

# ZADANIE 41

## **BADANIA NAD GENETYCZNYM UWARUNKOWANIEM WYBRANYCH CECH UŻYTKOWYCH TRUSKAWKI (POWTARZANIE OWOCOWANIA, WIELKOŚĆ I JAKOŚĆ PŁONU, ZDROWOTNOŚĆ ROŚLIN) W OPARCIU O ANALIZĘ BIOMETRYCZNĄ I MOLEKULARNĄ**

**POSTĘP BIOLOGICZNY**  
Okres realizacji: 2024

### **KIEROWNIK ZADANIA 41**

**dr hab. Agnieszka Masny, prof. IO**

**e-mail: [Agnieszka.Masny@inhort.pl](mailto:Agnieszka.Masny@inhort.pl)**

**Wykonawcy:** prof. dr hab. Stanisław Pluta, dr hab. Monika Mieszczakowska-Frać, prof. IO, dr Anita Kuras, dr Mariusz Lewandowski, dr Sylwester Masny, dr Łukasz Seliga, dr Marek Szymajda, dr Sylwia Keller-Przybyłkiewicz, dr Justyna Szwejda-Grzybowska, mgr Hubert Głos, mgr Jolanta Kubik, mgr Monika Zbrzeźniak, mgr Bogusława Idczak, Krzysztof Pęzik, Piotr Skręta, Marzena Śnieguła, Katarzyna Skrzeczkowska, Krystyna Strączyńska, Danuta Perzanowska, Wioleta Jędrzejczak, Monika Stępowska, Łukasz Murgrabia, Karolina Wieteska, Agnieszka Budzałek, Dominik Budynek, Leszek Skorupiński

Instytut Ogrodnictwa –  
Państwowy Instytut Badawczy  
ul. Konstytucji 3 Maja 1/3  
96-100 Skierniewice



# CELE PROJEKTU

1. Wykonanie oceny wybranych cech fenotypowych siewek i ich form rodzicielskich, takich jak termin kwitnienia i dojrzewania owoców, plon, masa, atrakcyjność i jędrność owoców, porażenie roślin przez choroby grzybowe liści dla określenia ogólnej (efekty GCA) i specyficznej (efekty SCA) zdolności kombinacyjnej genotypów rodzicielskich.
2. Analiza zawartości ekstraktu, związków fenolowych i kwasu askorbinowego (wit. C) w owocach mieszańców i ich form rodzicielskich.
3. Ocena stopnia nasilenia objawów zgnilizny korony truskawki na roślinach mieszańców  $F_1$  truskawki i ich form rodzicielskich w podłożu kontaminowanym grzybnią *Phytophthora cactorum* w warunkach kontrolowanych dla określenia wartości hodowlanej (efekty GCA i SCA) genotypów rodzicielskich pod względem cechy odporności/ małej podatności roślin na tę chorobę.

**Cele zostały osiągnięte**

# MATERIAŁY I METODY

**TEMAT BADAWCZY 1. Indywidualna ocena cech fenotypowych: termin kwitnienia i dojrzewania owoców, plon, masa, atrakcyjność i jędrność owoców, porażenie roślin przez choroby liści 1 680 siewek (mieszkańców) oraz ich form rodzicielskich (480 roślin) dla określenia potencjału genetycznego**

- **Materiał badawczy:** siewki 28 rodzin mieszkańców pokolenia  $F_1$ , uzyskane z krzyżowania w układzie diallelicznym (IV metoda Griffinga) odmian 'Florence', 'Destiny', 'Cory', 'Hokent', 'Selva', 'Albion', 'San Andreas', 'Harmony' oraz ich formy rodzicielskie.
- **Doświadczenie polowe:** układ bloków losowych, 4 powtórzenia po 15 roślin z każdej rodziny mieszkańców i formy rodzicielskiej.
- **Indywidualna ocena** bonitacyjna i instrumentalna mieszkańców i ich form rodzicielskich pod względem następujących cech:
  - Termin kwitnienia owoców (liczba dni od początku roku do pełni kwitnienia)
  - Termin dojrzewania owoców (Indeks Faediego - liczba dni od początku roku do zebrania 50% plonu handlowego)
  - Plon owoców (wagowo, z podziałem na: plon handlowy (owoce zdrowe) i plon niehandlowy (owoce chore)
  - Masa owoców (iloraz plonu handlowego i liczby owoców zdrowych)
  - Atrakcyjność owoców (skala bonitacyjna 1-5, gdzie 1 - niska, 5 - wysoka wartość cechy)
  - Jędrność owoców (przy użyciu jędrnościomierza Instron 5542, na próbie 10 owoców z poletka)
  - Ocena stopnia porażenia roślin przez białą i czerwoną plamistość liści oraz mączniaka prawdziwego truskawki (skala bonitacyjna 0-5, gdzie 0- rośliny zdrowe, 5- silne porażenie całych roślin)
- **Analiza statystyczna uzyskanych wyników** - kilkuetapowa.
  - Wyznaczenie średnich arytmetycznych dla każdego poletka.
  - Jednoczynnikowa analiza wariancji według modelu losowanych bloków, rodziny mieszkańców uwzględnione jako czynnik.
  - Analiza wariancji dla kompletnego układu diallelicznego, model stały dla czwartej metody Griffinga, w celu oszacowania efektów GCA i SCA oraz ilorazu średnich kwadratów odchyłeń dla GCA i SCA dla badanych cech.
  - Szczegółowa analiza istotności efektów GCA i SCA - procedura jednoczesna oparta na nierówności Bonferroniego.

**Wszystkie obliczenia, dotyczące estymacji efektów GCA i SCA w powyższym modelu, analizy wariancji oraz szczegółowego testowania jednoczesnego wykonano przy użyciu programu komputerowego SERGEN.**

# MATERIAŁY I METODY

## TEMAT BADAWCZY 2. Analizy chemiczne owoców ocenianych mieszańców i ich form rodzicielskich pod kątem zawartości ekstraktu, związków fenolowych, witaminy C

- **Materiał badawczy:** owoce siewek 28 rodzin mieszańców  $F_1$ , uzyskanych w wyniku krzyżowania (układ dialleliczny, IV met. Griffinga) odmian 'Florence', 'Destiny', 'Cory', 'Hokent', 'Selva', 'Albion', 'San Andreas', 'Harmony' oraz ich form rodzicielskich (rozdrobnione próby mieszane owoców ze 144 poletek doświadczalnych)
- **Oceniane cechy:**
  - Ekstrakt – suma nielotnych składników substancji rozpuszczalnych w wodzie [pomiar ekstraktu przez pomiar współczynnika załamania światła i dokonanie odczytu na skali cukrowej za pomocą refraktometru (RE 50, Mettler Toledo);
  - Zawartość związków fenolowych ogółem - zmodyfikowana metoda spektrofotometryczna (wyniki wyrażono w mg kwasu galusowego/100 g owocu).
  - Zawartość kwasu L-askorbinowego - metoda wysokosprawnej chromatografii cieczowej (system HPLC Agilent 1200, wyposażony w detektor DAD). Wyniki wyrażono w mg/100 g owoców.

## TEMAT BADAWCZY 3. Ocena stopnia nasilenia objawów zgnilizny korony truskawki na roślinach 840 siewek i ich form rodzicielskich (240 roślin) po posadzeniu w podłożu kontaminowanym grzybnią *Phytophthora cactorum* w warunkach kontrolowanych

- **Materiał badawczy:** siewki 28 rodzin mieszańców pokolenia  $F_1$ , uzyskane w wyniku krzyżowania w układzie diallelicznym (IV metoda Griffinga) odmian 'Florence', 'Destiny', 'Cory', 'Hokent', 'Selva', 'Albion', 'San Andreas', 'Harmony' oraz ich formy rodzicielskie
- **Doświadczenie w warunkach kontrolowanych:** trzy powtórzenia po 10 roślin z każdej rodziny mieszańców/formy rodzicielskiej posadzonych w 2024 r. w doniczkach w podłożu kontaminowanym grzybnią *P. cactorum*
- **Indywidualna ocena bonitacyjna wszystkich mieszańców i ich form rodzicielskich pod względem stopnia nasilenia objawów zgnilizny korony truskawki** - dwukrotnie z wykorzystaniem 6- stopniowej skali bonitacyjnej (1- zdrowe rośliny bez objawów zahamowania wzrostu, 2- brak wyraźnych objawów chorobowych, ale roślina odstaje wielkością od roślin w klasie 1, 3- roślina bez wyraźnych objawów chorobowych, ale o silnie ograniczonym wzroście, 4- wyraźne objawy wędnięcia (liście tracą wigor), 5- roślina obumierająca z pojedynczymi odrostami liściowymi, 6- roślina zamarła).



# WYNIKI

**TEMAT BADAWCZY 1. Indywidualna ocena cech fenotypowych: termin kwitnienia i dojrzewania owoców, plon, masa, atrakcyjność i jędrność owoców, porażenie roślin przez choroby liści 1 680 siewek (mieszkańców) oraz ich form rodzicielskich (480 roślin) dla określenia potencjału genetycznego**

➤ **Termin kwitnienia roślin:**

Efekty GCA: **Istotnie dodatnie** - dla 'Florence' (2,18) i 'Destiny' (0,86);

**Istotnie ujemne** - dla 'Hokent' (-1,62);

Efekty SCA: **Istotnie dodatnie** - dla 'Cory' × 'Albion' (1,77);

➤ **Termin dojrzewania owoców:**

Efekty GCA: **Istotnie dodatnie** - dla 'Florence' (1,25);

**Istotnie ujemne** - dla 'Hokent' (-0,84) i 'Selva' (-0,67);

Efekty SCA: brak istotnych efektów

➤ **Plon handlowy owoców:**

Efekty GCA: **Istotnie dodatnie** - dla 'Cory' (394,3);

**Istotnie ujemne** - dla 'Florence' (-186,3), 'Destiny' (-150,8) i 'San Andreas' (-127,2);

Efekty SCA: **Istotnie dodatnie** - dla 'Selva' × 'San Andreas' (357,3);

**Istotnie ujemne** - dla 'Albion' × 'San Andreas' (-350,9);

➤ **Plon niehandlowy owoców:**

Efekty GCA: **Istotnie dodatnie** - dla 'Cory' (364,3);

**Istotnie ujemne** - dla 'Destiny' (-167,0) i 'San Andreas' (-232,7);

Efekty SCA: **Istotnie dodatnie** - dla 'Destiny' × 'Hokent' (357,9) i 'Cory' × 'Albion' (712,7),

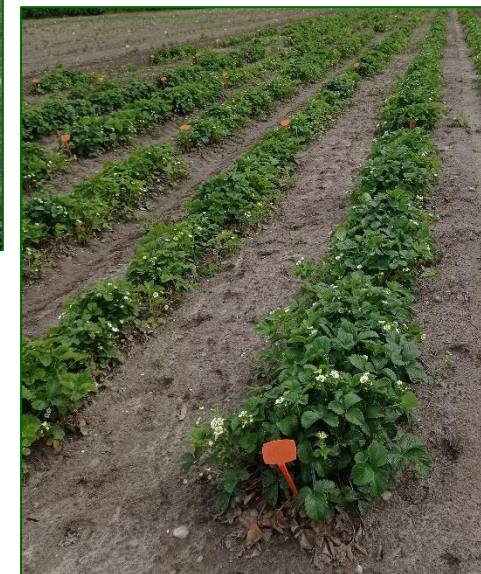
**Istotnie ujemne** - dla 'Cory' × 'San Andreas' (-439,0)

➤ **Średnia masa 1 owocu:**

Efekty GCA: : **Istotnie dodatnie** - dla 'Cory' (1,15) i 'Albion' (1,27);

**Istotnie ujemne** - dla 'Hokent' (-1,12) i 'Harmony' (-0,75)

Efekty SCA: **Istotnie dodatnie** – dla 'Cory' × 'Albion' (1,54)



# WYNIKI

**TEMAT BADAWCZY 1. Indywidualna ocena cech fenotypowych: termin kwitnienia i dojrzewania owoców, plon, masa, atrakcyjność i jędrność owoców, porażenie roślin przez choroby liści 1 680 siewek (mieszkańców) oraz ich form rodzicielskich (480 roślin) dla określenia potencjału genetycznego**

➤ **Atrakcyjność owoców:**

**Efekty GCA:** Istotnie dodatnie - dla 'Cory' (0,16) i 'Albion' (0,22);

Istotnie ujemne - dla 'San Andreas' (-0,19)

**Efekty SCA:** brak istotnych efektów

➤ **Jędrność owoców:**

**Efekty GCA:** Istotnie dodatnie - dla 'San Andreas' (0,38) i 'Harmony' (0,26);

Istotnie ujemne - dla 'Hokent' (-0,46)

**Efekty SCA:** Istotnie dodatnie – dla 'Florence' × 'San Andreas' (0,59);

Istotnie ujemne – dla 'Cory' × 'San Andreas' (-0,59)

➤ **Stopień porażenia roślin przez białą plamistość liści :**

**Efekty GCA:** brak istotnych efektów

**Efekty SCA:** Istotnie dodatnie – dla 'Selva' × 'Albion' (0,161)

➤ **Stopień porażenia roślin przez czerwoną plamistość liści :**

**Efekty GCA:** Istotnie dodatnie - dla 'Albion' (0,283);

Istotnie ujemne - dla 'Hokent' (-0,354) (pożądane dla hodowli)

**Efekty SCA:** Istotnie dodatnie – dla 'Cory' × 'Selva' (0,59)

➤ **Stopień porażenia roślin przez mączniaka prawdziwego truskawki:**

**Efekty GCA:** brak istotnych efektów

**Efekty SCA:** Istotnie dodatnie – dla 'Destiny' × 'San Andreas' (0,074), 'Hokent' × 'Selva' (0,044)



# WYNIKI

## TEMAT BADAWCZY 2. Analizy chemiczne owoców ocenianych mieszańców i ich form rodzicielskich pod kątem zawartości ekstraktu, związków fenolowych, witaminy C

### ➤ Zawartość ekstraktu w owocach:

**Efekty GCA:** Istotnie dodatnie - dla 'Florence' (0,28) i 'Hokent' (0,60);

Istotnie ujemne - dla 'Cory' (-0,59);

**Efekty SCA:** Istotnie dodatnie – dla 'Florence' × 'Destiny' (0,61) i 'Cory' × 'Albion' (0,44);

Istotnie ujemne – dla 'Florence' × 'Cory' (-0,68);

### ➤ Zawartość związków fenolowych w owocach:

**Efekty GCA:** Istotnie dodatnie - dla 'Florence' (22,98), 'Hokent' (10,16) i 'San Andreas' (8,11);

Istotnie ujemne - dla 'Cory' (-20,37), 'Albion' (-10,99) i 'Harmony' (-16,13);

**Efekty SCA:** Istotnie dodatnie – dla 'Florence' × 'Selva' (17,47), 'Florence' × 'San Andreas' (15,12),

'Florence' × 'Harmony' (19,96), 'Destiny' × 'Albion' (13,71), 'Destiny' × 'Harmony' (19,70), 'Cory' × 'Albion' (13,93);

Istotnie ujemne – dla 'Florence' × 'Destiny' (-25,72), 'Florence' × 'Cory' (-17,55), 'Cory' × 'San Andreas' (-15,48),

'Selva' × 'Harmony' (-23,09), 'Albion' × 'Harmony' (-13,69);

### ➤ Zawartość kwasu askorbinowego w owocach:

**Efekty GCA:** Istotnie dodatnie - dla 'Florence' (7,23), 'Destiny' (2,15) i 'San Andreas' (2,53);

Istotnie ujemne - dla 'Cory' (-5,21) i 'Hokent' (-2,64);

**Efekty SCA:** Istotnie dodatnie – dla 'Florence' × 'Destiny' (7,32), 'Florence' × 'Selva' (6,26)

i 'Cory' × 'San Andreas' (4,84);

Istotnie ujemne – dla 'Florence' × 'Cory' (-6,38),

'Florence' × 'Harmony' (-6,19) i 'Destiny'

× 'Selva' (-5,85)





# WYNIKI

## TEMAT BADAWCZY 3. Ocena stopnia nasilenia objawów zgnilizny korony truskawki na roślinach 840 siewek i ich form rodzicielskich (240 roślin) po posadzeniu w podłożu zanieczyszczonym grzybnia *Phytophthora cactorum* w warunkach kontrolowanych

### DOŚWIADCZENIE I. Ocena roślin po 2<sup>a</sup> i 5<sup>b</sup> miesiącach uprawy w zakażonym podłożu

#### ➤ Stopień porażenia roślin przez zgniliznę korony truskawki:

- **Efekty GCA:** Istotnie dodatnie – dla 'San Andreas' (0,13)<sup>a</sup>, 'Harmony' (0,14)<sup>a</sup> i 'Albion' (0,19)<sup>b</sup>;  
Istotnie ujemne – dla 'Florence' (-0,14)<sup>a</sup>, 'Cory' (-0,21)<sup>a</sup> i 'Selva' (-0,37)<sup>b</sup> (*pożądane dla hodowli*)
- **Efekty SCA:** Istotnie dodatnie – dla 'Florence' × 'Hokent' (0,49; 0,81)<sup>a,b</sup>, 'Destiny' × 'Albion' (0,21; 0,52)<sup>a,b</sup>, 'Selva' × 'San Andreas' (0,26; 0,39)<sup>a,b</sup>, 'Destiny' × 'San Andreas' (0,44)<sup>a</sup>, 'Cory' × 'Hokent' (0,30)<sup>a</sup>, 'Cory' × 'Selva' (0,47)<sup>a</sup>, 'Albion' × 'Harmony' (0,24)<sup>a</sup> (*niepożądane z punktu widzenia hodowli*)  
Istotnie ujemne – dla 'Hokent' × 'San Andreas' (-0,38; -0,31)<sup>a,b</sup>, 'Florence' × 'San Andreas' (-0,26)<sup>a</sup>, 'Destiny' × 'Hokent' (-0,25)<sup>a</sup>, 'Destiny' × 'Selva' (-0,22)<sup>a</sup>, 'Cory' × 'Albion' (-0,54)<sup>a</sup>, 'Cory' × 'San Andreas' (-0,28)<sup>a</sup>, 'Hokent' × 'Selva' (-0,27)<sup>a</sup>, 'Selva' × 'Harmony' (-0,36)<sup>a</sup>, 'Florence' × 'Destiny' (-0,31)<sup>b</sup>, (*pożądane*)

#### ➤ Procentowy udział genotypów z objawami choroby w badanych rodzinach mieszańców:

- **Efekty GCA:** Istotnie dodatnie – dla 'Albion' (3,37; 6,60)<sup>a,b</sup>, 'Hokent' (2,84)<sup>a</sup>, 'Selva' (6,64)<sup>a</sup>, 'San Andreas' (4,22)<sup>a</sup> i 'Harmony' (6,59)<sup>a</sup>;  
Istotnie ujemne – dla 'Florence' (-5,31; -8,69)<sup>a,b</sup> i 'Cory' (-18,65)<sup>a</sup> (*pożądane*)
- **Efekty SCA:** Istotnie dodatnie – dla 'Florence' × 'Hokent' (26,96; 13,82)<sup>a,b</sup>, 'Destiny' × 'Albion' (10,82)<sup>a</sup>, 'Cory' × 'Selva' (23,17)<sup>a</sup>, 'Cory' × 'Harmony' (16,55)<sup>a</sup>, 'Selva' × 'San Andreas' (14,11)<sup>a</sup>, 'Albion' × 'San Andreas' (13,21)<sup>a</sup>, 'Florence' × 'Albion' (11,79)<sup>b</sup>, 'Destiny' × 'Cory' (8,50)<sup>b</sup>, 'San Andreas' × 'Harmony' (8,52)<sup>b</sup> (*niepożądane*)  
Istotnie ujemne – dla 'Florence' × 'Cory' (-8,21; -8,48)<sup>a,b</sup>, 'Cory' × 'Albion' (-26,89; -7,10)<sup>a,b</sup>, 'Hokent' × 'Selva' (-10,42; -9,01)<sup>a,b</sup>, 'Hokent' × 'San Andreas' (-19,23; -6,59)<sup>a,b</sup>, 'Florence' × 'San Andreas' (-11,08)<sup>a</sup>, 'Destiny' × 'Selva' (-12,45)<sup>a</sup>, 'Cory' × 'San Andreas' (-7,74)<sup>a</sup>, 'Selva' × 'Harmony' (-15,40)<sup>a</sup>, 'Florence' × 'Destiny' (-5,95)<sup>b</sup>, 'Florence' × 'Harmony' (-12,17)<sup>b</sup>, 'Destiny' × 'San Andreas' (-10,43)<sup>b</sup> (*pożądane*)





# WNIOSKI

1. Odmiana 'Cory' jest donorem genów warunkujących wysoki plon handlowy owoców, jak również dużą masę i atrakcyjność owoców, dlatego powinna być używana jako forma rodzicielska w programach krzyżowań dla poprawienia wartości tych cech. Jednocześnie jest ona donorem genów warunkujących niską zawartość w owocach ekstraktu, związków fenolowych i kwasu askorbinowego, zatem będzie mało przydatna do hodowli nowych odmian o wysokich walorach prozdrowotnych.
2. Odmiana 'Florence' jest donorem genów warunkujących późny termin kwitnienia i dojrzewania owoców, a także wysoką zawartość ekstraktu, związków fenolowych i kwasu askorbinowego w owocach, dlatego powinna być używana jako forma rodzicielska w programach krzyżowań dla poprawienia wartości tych cech.
3. Ponadto, odmiany 'Florence' i 'Cory' są donorami genów warunkujących małą podatność roślin na zgniliznę korony truskawki, powodowaną przez grzyb *Phytophthora cactorum* i powinny być używane jako formy rodzicielskie w programach krzyżowań dla poprawienia wartości tej cechy.
4. Odmiana 'San Andreas' jest donorem genów warunkujących wysoką jędrność owoców oraz ich małą podatność na porażenie przez choroby grzybowe powodujące gnicie, a także wysoką zawartość fenoli i kwasu askorbinowego w owocach.
5. Odmiana 'Albion' jest donorem genów warunkujących wysoką masę i atrakcyjność owoców, a więc powinna być wykorzystywana do krzyżowań dla poprawienia wymienionych cech.
6. Odmiana 'Hokent' jest donorem genów warunkujących wysoką zawartość w owocach ekstraktu i związków fenolowych, ale jednocześnie niskiej zawartości kwasu askorbinowego.
7. Najwyższą przydatność do hodowli twórczej truskawki wykazują: 'Cory' × 'Albion' (późny termin kwitnienia oraz duża masa owoców, a także wysoka zawartość ekstraktu i związków fenolowych), 'Florence' × 'San Andreas' (wysoka jędrność owoców), 'Florence' × 'Selva' (wysoka zawartość w owocach związków fenolowych i kwasu askorbinowego), z uwagi na istotnie pozytywne efekty nieaddytywnego działania genów wskazujące na silne współdziałanie tych genotypów w tworzeniu wartościowego potomstwa.
8. Najwyższą przydatność w hodowli odpornościowej truskawki dla poprawienia odporności na zgniliznę korony truskawki wykazują: 'Hokent' × 'San Andreas', 'Florence' × 'Destiny', 'Florence' × 'San Andreas', 'Cory' × 'Albion', 'Cory' × 'San Andreas', 'Destiny' × 'Hokent', 'Destiny' × 'Selva', 'Hokent' × 'Selva' oraz 'Selva' × 'Harmony', z uwagi na istotnie pozytywne (o wartościach ujemnych) efekty nieaddytywnego działania genów wskazujące na silne współdziałanie tych genotypów w tworzeniu wartościowego potomstwa.

# PREZENTACJA WYNIKÓW BADAŃ NA KONFERENCJI

Poster prezentowany podczas Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej „Innowacyjne ogrodnictwo źródłem produktów wysokiej jakości”, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, 4-6 czerwca 2024 r



Agnieszka Masny, Jolanta Kubik, Krzysztof Pęzik, Piotr Skrzęta  
Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy  
ul. Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skieriewice



## ZDOLNOŚĆ KOMBINACYJNA WYBRANYCH ODMIAN TRUSKAWKI DLA CECH DETERMINUJĄCYCH JAKOŚĆ OWOCÓW

### WSTĘP

Jednym z głównych kierunków hodowli truskawki w Instytucie Ogrodnictwa – PIB w Skieriewicach jest uzyskanie nowych odmian deserysowych odcinających się wysoką jakością owoców, zwłaszcza ich masą, atrakcyjnością, jędrnością, a także zawartością ekstraktu i kwasu askorbinowego. Warunkiem zwiększenia efektywności prac hodowlanych jest m.in. właściwy dobór form rodzicielskich do programu krzyżowania w oparciu o dokładną znajomość ich wartości hodowlanej (ogólnej [GCA] i specyficznej [SCA] zdolności kombinacyjnej).

### MATERIAŁY I METODY

#### Materiał badawczy:

➢ siewki 28 rodzin mieszańcowych pakietu F<sub>1</sub>, uzyskane w wyniku krzyżowania w układzie diallelicznym (IV metoda Griffinga) 8 genotypów truskawki: 'Florence', 'Destiny', 'Cory', 'Hokent', 'Selva', 'Albion', 'San Andreas', 'Harmony'.

#### Doświadczenie polowe:

➢ układ broków losowych, 4 powtórzenia na 15 roślin z każdej rodziny mieszańcowej/formy rodzicielskiej.

#### Opisanie cech:

- masa owoców – loraż plonu handlowego i liczby owoców zdrowych;
- atrakcyjność owoców – trzykrotnie w okresie pełni dojrzania (skala białobogata 1-5, gdzie 1 oznacza niską, zaś 5 – wysoką wartość cechy);
- jędrność owoców – trzykrotnie w okresie pełni dojrzania, każdorazowo na próbie 10 owoców z danego polecia, dostawca, przy użyciu Jędrnościomierza Instron 5542;
- zawartość ekstraktu (substancji rozpuszczalnych w owocach – ocena przy użyciu refraktometru Rudolph J-157 – na próbie 10-15 owoców z każdego polecia doświadczalnego, losowo wybranych w okresie pełni dojrzania i przechowywanych w temperaturze -20°C przez okres około 3 miesięcy;
- zawartość kwasu askorbinowego w owocach – ocena przy użyciu refraktometru Roloff Reflectoquant i pakietów testowych Merck do analizy kwasu askorbinowego – na próbie 10-15 owoców z każdego polecia doświadczalnego, losowo wybranych w okresie pełni dojrzania i przechowywanych w temperaturze -20°C przez okres około 3 miesięcy.

#### Analiza wyników (program SERGEN):

- jednoczynnikowa analiza wariancji według modelu losowych bloków;
- analiza wariancji dla kompletnego układu diallelicznego na podstawie modelu stałego dla czwartej metody Griffinga, dla oszacowania efektów GCA i SCA oraz lorażu średnich kwadratów odchyleń dla GCA i SCA;
- szczegółowa analiza istotności efektów GCA i SCA przy użyciu procedury jednoczesnej opartej na nierówności Bonferroni.

### PODSUMOWANIE

- Ze względu na wysokie wartości efektów ogólnej zdolności kombinacyjnej, będące miarą adaptacyjnego oddziaływania genów, najbardziej przydatnymi do hodowli okazały się odmiany 'Destiny' (donor atrakcyjności owoców i zawartości ekstraktu), 'Florence' (donor zawartości ekstraktu) oraz 'Harmony' (donor jędrności owoców).
- Najmniej przydatną dla hodowli jakościowej, z uwagi na istotnie ujemne efekty GCA są 'Albion', 'Hokent' i 'Selva'.
- Wysokie wartości efektów specyficznej zdolności kombinacyjnej, będące wynikiem niesądownych efektów działania genów warunkujących dobrą jakość owoców, stwierdzono w przypadku następujących kombinacji: 'Cory' × 'Albion' (masa i atrakcyjność owoców), 'Florence' × 'San Andreas' (masa owoców i zawartość ekstraktu), 'Destiny' × 'Cory' (zawartość ekstraktu i kwasu askorbinowego), 'Hokent' × 'San Andreas' (atrakcyjność owoców), 'Florence' × 'Cory', 'Florence' × 'Hokent', 'Cory' × 'Harmony' i 'Selva' × 'San Andreas' (jędrność owoców) oraz 'Selva' × 'Harmony' (zawartość ekstraktu).
- Właściwy dobór form rodzicielskich do krzyżowania, oparty na znajomości ich zdolności kombinacyjnej, warunkuje wysokie wartości tych cech w owocach ich potomstwa.

### WYNIKI

Istotnie dodatnimi efektami GCA odznaczały się następujące odmiany: 'Destiny' dla atrakcyjności owoców, 'Harmony' dla jędrności owoców, a także 'Florence' i 'Destiny' dla zawartości ekstraktu w owocach. Istotnie ujemne efekty GCA oszacowano dla odmian: 'Albion' (atrakcyjność owoców), 'Hokent' (jędrność owoców) oraz 'Selva' (zawartość ekstraktu). Dla cechy średniej masy 1 owocu oraz zawartości kwasu askorbinowego w owocach nie odnotowano żadnych uduwnionych statystycznie efektów GCA.

Istotnie pozytywne efekty SCA wykazano dla następujących rodzin mieszańcowych: 'Cory' × 'Albion' oraz 'Florence' × 'San Andreas' (dla masy owoców), 'Cory' × 'Albion' oraz 'Hokent' × 'San Andreas' (dla atrakcyjności owoców), 'Florence' × 'Cory', 'Florence' × 'Hokent', 'Cory' × 'Harmony' i 'Selva' × 'San Andreas' (dla jędrności owoców), 'Destiny' × 'Cory', 'Florence' × 'San Andreas' oraz 'Selva' × 'Harmony' (dla zawartości ekstraktu), a także 'Destiny' × 'Cory' (dla zawartości kwasu askorbinowego).

Tabela 1. Oszacowanie efektów GCA ośmiu form rodzicielskich truskawki dla wybranych cech jakości owoców (średnia masa, atrakcyjność, jędrność, zawartość ekstraktu i kwasu askorbinowego), Skieriewice, 2023 r.

Genotyp	Średnia masa owoców (g)	Atrakcyjność owoców (skala 1-5)	Jędrność owoców (N)	Zawartość ekstraktu (%)	Zawartość kwasu askorbinowego (mg/100 g s.m.)
Florence	0,35	-0,10	-0,15	0,47**	-1,12
Destiny	-0,52	0,18**	0,23	0,32*	3,67
Cory	0,06	0,02	0,26	-0,08*	-1,70
Hokent	-0,30	-0,01	-0,91**	0,17	2,75
Selva	-0,21	-0,06	0,02	-0,65**	-3,00
Albion	0,47	-0,13*	0,22	-0,19	1,30
San Andreas	0,42	0,02	-0,15	-0,21	-3,84
Harmony	-0,27	0,08	0,49**	0,16	1,96

Tabela 2. Oszacowanie efektów SCA dla 28 rodzin mieszańcowych uzyskanych z krzyżowania ośmiu form rodzicielskich truskawki w układzie diallelicznym w IV metody Griffinga dla wybranych cech jakości owoców (średnia masa, atrakcyjność, jędrność, zawartość ekstraktu i kwasu askorbinowego), Skieriewice, 2023 r.

Rodzina mieszańców	Średnia masa owoców (g)	Atrakcyjność owoców (skala 1-5)	Jędrność owoców (N)	Zawartość ekstraktu (%)	Zawartość kwasu askorbinowego (mg/100 g s.m.)
Florence × Destiny	0,31	-0,03	-0,63	-0,27	0,83
Florence × Cory	-0,22	0,02	0,95*	-0,92**	-3,01
Florence × Hokent	-0,66	-0,07	0,81*	-0,87**	-3,35
Florence × Selva	0,03	-0,02	0,26	0,36	-2,15
Florence × Albion	-0,86	0,00	0,38	0,55	8,26
Florence × San Andreas	1,20*	-0,17	-0,30	0,79*	-1,35
Florence × Harmony	0,19	0,27	-1,47**	0,36	0,77
Destiny × Cory	-0,18	-0,13	-0,30	1,22**	-11,30*
Destiny × Hokent	0,66	0,22	0,13	0,15	-3,50
Destiny × Selva	0,39	0,20	-0,42	-0,31	-4,36
Destiny × Albion	0,08	0,00	0,34	0,51	0,70
Destiny × San Andreas	-0,44	-0,08	0,21	-0,30	-2,35
Destiny × Harmony	-0,06	-0,19	0,66	-0,80**	-2,62
Cory × Hokent	0,05	0,21	-0,42	0,52	-8,81
Cory × Selva	0,21	-0,24	-0,33	-0,72*	4,66
Cory × Albion	1,38*	0,30*	0,00	-0,43	-3,26
Cory × San Andreas	-1,05	-0,09	-0,66	0,69	1,73
Cory × Harmony	-0,15	-0,08	0,76*	-0,26	-2,81
Hokent × Selva	-0,57	-0,43**	-0,20	-0,17	2,23
Hokent × Albion	0,24	-0,12	-0,22	-0,01	-2,62
Hokent × San Andreas	1,10	0,29*	0,05	-0,15	9,08
Hokent × Harmony	-0,82	-0,11	-1,15	0,54	6,97
Selva × Albion	0,00	0,63	0,14	0,23	-5,49
Selva × San Andreas	-0,15	0,23	0,75*	-0,08	0,13
Selva × Harmony	0,89	0,23	-0,19	0,68*	4,98
Albion × San Andreas	-0,69	-0,11	-0,54	-0,48	1,33
Albion × Harmony	-0,16	-0,09	-0,11	-0,17	1,08
San Andreas × Harmony	0,11	-0,08	0,50	-0,36	-8,57

Doświadczenie prowadzone w ramach badań podstawowych na rzecz postępu biologicznego w produkcji roślinnej – Zadanie 41 „Badania nad genetycznym uwarunkowaniem wybranych cech użytkowych truskawki (powtarzanie owocowania, wielkość i jakość plonu, zdrowotność roślin) w oparciu o analizę biometryczną i molekularną”.

Abstrakt zamieszczony w materiałach konferencyjnych: Ogólnopolska Konferencja Naukowa „Innowacyjne ogrodnictwo źródłem produktów wysokiej jakości”, Uniwersytet Przyrodniczy, Lublin, 4-6 czerwca 2024 r., Streszczenia: 99

## Zdolność kombinacyjna wybranych odmian truskawki dla cech determinujących jakość owoców

Agnieszka Masny, Jolanta Kubik, Krzysztof Pęzik, Piotr Skrzęta

Zakład Hodowli Roślin Ogrodniczych, Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy, Skieriewice

e-mail: [agnieszka.masny@inhort.pl](mailto:agnieszka.masny@inhort.pl)

Celem badań była ocena ogólnej (GCA) i specyficznej (SCA) zdolności kombinacyjnej wybranych odmian truskawki. Dla określenia wartości efektów GCA i SCA dla masy, atrakcyjności i jędrności owoców oraz zawartości w nich ekstraktu i kwasu askorbinowego wykonano analizę biometryczną w oparciu o wyniki oceny siewek, uzyskanych z krzyżowania ośmiu form rodzicielskich ('Florence', 'Destiny', 'Cory', 'Hokent', 'Selva', 'Albion', 'San Andreas', 'Harmony') w układzie diallelicznym, IV metoda Griffinga. Najbardziej przydatnymi do hodowli, ze względu na istotnie dodatnie efekty GCA, okazały się odmiany: 'Destiny' (atrakcyjność owoców i zawartość ekstraktu), 'Florence' (zawartość ekstraktu) oraz 'Harmony' (jędrność owoców). Najmniej przydatne z uwagi na istotnie ujemne efekty GCA, są 'Albion', 'Hokent' i 'Selva'.

Istotnie dodatnie efekty SCA oszacowano dla następujących par form rodzicielskich: 'Cory' × 'Albion' (masa i atrakcyjność owoców), 'Florence' × 'San Andreas' (masa owoców i zawartość ekstraktu), 'Destiny' × 'Cory' (zawartość ekstraktu i kwasu askorbinowego), 'Hokent' × 'San Andreas' (atrakcyjność owoców), 'Florence' × 'Cory', 'Florence' × 'Hokent', 'Cory' × 'Harmony' i 'Selva' × 'San Andreas' (jędrność owoców) oraz 'Selva' × 'Harmony' (zawartość ekstraktu). Właściwy dobór form rodzicielskich do krzyżowań, oparty na znajomości ich zdolności kombinacyjnej, warunkuje wysokie wartości tych cech w owocach ich potomstwa.

Badania finansowane przez MRIRW w ramach badań podstawowych na rzecz postępu biologicznego w produkcji roślinnej – Zadanie 41 „Badania nad genetycznym uwarunkowaniem wybranych cech użytkowych truskawki (powtarzanie owocowania, wielkość i jakość plonu, zdrowotność roślin) w oparciu o analizę biometryczną i molekularną”.

## Combining ability of selected strawberry cultivars for features determining fruit quality

The aim of the research was to assess the general (GCA) and specific (SCA) combining ability of selected strawberry cultivars. A biometric analysis was performed to define the value of the GCA and SCA effects for fruit weight, attractiveness and firmness as well as the content of extract and ascorbic acid. The analysis was based on the results of the evaluation of seedlings, obtained from crossing of eight parental forms ('Florence', 'Destiny', 'Cory', 'Hokent', 'Selva', 'Albion', 'San Andreas', 'Harmony') in the diallel design, Griffing's IV method. The most beneficial cultivars, because of the significantly positive GCA effects are: 'Destiny' (fruit attractiveness and extract content), 'Florence' (extract content) and 'Harmony' (firmness). The least useful for the breeding (significantly negative GCA effects) are: 'Albion', 'Hokent' and 'Selva'.

Significantly positive SCA effects were estimated for the following pairs of parents: 'Cory' × 'Albion' (fruit weight and attractiveness), 'Florence' × 'San Andreas' (fruit weight and extract content), 'Destiny' × 'Cory' (extract and ascorbic acid content), 'Hokent' × 'San Andreas' (fruit attractiveness), 'Florence' × 'Cory', 'Florence' × 'Hokent', 'Cory' × 'Harmony', 'Selva' × 'San Andreas' (fruit firmness) and 'Selva' × 'Harmony' (extract content). The proper selection of parents for crossbreeding, based on the knowledge of their combining ability, determines high values of the traits in the fruit of their offspring.

The research was funded by the Ministry of Agriculture and Rural Development as part of Basic Research for biological progress in plant production - Task 41 "Research on the genetic determination of selected strawberry functional features (remontant fruiting, yield quantity and quality, plant health) based on the biometric and molecular analysis".