkowych tetraploidalnych roślin czereśni wahała się od 30,2 do 43,2 μm i była większa w porównaniu do kontroli (25,1 μm), jednak ich gęstość była mniejsza i wynosiła od 115,5/mm² do 185,5/mm² w porównaniu do diploidalnej kontroli (332,9 mm²) (Tab. 5, Fot. 6). Tetraploidalne rośliny czereśni cechowały się wyższym indeksem zawartości chlorofilu zarówno po 2, jak i 5 miesiącach wzrostu w szklarni w porównaniu do diploidalnych roślin kontrolnych (Tab. 5).

Tab. 5. Dynamika wzrostu, gęstość i długość aparatów szparkowych, zawartość chlorofilu u tetraploidów i roślin kontrolnych czereśni odmiany Regina po 5 miesiącach wzrostu w szklarni

Tetraploid	Przyrost wysokości pędu (cm)	Przyrost liczby międzywęźli (szt.)	Przyrost średnicy pędu (mm)	Aparaty szparkowe		Indeks zawartości chlorofilu
				Gęstość (szt./1 mm ²)	Długość (μm)	
Kontrola-2x	109,4	24	8,6	332,9	25,1	20,9
C4-4x	78,5	13	7,6	165,5	35,6	26,2
C8-4x	77,0	14	6,3	146,2	34,7	23,6
C9-4x	76,2	12	7,0	155,2	30,8	23,8
C10-4x	78,4	13	6,2	138,7	33,5	23,9
C11-4x	82,1	15	6,2	139,9	43,2	23,7
C19-4x	66,5	12	6,7	142,7	32,1	24,5
C22-4x	73,4	12	7,6	151,2	33,0	21,9
C23-4x	74,2	13	8,0	149,0	32,8	22,1
C24-4x	100,0	19	6,7	121,8	36,8	26,0
C26-4x	73,3	15	7,4	115,5	36,1	23,7
D4-4x	75,8	17	6,5	153,8	40,8	22,9
E25-4x	69,8	16	6,6	150,0	30,2	20,7
F40-4x	61,0	14	5,4	149,6	34,3	23,1
F41/1-4x	65,5	13	7,1	154,2	32,7	24,0
F63-4x	81,0	18	5,3	159,5	33,3	27,6
H30-4x	66,5	13	6,4	168,6	32,7	23,8
H34-4x	78,0	15	6,7	185,3	32,9	24,2



Fot. 5. Wzrost roślin czereśni odmiany 'Regina' po 5 miesiącach w szklarni: A – C11-4x; B – D4-4x; Roślina nr 1 – kontrola (2x), nr 2–4 rośliny tetraploidalne



Fot. 6. Wielkość i gęstość aparatów szparkowych czereśni 'Regina': A – diploid; B – tetraploid C24-4x

Wnioski

1. Tetraploidy agrestu AGR9 rosnące w szklarni miały większą dynamikę wzrostu niż ich diploidalne odpowiedniki.
2. Tetraploidy czereśni odmiany 'Regina' rosnące w szklarni miały mniejszą dynamikę wzrostu niż ich diploidalne odpowiedniki.
3. Gęstość aparatów szparkowych diploidalnych roślin kontrolnych agrestu odmiany 'Biały Triumf' i klonu AGR9 oraz czereśni odmiany 'Regina' była większa w porównaniu do roślin tetraploidalnych, natomiast długość aparatów szparkowych była większa u tetraploidów.
4. Indeks zawartość chlorofilu u genotypów tetraploidalnych agrestu i czereśni rosnących w szklarni był wyższy niż u roślin diploidalnych.

Temat 4. Wyniki

Testowane izolaty *Pseudomonas syringae* kolonizowały pędy badanych odmian czereśni. Po 30 dniach od inokulacji pędów izolatem referencyjnym LMG1247 długość nekroz była największa u odmiany 'Rainier' i wyniosła 8,7 mm (Tab. 6). Diploidalne pędy odmiany 'Tamara' miały długość nekrozy większą od pędów obu tetraploidalnych linii. Izolat *P. syringae* 420a powodował dłuższe nekrozy na wszystkich testowanych genotypach czereśni w porównaniu do izolatu LMG1247. Po 30 dniach od inokulacji pędów długość nekroz u odmiany 'Rainier' oraz 'Tamara' wyniosła odpowiednio 19,5 i 7,2 mm. Najmniejsze długości nekroz odnotowano na tetraploidalnych pędach odmiany 'Tamara' B6/3-4x oraz H13-4x (Tab. 6, Fot. 7). Po zakończeniu doświadczenia z powstałych nekroz reizolowano izolaty *P. syringae*, co potwierdziło, że były one sprawcami powstałych nekroz.

Tab. 6. Długość nekrozy (mm) na pędach czereśni inokulowanych izolatami *Pseudomonas syringae* po 30 dniach od inokulacji

Genotyp czereśni	Długość nekrozy (mm) po 30 dniach inokulacji
<i>Pseudomonas syringae</i> izolat referencyjny LMG1247	
Rainier*	8,7
Tamara 2x	4,2
Tamara B3/6-4x	2,7
Tamara H13-4x	3,5
<i>Pseudomonas syringae</i> izolat 420a	
Rainier*	19,5
Tamara 2x	7,2
Tamara B3/6-4x	4,5
Tamara H13-4x	4,6

* Odmiana wrażliwa na raka bakteryjnego drzew owocowych



Fot. 7. Długość nekroz pędów czereśni po 30 dniach od inokulacji izolatem *Pseudomonas syringae* 420a; A – odmiana 'Rainier', B – odmiana 'Tamara' (2x), C – tetraploid B6/3-4x, D – tetraploid H13-4x

Wnioski

1. Odmiana czereśni 'Rainier' okazała się najbardziej wrażliwa na testowane izolaty *Pseudomonas syringae*.
2. Izolat *P. syringae* 420a powodował dłuższe nekrozy na wszystkich testowanych genotypach czereśni w porównaniu do izolatu LMG1247.
3. Reizolacja *P. syringae* z zainokulowanych pędów testowanych genotypów czereśni potwierdziła, że patogen był sprawcą powstałych nekroz.
4. Metoda inokulacji pędów zawiesiną zarodników *P. syringae* okazała się odpowiednią do testowania poliploidów pod kątem odporności na raka bakteryjnego drzew owocowych u czereśni.

Mierniki zadania – stopień realizacji

Lp.	miernik	wartość miernika podana w opisie zadania	wartość miernika zrealizowana	stopień realizacji zadania
1	2	3	4	5
Temat badawczy 1				
1.1	Liczba analizowanych odmian (2 genotypy agrestu i 1 odmiana czereśni)	5	5	1,0
1.2	Liczba analiz (FCM-DAPI i FCM-PI)	2	2	1,0
Temat badawczy 2				
2.1	Liczba rozmnażanych tetraploidów <i>in vitro</i> (2 genotypu agrestu i 1 odmiana czereśni).	3	3	1,0
Temat badawczy 3				
3.1	Liczba pomiarów parametrów morfologicznych (wysokość, liczba międzywęźli, dynamika wzrostu)	3	3	1,0
3.2	Liczba pomiarów parametrów fizjologicznych (zawartość chlorofilu)	1	1	1,0
3.3	Liczba analiz mikroskopowych (liczba i wielkość aparatów szparkowych)	2	2	1,0
3.4	Liczba obserwowanych tetraploidów (linii tetraploidalnych)	24	24	1,0
Temat badawczy 4				
4.1	Liczba testowanych odmian czereśni	2	2	1,0
4.2	Liczba szczepów <i>Pseudomonas syringae</i> użyta do określenia odporności czereśni na raka bakteryjnego	2	2	1,0
Średnia				1,0
% realizacji zadania				100

Prezentacja wyników

Konferencje krajowe

Monika Marat, Aleksandra Trzewik, Angelika Niewiadomska-Wnuk „Wykorzystanie cytometrii przepływowej w poszukiwaniu poliploidów agrestu (*Ribes grossularia* L.) i czereśni (*Prunus avium* L.) otrzymanych metodą *in vitro*”, Poster, Ogólnopolska Konferencja Naukowa „Innowacyjne Ogrodnictwo Źródłem Produktów Wysokiej Jakości”, 4-6 czerwca 2024, Lublin

Aleksandra Trzewik, Monika Marat, Małgorzata Grzelak, Marek Szymajda „Phenotypic assessment of tetraploids of sweet cherry (*Prunus avium* L.)”, Poster, European Congress of Life Sciences Eurobiotech, 27-28 czerwca 2024, Kraków

Aleksandra Trzewik, Angelika Niewiadomska-Wnuk „Mikrorozmnażanie oraz aklimatyzacja tetraploidów agrestu (*Ribes grossularia* L.) i czereśni (*Prunus avium* L.)”, Poster, XVI Ogólnopolska Konferencja Kultur In Vitro i Biotechnologii Roślin „Biotechnologia i Kultury In Vitro Roślin w Badaniach Podstawowych i Aplikacyjnych”, 23-25 września 2024, Kraków

Zgłoszenie patentowe

Aleksandra Trzewik, Danuta Kucharska, Małgorzata Podwyszyńska, Monika Marat, Marek Szymajda „Sposób otrzymywania tetraploidów czereśni (*Prunus avium* L.) w kulturach *in vitro*” wniosek o udzielenie patentu na wynalazek o nr P.448893 z dn. 19.06.2024r