

SPRAWOZDANIE MERYTORYCZNEz realizacji zadania na rzecz postępu biologicznego w produkcji roślinnej w **2021 roku****A. INFORMACJE OGÓLNE**

| |
|--|
| Tytuł zadania: Poszukiwanie specyficznych reakcji warunkujących tolerancję genotypów ziemniaka na wysoką temperaturę i suszę |
| Numer zadania: 29 (w załączniku nr 8 do rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 29 lipca 2015 r. w sprawie stawek dotacji przedmiotowych dla różnych podmiotów wykonujących zadania na rzecz rolnictwa (Dz. U. poz. 1170. z późn. zmianami)) |
| Numer zadania w planach IHAR-PIB: 3-1-00-3-05 |
| Planowany okres realizacji zadania: 2021 r. |
| Planowane nakłady w zł: 400 000 PLN |

B. DANE WNIOSKODAWCY

| |
|---|
| Imię i nazwisko osoby reprezentującej jednostkę badawczą, (tytuł lub stopień naukowy, stanowisko, nazwa i adres jednostki badawczej, telefon, fax) |
| Dr inż. Michał Rokicki Dyrektor IHAR-PIB Radzików 05-870 Błonie Tel.: 22/ 733 45 02 Fax: 22/ 733 45 05 |

C. INFORMACJA O WYKONAWCACH

1. Zespół badawczy

| kierownik zadania | | |
|--------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| imię i nazwisko | stopień i tytuł naukowy | miejsce zatrudnienia |
| Dominika Boguszewska-Mańkowska | dr | IHAR-PIB – Oddział w Jadwisinie |
| wykonawcy zadania | | |
| imię i nazwisko | stopień i tytuł naukowy | miejsce zatrudnienia |
| Anna Bilaska-Kos | dr | IHAR-PIB Radzików |
| Krzysztof Treder | dr hab. | IHAR-PIB O/Bonin |
| Beata Wasilewska-Nascimento | dr | IHAR-PIB O/Jadwisin |
| Krystyna Zarzyńska | dr hab. | IHAR-PIB O/Jadwisin |
| Cezary Trawczyński | dr | IHAR-PIB O/Jadwisin |
| Anna Pawłowska | mgr inż. | IHAR-PIB O/Bonin |

2. Kierownik zadania (imię, nazwisko, tytuł lub stopień naukowy, adres do korespondencji, telefon bezpośredni i do sekretariatu jednostki organizacyjnej zatrudniającej kierownika zadania, e-mail kierownika; telefon do oraz dane osoby, z którą można się kontaktować w razie nieobecności kierownika zadania) Dominika Boguszewska-Mańkowska, dr, IHAR-PIB, Oddział w Jadwisinie, Jadwisin, ul. Szaniawskiego 15, 05-140 Serock, tel / fax 604124829, (22)7826620 w.108, dboguszewska@gmail.com Osoby, z którymi można się kontaktować w razie nieobecności kierownika zadania: dr hab. Krystyna Zarzyńska, tel. 22 782 66 20

D. OPIS ZADANIA

1. Cele zadania

| Lp. | Cel | Czy cel został zrealizowany (tak/nie ¹ /częściowo ¹) |
|-----|---|---|
| 1 | Wytypowanie na podstawie wstępnych obserwacji genotypów, które wykazują cechy tolerancyjności na niekorzystne warunki środowiska t.j suszę i wysoką temperaturę | tak |
| 2 | Wytypowanie cech korzeni decydujących o większej odporności genotypów ziemniaka na suszę glebową | tak |
| 3 | Charakterystyka budowy anatomicznej liścia ziemniaka w celu zidentyfikowania zmian strukturalnych zachodzących pod wpływem suszy i wysokiej temperatury. | tak |
| 4 | Immunolokalizacja akwaporyn w liściach ziemniaka w warunkach suszy i wysokiej temperatury z zastosowaniem mikroskopu elektronowego | tak |
| 5 | Celem Zadania 5 będzie sprawdzenie czy wstępne traktowanie roślin ABA zwiększa odporność roślin ziemniaka na obydwa stresy | tak |
| 6 | Selekcja genów referencyjnych | tak |

¹ Jeśli dotyczy – proszę opisać pod tabelą, w jakim stopniu cel został osiągnięty i podać przyczyny

2. Harmonogram realizacji zadania

| Lp. | Nazwa tematu badawczego | Termin rozpoczęcia – zakończenia realizacji tematu badawczego w miesiącach od rozpoczęcia realizacji zadania | Przewidywane koszty realizacji tematu badawczego |
|--------------|---|--|--|
| 1 | Wybór nowych genotypów ziemniaka o podwyższonej tolerancji na stresy abiotyczne, analiza cech morfologiczno-fizjologicznych oraz ocena wielkości i jakości plonu <ul style="list-style-type: none"> Wstępna selekcja materiału do badań w warunkach polowych Ocena cech morfologiczno-fizjologicznych roślin oraz plonu (doświadczenie szklarniowe). | 1-12 | 90 000 |
| 2 | Badania zależności między częścią nadziemną a systemem korzeniowym roślin ziemniaka w warunkach suszy glebowej i wysokiej temperatury <ul style="list-style-type: none"> Analiza systemu korzeniowego dużej puli genotypów, określenie stosunku root/sprout | 1-12 | 60 000 |
| 3 | Analiza budowy anatomicznej liści ziemniaka w warunkach suszy i wysokiej temperatury z zastosowaniem mikroskopu świetlnego oraz mikroskopu elektronowego <ul style="list-style-type: none"> Optymalizacja metody przygotowania preparatów mikroskopowych z wykorzystaniem m.in. techniki mrożeniowej i kriostatu. Prowadzenie obserwacji mikroskopowych (mikroskop świetlny) w celu weryfikacji zastosowanej metody. | 1-12 | 30 000 |
| 4 | Immunolokalizacja akwaporyn w liściach ziemniaka w warunkach suszy i wysokiej temperatury z zastosowaniem mikroskopu elektronowego <ul style="list-style-type: none"> Optymalizacja metody przygotowania materiału do mikroskopii elektronowej | 1-12 | 30 000 |
| 5 | Dystrybucja ABA w roślinach ziemniaka w odpowiedzi na stres suszy i wysokiej temperatury <ul style="list-style-type: none"> Optymalizacja metod i warunków doświadczenia | 1-12 | 60 000 |
| 6 | Analiza metabolitów, enzymów oraz poziomu ekspresji wybranych genów jako markerów tolerancji roślin ziemniaka na suszę glebową i wysoką temperaturę <ul style="list-style-type: none"> Optymalizacja metod i warunków doświadczenia | 1-12 | 130 000 |
| Razem | | | 400 000 |

3. Opis tematów badawczych

3. 1. Temat badawczy 1 Wybór nowych genotypów ziemniaka o podwyższonej tolerancji na stresy abiotyczne, analiza cech morfologiczno-fizjologicznych oraz ocena wielkości i jakości plonu

Cel tematu badawczego: Celem zadania jest wytypowanie na podstawie wstępnych obserwacji genotypów, które wykazują cechy tolerancji na niekorzystne warunki środowiska t.j suszę i wysoką temperaturę

Materiały i metody (opisać jak w publikacji)

Hodowla Ziemniaka Zamarte Sp. z. o.o. w sezonie wegetacyjnym 2021 przekazała wstępnie wyselekcjonowane genotypy, które wykazywały wysoki potencjał plonotwórczy i charakteryzowały się dobrą jakością bulw (płytkie oczka, gładka skórka) i brakiem lub niewielkim udziałem w plonie bulw z wadami charakterystycznymi dla stresów abiotycznych (spęknięcia, zniekształcenie, zdrobnienia, dzieciuchowatość). Do otrzymanych genotypów dołączono odmiany wzorcowe (wcześniej przebadane w IHAR-PIB Oddział Jadwisin pod kątem odporności na stresy abiotyczne).

Doświadczenie przeprowadzono w warunkach hali wegetacyjnej. Połowa roślin rosła w hali wegetacyjnej bez przykrycia, gdzie panowały naturalne warunki środowiska, druga połowa roślin w szklarni, w której temperatura powietrza była wyższa. Dwa tygodnie przed wysadzeniem sadzeniaki poddano zabiegowi pobudzania, a następnie wysadzano je do rękawów o wymiarach: średnicy Φ 25cm i wysokości 25cm, na głębokość 5–6 cm.

Wazony wypełnione zostały uniwersalnym podłożem warzywnym (producent „Hollas”), które produkowane jest na bazie słabo i silnie rozłożonego torfu wysokiego z dodatkiem kredy, wzbogaconego o nawóz wieloskładnikowy (NPK 14:16:18), z dodatkiem mikroelementów. Wskaźnik pH substratu warzywnego mieścił się w przedziale 5,5–6,5. Zawartość makro- i mikroelementów uzupełniano mieszanką wieloskładnikową YaraMila Complex. Rękawy ustawiane były bezpośrednio na podłożu kompleksu szklarniowego.

Bulwy wysadzono 14.05.2021. Wysadzono po 12 roślin każdego genotypu. Rośliny zaopatrywane w wodę były za pomocą nawadniania kropłowego. W dniach 29.06.21 – 8.07.21 połowa roślin poddana była stresowi suszy (rośliny nie były podlewane w tym czasie) oraz wysokiej temperatury (wrota szklarni zostały zamknięte – maksymalna temp 42°C). Temperatura i wilgotność powietrza monitorowana była za pomocą termohigrografu. 08.07.21 przywrócono podlewanie oraz otworzono wszystkie drzwi szklarni. Po zakończeniu działania stresu analizowano następujące parametry: wysokość roślin, stosunek liści do łodyg, powierzchnia asymilacyjna, temperatura łanu, parametry fluorescencji chlorofilu, zmiany zieloności liści, wędnięcie i regenerację roślin.

Posługiwano się następującą skalą wędnięcia:

- 9 – zupełny brak wędnięcia
- 7 – tylko dolne liście zwiędnięte
- 5 – mniej niż połowa rośliny zwiędnięta
- 3 – tylko wierzchołek niezwiędnięty
- 2,5 – roślina zwiędnięta łącznie z wierzchołkiem
- 2 – cała roślina zwiędnięta, dolne liście suche
- 1,5 – suche liście również w wyższych partiach rośliny
- 1 – tylko wierzchołkowe liście zielone
- 0,5 – tylko łodygi zielone

Po zakończeniu suszy przywrócono optymalne zaopatrzenie roślin w wodę utrzymując je do naturalnego zakończenia wegetacji. Dokonywano również obserwacji części nadziemnej rośliny, posługując się skalą regeneracji (Boguszewska i in., 2010).

- 9 - roślina zielona, pełny turgor,
- 7 – więcej niż połowa rośliny w pełni zielona i w turgorze, dolne liście żółte,
- 5 – połowa rośliny w pełni zielona i w turgorze, połowa liści żółta,
- 3 – tylko wierzchołek zielony, pozostałe partie rośliny żółte, zwiędnięte lub zaschnięte,
- 1 – żółknięte wszystkie liście, dolne liście suche.

Na końcu sezonu wegetacyjnego tj. we wrześniu oceniono również wielkość plonu jego strukturę oraz udział wad bulw t.j. spękania, deformacje.



Fot.1. Rośliny ziemniaka rosnące w szklarni (po lewej) oraz w hali wegetacyjnej (po prawej).

Wyniki, dyskusja i wnioski:

Określenie stopnia odporności roślin (lub jej braku) w stosunku do czynnika stresowego np. suszy glebowej czy wysokiej temperatury jest warunkiem wyboru odpowiedniej metody i czasu oceny. Przy ocenie plonu ziemniaka istotne jest również wyeliminowanie odmian, rodów z bulwami zdeformowanymi oraz spękany pod wpływem niedoborów wody (Boguszewska-Mańkowska, 2016). W badaniach uczestniczyło 50 nowych rodów ziemniaka o nieznannej tolerancji na stres suszy i wysokiej temperatury.

W warunkach kontrolnych masa liści średnio dla wszystkich badanych genotypów wynosiła 196g, masa łodyg 137g, powierzchnia asymilacyjna 2977 cm². W warunkach stresu suszy i wysokiej temperatury wartości te wynosiły odpowiednio 80,5g; 93,4g oraz 1840 cm². Najmniejszą powierzchnią asymilacyjną w warunkach występujących stresów charakteryzowały się genotypy 18.0295; 18.0285; 18.0219; 18.0198; 18.0292. Największą powierzchnię pod wpływem stresów obserwowano u genotypów 18.0345; 18.0187; 18.0339; 18.0351; 18.0180.

Średni plon w warunkach kontrolnych hali wegetacyjnej wynosił 925 g/roślinę. Pod wpływem zastosowanych stresów suszy i wysokiej temperatury wynosił 515g/roślinę. Najniższy plon w warunkach stresu suszy i wysokiej temperatury obserwowano u genotypów: 18.0700; 18.0339; 18.0295; 18.0260; 18.0257; 18.0245; 18.0198; 18.0188; Najwyższy w warunkach stresów odnotowano dla następujących genotypów: 18.0357; 18.0293; 18.0176; 18.0329, 18.0372, 18.0164; 18.0173; 18.0208; 18.0366; 18.2597. Szczegółowe parametry wszystkich badanych genotypów przedstawione są w tabelach 1-4.

Tabela 1. Wskaźniki rozwojowe roślin rosnących w szklarni poddanych stresowi suszy i wysokiej temperatury.

| Lp | nazwa | Wysokość roślin | Masa liści | Masa łodyg | Masa liści/masa łodyg | Powierzchnia asymilacyjna | Zieloność SPAD | Temp. łanu | Fv/Fm | PI | więdnienie | Regeneracja |
|----|---------|-----------------|------------|------------|-----------------------|---------------------------|----------------|------------|-------|------|------------|-------------|
| 1 | 18.0137 | 65 | 54,62 | 68,71 | 0,79 | 1920 | 31,3 | 27,1 | 0,72 | 0,34 | 1,5 | 1 |
| 2 | 18.0162 | 65 | 45,10 | 71,1 | 0,64 | 2370 | 26,2 | 27,9 | 0,80 | 1,45 | 1 | 1 |
| 3 | 18.0164 | 64 | 96,33 | 108,44 | 0,89 | 2227 | 22,0 | 30,1 | 0,73 | 0,94 | 1,5 | 3 |
| 4 | 18.0172 | 73 | 86,08 | 129,67 | 0,72 | 2001 | 31,8 | 30,1 | 0,78 | 0,99 | 1 | 1 |
| 5 | 18.0173 | 59 | 86,65 | 80,40 | 1,11 | 2061 | 31,1 | 30,5 | 0,79 | 1,65 | 2 | 3 |
| 6 | 18.0174 | 53 | 74,04 | 59,85 | 1,24 | 1832 | 32,6 | 28,4 | 0,80 | 1,81 | 1,5 | 3 |
| 7 | 18.0176 | 53 | 67,96 | 55,36 | 1,22 | 1365 | 31,8 | 28,8 | 0,79 | 1,58 | 2 | 5 |
| 8 | 18.0180 | 78 | 178,89 | 131,81 | 1,25 | 3913 | 34,2 | 24,1 | 0,79 | 1,79 | 2 | 5 |
| 9 | 18.0187 | 65 | 126,70 | 79,92 | 1,49 | 2865 | 33,3 | 29,7 | 0,80 | 3,01 | 3 | 5 |
| 10 | 18.0188 | 54 | 82,05 | 50,08 | 1,30 | 2259 | 38,8 | 26,0 | 0,77 | 2,09 | 3 | 7 |
| 11 | 18.0198 | 68 | 34,81 | 49,54 | 0,72 | 907 | 42,2 | 27,4 | 0,82 | 4,00 | 1,5 | 1 |
| 12 | 18.0203 | 81 | 75,71 | 88,80 | 0,86 | 1641 | 36,1 | 26,7 | 0,79 | 2,06 | 3/5 | 3 |
| 13 | 18.0208 | 75 | 92,93 | 74,34 | 1,25 | 2001 | 34,5 | 30,0 | 0,81 | 2,67 | 5/7 | 3 |
| 14 | 18.0212 | 69 | 81,65 | 68,06 | 1,20 | 1900 | 38,6 | 28,4 | 0,80 | 2,25 | 5 | 5 |
| 15 | 18.0219 | 46 | 44,42 | 32,75 | 1,36 | 906 | 30,1 | 27,0 | 0,81 | 2,81 | 0,5 | 1 |
| 16 | 18.0240 | 65 | 78,89 | 59,97 | 1,38 | 1621 | 27,4 | 26,6 | 0,78 | 1,04 | 2,5 | 1 |
| 17 | 18.0245 | 54 | 74,27 | 47,35 | 1,60 | 1161 | 39,8 | 27,2 | 0,79 | 1,95 | 2 | 1 |
| 18 | 18.0257 | 71 | 54,05 | 121,06 | 0,46 | 1049 | 34,6 | 25,5 | 0,81 | 2,25 | 1 | 3 |
| 19 | 18.0260 | 54 | 66,82 | 62,38 | 1,07 | 1382 | 26,9 | 24,1 | 0,67 | 1,09 | 1 | 1 |
| 20 | 18.0261 | 62 | 68,82 | 57,29 | 1,16 | 1507 | 28,2 | 27,0 | 0,79 | 1,35 | 2 | 1 |
| 21 | 18.0266 | 76 | 57,56 | 97,12 | 0,60 | 1270 | 32,4 | 23,4 | 0,81 | 2,51 | 2 | 3 |
| 22 | 18.0281 | 72 | 110,54 | 77,75 | 1,48 | 2320 | 56,7 | 26,9 | 0,80 | 1,37 | 2 | 5 |
| 23 | 18.0282 | 62 | 32,51 | 51,11 | 0,63 | 730 | 38,8 | 24,1 | 0,81 | 2,61 | 2 | 5 |
| 24 | 18.0285 | 63 | 75,45 | 36,70 | 5,38 | 1312 | 36,6 | 23,4 | 0,80 | 2,30 | 2,5 | 7 |
| 25 | 18.0289 | 78 | 96,44 | 105,12 | 0,91 | 1752 | 36,7 | 23,3 | 0,79 | 1,54 | 2,5 | 7 |
| 26 | 18.0292 | 57 | 41,83 | 57,57 | 0,71 | 931 | 29,9 | 25,8 | 0,75 | 1,05 | 1,5 | 1 |
| 27 | 18.0293 | 62 | 32,18 | 44,75 | 0,67 | 1279 | 38,9 | 25,0 | 0,80 | 2,75 | 2 | 5/7 |
| 28 | 18.0295 | 51 | 27,94 | 32,42 | 0,81 | 721 | 30,3 | 23,8 | 0,80 | 2,47 | 2,5 | 5/7 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---------|---------|-----|--------|--------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| 29 | 18.0296 | 76 | 90,58 | 91,90 | 0,98 | 2370 | 25,8 | 25,7 | 0,73 | 0,72 | 1 | 1 |
| 30 | 18.0298 | 66 | 48,86 | 93,87 | 0,54 | 1414 | 31,5 | 25,0 | 0,74 | 0,74 | 1 | 3 |
| 31 | 18.0299 | 83 | 39,65 | 93,68 | 0,38 | 1411 | 30,5 | 26,0 | 0,72 | 0,72 | 0,5 | 1 |
| 32 | 18.0315 | 59 | 23,84 | 37,15 | 0,60 | 1027 | 31,1 | 26,8 | 0,72 | 0,70 | 0,5 | 1 |
| 33 | 18.0329 | 64 | 85,08 | 74,66 | 1,14 | 1966 | 31,2 | 24,5 | 0,75 | 0,75 | 2,5 | 5 |
| 34 | 18.0330 | 77 | 88,64 | 83,90 | 1,05 | 2345 | 25,8 | 27,5 | 0,75 | 0,75 | 2 | 1 |
| 35 | Gwiazda | 70 | 112,40 | 196,85 | 0,58 | 2643 | 34,3 | 25,5 | 0,73 | 0,82 | 5 | 9 |
| 36 | Oberon | 67 | 82,00 | 209,00 | 0,39 | 1539 | 46,7 | 25,2 | 0,79 | 2,80 | 3/5 | 7/9 |
| 37 | 18.0336 | 76 | 89,85 | 148,85 | 0,59 | 1812 | 32,8 | 27,0 | 0,75 | 1,17 | 2,5 | 7 |
| 38 | 18.0337 | 76 | 80,90 | 121,00 | 0,67 | 1787 | 38,5 | 25,7 | 0,79 | 2,77 | 2,5 | 9 |
| 39 | 18.0339 | 78 | 152,95 | 164,40 | 0,92 | 3375 | 41,4 | 27,4 | 0,78 | 1,72 | 2,5 | 9 |
| 40 | 18.0345 | 87 | 118,25 | 127,80 | 0,90 | 2826 | 35,4 | 26,3 | 0,78 | 2,02 | 5 | 9 |
| 41 | 18.0351 | 106 | 121,70 | 137,05 | 0,85 | 3892 | 31,6 | 27,2 | 0,78 | 1,59 | 2,5 | 9 |
| 42 | 18.0357 | 50 | 68,70 | 71,30 | 0,96 | 1613 | 37,5 | 26,6 | 0,80 | 4,24 | 5/7 | 5/7 |
| 43 | 18.0360 | 82 | 58,35 | 86,35 | 0,68 | 1465 | 40,5 | 27,2 | 0,78 | 2,72 | 2 | 3 |
| 44 | 18.0365 | 89 | 76,05 | 147,40 | 0,52 | 1723 | 37,7 | 25,2 | 0,82 | 4,44 | 7 | 7 |
| 45 | 18.0366 | 74 | 92,65 | 124,45 | 0,75 | 1988 | 36,5 | 28,3 | 0,82 | 3,74 | 9 | 7 |
| 46 | 18.0369 | 86 | 85,55 | 144,75 | 0,60 | 2076 | 34,6 | 25,3 | 0,81 | 3,69 | 3/5 | 7 |
| 47 | 18.0370 | 61 | 74,45 | 94,40 | 0,79 | 1731 | 33,0 | 28,5 | 0,81 | 3,92 | 5 | 5 |
| 48 | 18.0371 | 59 | 69,65 | 86,25 | 0,82 | 1422 | 29,4 | 28,5 | 0,81 | 2,02 | 3/5 | 7/9 |
| 49 | 18.0372 | 60 | 83,90 | 85,55 | 0,99 | 1843 | 32,7 | 26,5 | 0,79 | 1,07 | 5 | 7/9 |
| 50 | 18.0375 | 84 | 86,55 | 122,95 | 0,71 | 1756 | 34,5 | 25,6 | 0,79 | 1,89 | 3 | 7 |
| 51 | 18.0380 | 75 | 65,65 | 96,00 | 0,69 | 1858 | 30,9 | 25,7 | 0,76 | 2,24 | 3 | 7 |
| 52 | 18.0700 | 58 | 34,50 | 48,10 | 0,72 | 1690 | 33,6 | 23,1 | 0,80 | 1,56 | 1,5 | 5/7 |
| 53 | Lech | 66 | 115,15 | 178,15 | 0,65 | 2083 | 43,8 | 23,2 | 0,78 | 2,18 | 3/5 | 9 |
| 54 | Lawenda | 63 | 155,10 | 99,10 | 1,71 | 2325 | 39,8 | 24,1 | 0,79 | 1,07 | 3/5 | 9 |
| 55 | 18.2448 | 58 | 130,75 | 161,35 | 0,82 | 2087 | 45,6 | 22,8 | 0,71 | 3,24 | 3/5 | 9 |
| 56 | 18.2561 | 61 | 130,20 | 118,40 | 1,13 | 2183 | 47,1 | 22,3 | 0,80 | 1,44 | 3/5 | 9 |
| 57 | 18.2597 | 42 | 72,20 | 64,05 | 1,20 | 1531 | 44,9 | 23,0 | 0,74 | 0,59 | 3/5 | 9 |
| 58 | 18.2638 | 47 | 92,06 | 111,95 | 0,82 | 1709 | 44,5 | 23,4 | 0,73 | 1,71 | 3/5 | 9 |
| Średnio | | 67 | 80,5 | 93,4 | 0,98 | 1840 | 35,1 | 26,2 | 0,78 | 1,94 | - | - |

Tabela 2. Wskaźniki rozwojowe roślin rosnących w hali wegetacyjnej w warunkach kontrolnych.

| Lp | nazwa | Wysokość roślin | Masa liści | Masa łodyg | Masa liści/masa łodyg | Powierzchnia asymilacyjna | Zieloność SPAD | Temp. łanu |
|----|---------|-----------------|------------|------------|-----------------------|---------------------------|----------------|------------|
| 1 | 18.0137 | 47 | 121,63 | 80,16 | 1,52 | 1165 | 32,0 | 21,7 |
| 2 | 18.0162 | 51 | 94,13 | 92,56 | 1,04 | 919 | 33,2 | 22,2 |
| 3 | 18.0164 | 51 | 186,65 | 88,02 | 2,13 | 1516 | 30,9 | 21,2 |
| 4 | 18.0172 | 48 | 63,11 | 66,64 | 0,93 | 675 | 36,2 | 21,9 |
| 5 | 18.0173 | 47 | 130,25 | 85,72 | 1,50 | 1177 | 34,6 | 21,6 |
| 6 | 18.0174 | 50 | 168,63 | 64,43 | 2,61 | 1499 | 32,2 | 21,8 |
| 7 | 18.0176 | 58 | 138,54 | 67,19 | 2,07 | 1385 | 37,4 | 21,2 |
| 8 | 18.0180 | 63 | 160,13 | 94,66 | 1,69 | 1335 | 30,2 | 21,2 |
| 9 | 18.0187 | 43 | 144,44 | 65,54 | 2,24 | 1433 | 28,6 | 23,4 |
| 10 | 18.0188 | 51 | 82,59 | 65,28 | 1,72 | 1090 | 35,9 | 24,6 |
| 11 | 18.0198 | 52 | 117,66 | 71,56 | 1,65 | 979 | 35,1 | 24,3 |
| 12 | 18.0203 | 51 | 153,89 | 67,26 | 2,28 | 1428 | 33,4 | 23,6 |
| 13 | 18.0208 | 51 | 85,43 | 75,29 | 1,18 | 1000 | 37,0 | 25,5 |
| 14 | 18.0212 | 58 | 143,63 | 80,35 | 1,78 | 1248 | 37,1 | 25,1 |
| 15 | 18.0219 | 71 | 182,88 | 69,97 | 2,71 | 3450 | 38,9 | 25,8 |
| 16 | 18.0240 | 78 | 220,03 | 99,23 | 2,23 | 4443 | 28,3 | 25,1 |
| 17 | 18.0245 | 70 | 243,43 | 140,07 | 1,98 | 4449 | 36,4 | 24,8 |
| 18 | 18.0257 | 98 | 122,25 | 209,90 | 0,58 | 2751 | 31,0 | 23,4 |
| 19 | 18.0260 | 85 | 175,68 | 128,12 | 1,38 | 3600 | 33,3 | 22,9 |
| 20 | 18.0261 | 73 | 191,40 | 98,84 | 2,03 | 3611 | 32,5 | 20,5 |
| 21 | 18.0266 | 87 | 204,11 | 127,39 | 1,60 | 3512 | 32,7 | 20,2 |
| 22 | 18.0281 | 87 | 248,71 | 165,97 | 1,58 | 4245 | 35,5 | 21,3 |
| 23 | 18.0282 | 70 | 182,86 | 96,25 | 1,93 | 2598 | 33,7 | 21,6 |
| 24 | 18.0285 | 68 | 184,29 | 92,85 | 1,98 | 3331 | 36,2 | 20,3 |
| 25 | 18.0289 | 81 | 221,68 | 141,78 | 1,56 | 3848 | 30,9 | 21,0 |
| 26 | 18.0292 | 74 | 147,23 | 115,19 | 1,28 | 2473 | 30,8 | 20,7 |
| 27 | 18.0293 | 59 | 134,06 | 89,51 | 1,52 | 2480 | 30,9 | 21,5 |

| | | | | | | | | |
|---------|---------|----|--------|--------|------|------|------|------|
| 28 | 18.0295 | 51 | 132,29 | 78,70 | 1,68 | 2643 | 29,8 | 20,7 |
| 29 | 18.0296 | 53 | 114,42 | 67,49 | 1,68 | 1530 | 29,4 | 20,9 |
| 30 | 18.0298 | 53 | 117,35 | 134,22 | 0,89 | 994 | 36,9 | 20,3 |
| 31 | 18.0299 | 48 | 90,90 | 141,59 | 0,65 | 821 | 28,4 | 21,4 |
| 32 | 18.0315 | 56 | 137,53 | 97,61 | 1,42 | 1489 | 31,6 | 21,2 |
| 33 | 18.0329 | 55 | 197,73 | 130,96 | 1,54 | 1576 | 31,2 | 20,6 |
| 34 | 18.0330 | 52 | 213,29 | 124,54 | 1,84 | 1818 | 30,1 | 21,2 |
| 35 | Gwiazda | 70 | 295,88 | 276,03 | 1,08 | 3211 | 34,7 | 19,9 |
| 36 | Oberon | 63 | 257,63 | 274,61 | 0,94 | 2105 | 39,2 | 21,8 |
| 37 | 18.0336 | 63 | 273,91 | 190,10 | 1,44 | 2523 | 30,6 | 20,6 |
| 38 | 18.0337 | 62 | 200,21 | 187,77 | 1,07 | 2184 | 31,4 | 20,5 |
| 39 | 18.0339 | 58 | 162,33 | 177,80 | 0,91 | 1376 | 32,8 | 20,5 |
| 40 | 18.0345 | 67 | 222,48 | 157,73 | 1,41 | 2235 | 31,4 | 20,9 |
| 41 | 18.0351 | 78 | 285,19 | 260,09 | 1,10 | 3765 | 28,0 | 21,0 |
| 42 | 18.0357 | 67 | 226,88 | 177,27 | 1,34 | 2996 | 32,5 | 20,6 |
| 43 | 18.0360 | 73 | 145,93 | 170,93 | 0,86 | 2656 | 33,0 | 20,4 |
| 44 | 18.0365 | 66 | 219,40 | 173,64 | 1,26 | 4452 | 33,7 | 20,9 |
| 45 | 18.0366 | 61 | 218,45 | 199,10 | 1,10 | 4705 | 33,2 | 20,8 |
| 46 | 18.0369 | 57 | 167,37 | 136,09 | 1,22 | 3244 | 32,6 | 20,5 |
| 47 | 18.0370 | 58 | 201,74 | 130,57 | 1,55 | 3475 | 33,0 | 20,5 |
| 48 | 18.0371 | 69 | 268,10 | 174,90 | 1,54 | 5187 | 28,5 | 20,6 |
| 49 | 18.0372 | 69 | 210,75 | 170,58 | 1,30 | 4551 | 30,2 | 21,1 |
| 50 | 18.0375 | 68 | 243,20 | 196,85 | 1,24 | 4750 | 33,1 | 19,9 |
| 51 | 18.0380 | 64 | 304,62 | 197,31 | 1,54 | 5640 | 27,3 | 20,9 |
| 52 | 18.0700 | 61 | 177,83 | 122,86 | 1,55 | 3383 | 25,8 | 20,7 |
| 53 | Lech | 59 | 315,72 | 210,80 | 1,50 | 6010 | 44,1 | 21,2 |
| 54 | Lawenda | 55 | 366,19 | 117,23 | 3,14 | 6658 | 40,6 | 21,1 |
| 55 | 18.2448 | 58 | 361,52 | 222,38 | 1,66 | 6279 | 45,0 | 20,7 |
| 56 | 18.2561 | 56 | 352,96 | 279,85 | 1,26 | 6663 | 42,3 | 20,6 |
| 57 | 18.2597 | 46 | 301,89 | 143,55 | 2,12 | 5595 | 39,5 | 21,1 |
| 58 | 18.2638 | 49 | 349,29 | 214,27 | 1,63 | 6491 | 40,3 | 20,3 |
| Średnio | | 62 | 196,2 | 137,5 | 1,6 | 2977 | 33,5 | 21,6 |

Tabela. 3. Plon, Struktura plonu, udział wad bulw (%) roślin rosnących w szklarni poddanych stresowi suszy i wysokiej temperatury.

| Lp | nazwa | Liczba bulw | Plon (g/roślin) | Udział bulw <35mm (%) | Udział bulw <35-50 mm (%) | Udział bulw <50-60mm (%) | Udział bulw <60 mm (%) | Spękania płytkie (%) | Spękania głębokie (%) | deformacje |
|----|---------|-------------|-----------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|------------|
| 1 | 18.0137 | 16 | 595 | 2 | 30 | 53 | 15 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 18.0162 | 19 | 455 | 11 | 54 | 36 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 18.0164 | 22 | 671 | 14 | 24 | 29 | 33 | 0 | 0 | 9 |
| 4 | 18.0172 | 21 | 489 | 12 | 47 | 41 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 18.0173 | 30 | 659 | 15 | 39 | 46 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| 6 | 18.0174 | 18 | 510 | 9 | 43 | 38 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 18.0176 | 22 | 734 | 10 | 38 | 52 | 0 | 5 | 0 | 16 |
| 8 | 18.0180 | 17 | 538 | 14 | 20 | 48 | 18 | 0 | 0 | 9 |
| 9 | 18.0187 | 23 | 448 | 29 | 58 | 13 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 10 | 18.0188 | 10 | 351 | 10 | 25 | 54 | 11 | 4 | 0 | 25 |
| 11 | 18.0198 | 20 | 343 | 21 | 52 | 27 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 18.0203 | 17 | 365 | 23 | 57 | 20 | 0 | 0 | 0 | 17 |
| 13 | 18.0208 | 24 | 644 | 16 | 21 | 64 | 0 | 0 | 0 | 28 |
| 14 | 18.0212 | 20 | 562 | 13 | 53 | 33 | 0 | 0 | 1 | 15 |
| 15 | 18.0219 | 18 | 427 | 20 | 80 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| 16 | 18.0240 | 17 | 379 | 27 | 60 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | 18.0245 | 14 | 341 | 12 | 49 | 28 | 11 | 4 | 0 | 4 |
| 18 | 18.0257 | 20 | 323 | 31 | 69 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 |
| 19 | 18.0260 | 13 | 308 | 16 | 57 | 11 | 16 | 3 | 0 | 3 |
| 20 | 18.0261 | 16 | 595 | 4 | 51 | 31 | 15 | 2 | 0 | 0 |
| 21 | 18.0266 | 22 | 539 | 23 | 45 | 13 | 19 | 0 | 0 | 1 |
| 22 | 18.0281 | 29 | 539 | 19 | 32 | 49 | 0 | 0 | 3 | 4 |
| 23 | 18.0282 | 16 | 454 | 11 | 46 | 44 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | 18.0285 | 15 | 524 | 15 | 41 | 44 | 0 | 10 | 0 | 22 |
| 25 | 18.0289 | 16 | 571 | 12 | 37 | 51 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 26 | 18.0292 | 14 | 465 | 11 | 43 | 18 | 29 | 0 | 0 | 0 |
| 27 | 18.0293 | 22 | 758 | 10 | 36 | 40 | 14 | 0 | 0 | 8 |

| | | | | | | | | | | |
|---------|---------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| 28 | 18.0295 | 24 | 306 | 45 | 48 | 7 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 29 | 18.0296 | 18 | 483 | 15 | 78 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 30 | 18.0298 | 19 | 426 | 20 | 46 | 26 | 8 | 0 | 0 | 13 |
| 31 | 18.0299 | 19 | 395 | 24 | 70 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 32 | 18.0315 | 14 | 406 | 17 | 48 | 27 | 8 | 0 | 0 | 0 |
| 33 | 18.0329 | 24 | 694 | 15 | 40 | 22 | 23 | 0 | 0 | 0 |
| 34 | 18.0330 | 16 | 476 | 19 | 44 | 37 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 35 | Gwiazda | 24 | 685 | 12 | 46 | 31 | 12 | 0 | 0 | 12 |
| 36 | Oberon | 16 | 566 | 5 | 51 | 33 | 11 | 0 | 0 | 0 |
| 37 | 18.0336 | 25 | 596 | 16 | 69 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 38 | 18.0337 | 16 | 465 | 12 | 46 | 32 | 10 | 0 | 0 | 15 |
| 39 | 18.0339 | 13 | 306 | 17 | 83 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 40 | 18.0345 | 20 | 460 | 29 | 48 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 41 | 18.0351 | 23 | 599 | 19 | 66 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 42 | 18.0357 | 29 | 812 | 11 | 51 | 30 | 8 | 3 | 0 | 0 |
| 43 | 18.0360 | 13 | 436 | 10 | 56 | 26 | 9 | 0 | 0 | 0 |
| 44 | 18.0365 | 12 | 621 | 5 | 24 | 41 | 29 | 0 | 0 | 0 |
| 45 | 18.0366 | 16 | 642 | 7 | 23 | 27 | 43 | 2 | 0 | 2 |
| 46 | 18.0369 | 14 | 468 | 14 | 30 | 37 | 19 | 0 | 0 | 12 |
| 47 | 18.0370 | 16 | 479 | 13 | 32 | 20 | 34 | 4 | 0 | 0 |
| 48 | 18.0371 | 11 | 431 | 5 | 34 | 46 | 15 | 0 | 0 | 0 |
| 49 | 18.0372 | 15 | 679 | 4 | 34 | 32 | 30 | 0 | 0 | 2 |
| 50 | 18.0375 | 19 | 366 | 20 | 41 | 39 | 0 | 10 | 3 | 7 |
| 51 | 18.0380 | 15 | 557 | 8 | 38 | 54 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 52 | 18.0700 | 12 | 303 | 21 | 41 | 21 | 17 | 0 | 0 | 0 |
| 53 | Lech | 29 | 700 | 21 | 36 | 40 | 3 | 3 | 0 | 16 |
| 54 | Lawenda | 21 | 919 | 6 | 22 | 42 | 31 | 2 | 0 | 28 |
| 55 | 18.2448 | 18 | 537 | 15 | 46 | 34 | 6 | 4 | 0 | 0 |
| 56 | 18.2561 | 15 | 395 | 13 | 46 | 41 | 0 | 0 | 0 | 17 |
| 57 | 18.2597 | 17 | 637 | 13 | 54 | 33 | 0 | 9 | 0 | 7 |
| 58 | 18.2638 | 14 | 446 | 12 | 56 | 32 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Średnio | | 18 | 515 | 15 | 46 | 30 | 9 | 1 | 0 | 5 |

Tabela. 4. Plon, Struktura plonu, udział wad bulw (%) roślin rosnących w warunkach kontrolnych w hali wegetacyjnej.

| Lp | nazwa | Liczba bulw | Plon (g/roślin) | Udział bulw <35mm (%) | Udział bulw <35-50 mm (%) | Udział bulw <50-60mm (%) | Udział bulw <60 mm (%) | Spękania płytkie (%) | Spękania głębokie (%) | deformacje |
|----|---------|-------------|-----------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|------------|
| 1 | 18.0137 | 25 | 1012 | 7 | 64 | 26 | 3 | 2 | 0 | 0 |
| 2 | 18.0162 | 27 | 921 | 8 | 61 | 27 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 18.0164 | 26 | 941 | 10 | 45 | 25 | 21 | 4 | 0 | 0 |
| 4 | 18.0172 | 21 | 1140 | 6 | 27 | 41 | 27 | 0 | 0 | 3 |
| 5 | 18.0173 | 40 | 1379 | 4 | 54 | 40 | 2 | 1 | 0 | 1 |
| 6 | 18.0174 | 37 | 1009 | 10 | 70 | 19 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 7 | 18.0176 | 27 | 1141 | 5 | 67 | 27 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 18.0180 | 25 | 873 | 13 | 47 | 20 | 20 | 4 | 0 | 7 |
| 9 | 18.0187 | 28 | 867 | 7 | 71 | 22 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 18.0188 | 25 | 882 | 11 | 53 | 35 | 0 | 0 | 1 | 8 |
| 11 | 18.0198 | 28 | 1094 | 5 | 61 | 25 | 9 | 4 | 0 | 1 |
| 12 | 18.0203 | 21 | 981 | 4 | 32 | 60 | 4 | 0 | 0 | 10 |
| 13 | 18.0208 | 30 | 879 | 7 | 74 | 19 | 0 | 0 | 5 | 0 |
| 14 | 18.0212 | 25 | 970 | 6 | 52 | 39 | 4 | 0 | 0 | 3 |
| 15 | 18.0219 | 19 | 1012 | 2 | 37 | 32 | 28 | 4 | 0 | 9 |
| 16 | 18.0240 | 24 | 736 | 9 | 45 | 46 | 0 | 5 | 0 | 0 |
| 17 | 18.0245 | 18 | 752 | 5 | 31 | 34 | 30 | 6 | 0 | 2 |
| 18 | 18.0257 | 21 | 600 | 15 | 66 | 9 | 11 | 0 | 0 | 9 |
| 19 | 18.0260 | 24 | 699 | 25 | 51 | 24 | 0 | 0 | 11 | 3 |
| 20 | 18.0261 | 23 | 954 | 8 | 44 | 49 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21 | 18.0266 | 14 | 817 | 0 | 27 | 37 | 36 | 4 | 0 | 8 |
| 22 | 18.0281 | 27 | 881 | 10 | 47 | 15 | 28 | 0 | 0 | 1 |
| 23 | 18.0282 | 14 | 777 | 0 | 31 | 43 | 26 | 1 | 0 | 5 |
| 24 | 18.0285 | 25 | 987 | 10 | 43 | 22 | 25 | 0 | 0 | 0 |
| 25 | 18.0289 | 20 | 945 | 4 | 46 | 23 | 27 | 0 | 7 | 1 |
| 26 | 18.0292 | 16 | 675 | 19 | 57 | 24 | 0 | 9 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | |
|---------|---------|----|------|----|----|----|----|----|---|----|
| 27 | 18.0293 | 16 | 1023 | 0 | 57 | 30 | 13 | 0 | 0 | 0 |
| 28 | 18.0295 | 25 | 759 | 10 | 82 | 8 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 29 | 18.0296 | 32 | 951 | 10 | 65 | 25 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 30 | 18.0298 | 34 | 960 | 11 | 62 | 15 | 12 | 3 | 0 | 1 |
| 31 | 18.0299 | 24 | 879 | 8 | 61 | 31 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 32 | 18.0315 | 21 | 999 | 6 | 34 | 44 | 16 | 0 | 0 | 0 |
| 33 | 18.0329 | 29 | 921 | 10 | 60 | 24 | 6 | 0 | 0 | 5 |
| 34 | 18.0330 | 14 | 1096 | 0 | 35 | 28 | 37 | 0 | 0 | 6 |
| 35 | Gwiazda | 31 | 1140 | 9 | 48 | 30 | 12 | 4 | 0 | 0 |
| 36 | Oberon | 25 | 1060 | 5 | 74 | 21 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 37 | 18.0336 | 32 | 759 | 23 | 77 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 38 | 18.0337 | 18 | 840 | 11 | 37 | 38 | 14 | 16 | 0 | 0 |
| 39 | 18.0339 | 16 | 718 | 11 | 48 | 29 | 12 | 0 | 0 | 0 |
| 40 | 18.0345 | 28 | 955 | 8 | 47 | 37 | 8 | 0 | 7 | 0 |
| 41 | 18.0351 | 31 | 1083 | 6 | 55 | 33 | 5 | 19 | 0 | 3 |
| 42 | 18.0357 | 31 | 1021 | 10 | 74 | 16 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| 43 | 18.0360 | 28 | 670 | 13 | 91 | 46 | 0 | 7 | 0 | 0 |
| 44 | 18.0365 | 10 | 1103 | 0 | 15 | 34 | 51 | 0 | 0 | 0 |
| 45 | 18.0366 | 18 | 1153 | 3 | 28 | 46 | 23 | 10 | 0 | 0 |
| 46 | 18.0369 | 11 | 660 | 0 | 25 | 68 | 7 | 0 | 0 | 0 |
| 47 | 18.0370 | 17 | 733 | 6 | 55 | 39 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 48 | 18.0371 | 18 | 799 | 6 | 53 | 42 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| 49 | 18.0372 | 18 | 865 | 6 | 57 | 37 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 50 | 18.0375 | 39 | 811 | 24 | 69 | 6 | 0 | 4 | 1 | 2 |
| 51 | 18.0380 | 26 | 1018 | 8 | 67 | 20 | 4 | 5 | 0 | 4 |
| 52 | 18.0700 | 13 | 705 | 3 | 60 | 18 | 19 | 14 | 0 | 0 |
| 53 | Lech | 40 | 1161 | 14 | 77 | 9 | 0 | 7 | 0 | 3 |
| 54 | Lawenda | 26 | 1207 | 5 | 51 | 37 | 6 | 3 | 0 | 0 |
| 55 | 18.2448 | 28 | 973 | 12 | 80 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 56 | 18.2561 | 21 | 938 | 8 | 92 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23 |
| 57 | 18.2597 | 27 | 863 | 13 | 79 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 58 | 18.2638 | 19 | 883 | 8 | 92 | 0 | 0 | 2 | 0 | 13 |
| Średnio | | 24 | 925 | 8 | 55 | 28 | 10 | 3 | 1 | 2 |

Mierniki dla tematu badawczego 1:

| Lp. | miernik ² | wartość miernika podana w opisie zadania | wartość miernika zrealizowana |
|------|---|---|----------------------------------|
| 1.1 | Ilość genotypów | 50 | 50 |
| 1.2. | Parametry morfologiczno- fizjologiczne roślin | 7 | 7 |
| 1.3 | Parametry oceny plonu | 7 | 7 |

3. 2. Temat badawczy 2: Badania zależności między częścią nadziemną a systemem korzeniowym roślin ziemniaka w warunkach suszy glebowej i wysokiej temperatury

Cel tematu badawczego: Wytypowanie cech korzeni decydujących o większej odporności genotypów ziemniaka na suszę glebową

Materiały i metody: Główną hipotezą badawczą było założenie, że genotypy ziemniaka o większej tolerancji na stresy abiotyczne a głównie na stres suszy wytwarzają w początkowym okresie rozwoju większy system korzeniowy a mniejszą masę nadziemną, stąd stosunek korzeni do kielków jest wyższy u tych genotypów niż u genotypów mniej tolerancyjnych.

W badaniach uczestniczyły 50 nowych rodów ziemniaka o nieznanym poziomie tolerancji na stres suszy i wysokiej temperatury.

Bulwy wyrównanej wielkości w ilości 12 sztuk były wysadzone w doniczkach o średnicy 17,5 cm w podłożu glebowym – torfowym i umieszczone w fitotronie. Zastosowano 2 kombinacje:
- kontrola- temperatura 22/15°C (dzień /noc) i wilgotność względna powietrza wynosząca ok. 70%. Rośliny były podlewane tak aby utrzymać optymalną wilgotność gleby tj 65 % połowej pojemności wodnej.

- kombinacja z zastosowaniem stresu suszy i wysokiej temperatury- rośliny nie były podlewane a temperatura powietrza wynosiła 38/25 °C (dzień /noc).

W każdej kombinacji było po 6 roślin. Po 20 dniach od posadzenia oznaczona była masa kielków i korzeni z obu kombinacji i wyliczony został stosunek „root-sprout”.

Wyniki, dyskusja i wnioski:

Po 20 dniach od posadzenia większość bulw wykiełkowała i wytworzyła korzenie, niestety rody o dłuższym okresie spoczynku nie weszły w fazę rozwoju zarówno części nadziemnej , jak i podziemnej. Dotyczyło to głównie kombinacji stresowej.

W kombinacji kontrolnej zarówno masa części nadziemnej , jak i masa korzeni była wyższa niż w kombinacji gdzie zastosowano suszę i wysoką temperaturę. Średnia masa części nadziemnej (dla rodów, które wykiełkowały) wynosiła 9,56 g a średnia masa korzeni 4, 04g. W przypadku kombinacji gdzie zastosowana była susza i wysoka temperatura wartości te wynosiły odpowiednio 3,18 i 2,25.

Stosunek masy korzeni do masy części nadziemnej był niższy w kombinacji kontrolnej niż kombinacji stresowej i wynosił odpowiednio 0,42 i 0,70.

Zróznicowanie rodów dotyczące wielkości tego wskaźnika było bardzo wysokie. Przyjmując wielkość wskaźnika „root/sprout „ jako miernik tolerancji roślin na stresy abiotyczne, po pierwszym roku badań można wytypować jako najbardziej tolerancyjne następujące rody : 18.0339, 18. 0330, 18.0329, 18.0296, 18.0293 i 18.0162

Dane dotyczące wartości omawianych cech zawarto w tabeli 1.

² Podać miernik – np. ilość testów, prób, badanych genotypów etc.

Tabela 1. Masa części nadziemnej i korzeni po 20 dniach od sadzenia oraz stosunek masy korzeni do masy kiełków w kombinacji kontrolnej i stresowej.

| Nazwa | Kontrola | | | | | Susza+ wysoka temperatura | | | | |
|---------|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------|------------------------|--|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------|------------------------|--|
| | Świeża masa części nadziemnej (g) | Sucha masa części nadziemnej (g) | Świeża masa korzeni (g) | Sucha masa korzeni (g) | Stosunek masy korzeni do masy nadziemnej | Świeża masa części nadziemnej (g) | Sucha masa części nadziemnej (g) | Świeża masa korzeni (g) | Sucha masa korzeni (g) | Stosunek masy korzeni do masy nadziemnej |
| 18.0137 | 11,92 | 0,93 | 8,51 | 0,56 | 0,71 | 0,140 | 0,013 | 0,06 | 0,01 | 0,43 |
| 18.0162 | 3,63 | 0,28 | 6,24 | 0,41 | 1,72 | 8,36 | 0,774 | 4,01 | 0,28 | 2,33 |
| 18.0164 | 14,88 | 1,16 | 5,21 | 0,34 | 0,35 | 0 | 0,000 | 0 | 0,00 | 0 |
| 18.0172 | 34,38 | 2,69 | 6,78 | 0,45 | 0,20 | 5,68 | 0,526 | 2,04 | 0,14 | 0,36 |
| 18.0173 | 6,64 | 0,52 | 2,83 | 0,19 | 0,43 | 0,11 | 0,010 | 0,18 | 0,01 | 1,63 |
| 18.0174 | 14,91 | 1,16 | 8,44 | 0,56 | 0,57 | 2,66 | 0,246 | 1,41 | 0,10 | 0,53 |
| 18.0176 | 0,84 | 0,07 | 2,53 | 0,17 | 3,01 | 0,13 | 0,012 | 0,17 | 0,01 | 1,31 |
| 18.0180 | 14,1 | 1,10 | 5,49 | 0,36 | 0,39 | 3,63 | 0,336 | 1,82 | 0,13 | 0,50 |
| 18.0187 | 0,30 | 0,02 | 0,90 | 0,06 | 3,00 | 0 | 0,000 | 0 | 0,00 | 0 |
| 18.0188 | 29,20 | 2,28 | 9,30 | 0,61 | 0,32 | 12,47 | 1,155 | 6,64 | 0,47 | 0,45 |
| 18.0197 | 20,74 | 1,62 | 11,98 | 0,79 | 1,73 | 8,17 | 0,757 | 5,93 | 0,42 | 0,73 |
| 18.0203 | 25,86 | 2,02 | 10,13 | 0,67 | 0,39 | 2,31 | 0,214 | 2,68 | 0,19 | 1,16 |
| 18.0208 | 5,75 | 0,45 | 4,79 | 0,32 | 0,83 | 4,05 | 0,375 | 4,6 | 0,32 | 1,14 |
| 18.0212 | 2,91 | 0,23 | 5,14 | 0,34 | 1,77 | 0 | 0,000 | 0 | 0,00 | 0 |
| 18.0219 | 24,59 | 1,92 | 8,03 | 0,53 | 0,33 | 2,85 | 0,264 | 2,81 | 0,20 | 1,0 |
| 18.0240 | 1,36 | 0,11 | 2,27 | 0,15 | 1,67 | 0 | 0,000 | 0 | 0,00 | 0 |
| 18.0245 | 0,17 | 0,01 | 0,59 | 0,04 | 3,47 | 0,17 | 0,016 | 0,36 | 0,03 | 2,12 |
| 18.0257 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0 | 0,000 | 0 | 0,00 | 0 |
| 18.0260 | 23,38 | 1,83 | 7,11 | 0,47 | 0,30 | 9,02 | 0,835 | 3,91 | 0,28 | 0,43 |
| 18.0261 | 8,91 | 0,70 | 4,12 | 0,27 | 0,46 | 3,35 | 0,310 | 4,09 | 0,29 | 1,22 |
| 18.0266 | 9,66 | 0,75 | 3,59 | 0,24 | 0,37 | 4,69 | 0,434 | 3,75 | 0,26 | 0,81 |
| 18.0281 | 7,40 | 0,58 | 3,96 | 0,26 | 0,54 | 0,3 | 0,028 | 0,2 | 0,01 | 0,67 |
| 18.0282 | 0,24 | 0,02 | 0,04 | 0,00 | 0,17 | 0 | 0,000 | 0 | 0,00 | 0 |
| 18.0285 | 3,49 | 0,27 | 3,49 | 0,23 | 1,0 | 1,78 | 0,165 | 3,37 | 0,24 | 1,98 |

| | | | | | | | | | | |
|---------|-------|------|------|------|------|------|-------|------|------|-------------|
| 18.0289 | 0,06 | 0,00 | 0,07 | 0,00 | 1,17 | 0 | 0,000 | 0 | 0,00 | 0 |
| 18.0292 | 0,39 | 0,03 | 0,41 | 0,03 | 1,05 | 0,5 | 0,046 | 0,73 | 0,05 | 1,46 |
| 18.0293 | 28,01 | 2,19 | 9,35 | 0,62 | 0,33 | 2,02 | 0,187 | 5,16 | 0,36 | 2,55 |
| 18.0295 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 5,25 | 0,486 | 1,9 | 0,13 | 0,36 |
| 18.0296 | 0,26 | 0,02 | 0,92 | 0,06 | 3,54 | 0,11 | 0,010 | 0,31 | 0,02 | 2,82 |
| 18.0298 | 0,95 | 0,07 | 1,66 | 0,11 | 1,75 | 1,28 | 0,119 | 1,40 | 0,10 | 1,09 |
| 18.0299 | 17,30 | 1,35 | 5,96 | 0,39 | 0,34 | 8,25 | 0,764 | 3,88 | 0,27 | 0,47 |
| 18.0315 | 35,7 | 2,79 | 6,40 | 0,42 | 0,18 | 9,21 | 0,853 | 3,31 | 0,23 | 0,36 |
| 18.0329 | 10,71 | 0,84 | 5,10 | 0,34 | 0,48 | 0,50 | 0,046 | 1,61 | 0,11 | 3,22 |
| 18.0330 | 0,29 | 0,02 | 0,75 | 0,05 | 2,59 | 0,05 | 0,005 | 0,17 | 0,01 | 3,40 |
| 18.0336 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0 | 0,000 | 0 | 0,00 | 0 |
| 18.0337 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0 | 0,000 | 0 | 0,00 | 0 |
| 18.0339 | 10,51 | 0,82 | 5,77 | 0,38 | 0,55 | 0,37 | 0,034 | 1,35 | 0,10 | 3,65 |
| 18.0345 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0 | 0,000 | 0 | 0,00 | 0 |
| 18.0351 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0 | 0,000 | 0 | 0,00 | 0 |
| 18.0357 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0 | 0,000 | 0 | 0,00 | 0 |
| 18.0360 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0 | 0,000 | 0 | 0,00 | 0 |
| 18.0365 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0 | 0,000 | 0 | 0,00 | 0 |
| 18.0366 | 0,03 | 0,00 | 0,10 | 0,01 | 3,33 | 0 | 0,000 | 0 | 0,00 | 0 |
| 18.0369 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0,1 | 0,009 | 0,23 | 0,02 | 2,3 |
| 18.0370 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0 | 0,000 | 0 | 0,00 | 0 |
| 18.0371 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0 | 0,000 | 0 | 0,00 | 0 |
| 18.0372 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0 | 0,000 | 0 | 0,00 | 0 |
| 18.0375 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0 | 0,000 | 0 | 0,00 | 0 |
| 18.0380 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0 | 0,000 | 0 | 0,00 | 0 |
| 18.0700 | 0,4 | 0,03 | 0,6 | 0,04 | 1,5 | 0 | 0,000 | 0 | 0,00 | 0 |
| 18.2448 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0 | 0,000 | 0 | 0,00 | 0 |
| 18.2561 | 0,18 | 0,01 | 0,75 | 0,05 | 4,17 | 0 | 0,000 | 0 | 0,00 | 0 |
| 18.2597 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0 | 0,000 | 0 | 0,00 | 0 |
| 18.2638 | 4,85 | 0,38 | 2,31 | 0,15 | 0,48 | 0 | 0,000 | 0 | 0,00 | 0 |
| Gwiazda | 0,20 | 0,02 | 0,28 | 0,02 | 1,4 | 0 | 0,000 | 0 | 0,00 | 0 |

| | | | | | | | | | | |
|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Oberon | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0 | 0 | 0,000 | 0 | 0,00 | 0 |
| Lech | 7,08 | 0,55 | 4,93 | 0,33 | 0,70 | 0 | 0,000 | 0 | 0,00 | 0 |
| Lawenda | 0,21 | 0,02 | 0,61 | 0,04 | 2,9 | 1,57 | 0,145 | 1,85 | 0,13 | 1,18 |
| Średnio | 9,56 | 0,76 | 4,04 | 0,26 | 0,42 | 3,18 | 0,28 | 2,25 | 0,16 | 0,70 |

Mierniki dla tematu badawczego 2:

| Lp. | miernik ³ | wartość miernika podana w opisie zadania | wartość miernika zrealizowana |
|-----|--|--|-------------------------------|
| 2.1 | Ilość genotypów | 50 | 50 |
| 2.2 | Parametry morfologiczno- fizjologiczne | 5 | 5 |

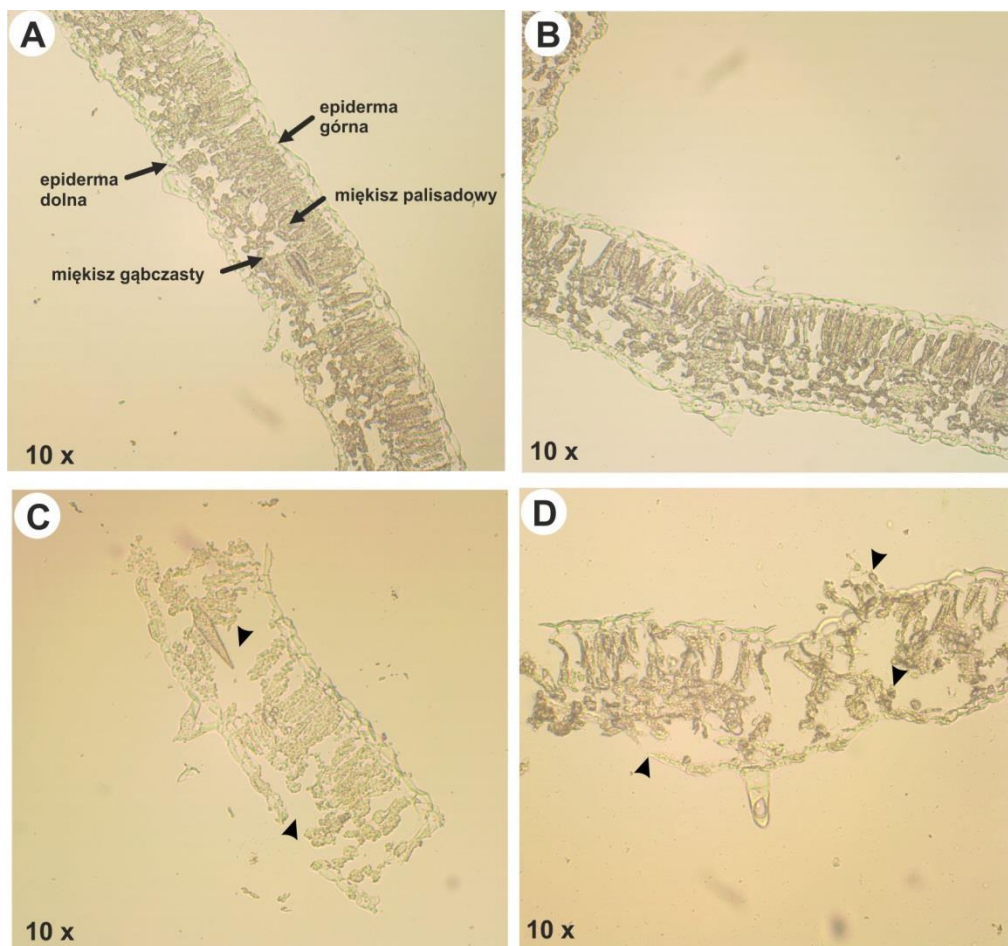
3. 3. Temat badawczy 3: Analiza budowy anatomicznej liści ziemniaka w warunkach suszy i wysokiej temperatury z zastosowaniem mikroskopu świetlnego oraz mikroskopu elektronowego.

Cel tematu badawczego 3: Identyfikacja zmian anatomicznych zachodzących pod wpływem suszy i wysokiej temperatury w liściach ziemniaka.

Materiały i metody: W roku 2021, została przeprowadzona optymalizacja metody przygotowania preparatów do mikroskopii świetlnej, w celu uzyskania jak najlepszego obrazu przy jednoczesnym zminimalizowaniu ryzyka wystąpienia artefaktów związanych z preparatyką. Do tego celu, została wybrana technika „mrożeniowa” oraz urządzenie typu kriostat (model Leica 1950, korzystanie z kriostatu na zasadzie usługi zewnętrznej). Materiał badawczy stanowiły fragmenty liści o rozmiarach 2x1 mm pobrane z roślin ziemniaka będących w fazie tuberyzacji. Materiał został utrwalony (czas inkubacji dobierano eksperymentalnie, z przedziału 4 – 12 godz.) w mieszaninie o składzie: 2,5 % aldehyd glutarowy w 0,1 M PBS, a następnie odwodniony w serii stężeń alkoholu etylowego (10-70%). Na potrzebę przygotowania skrawków z wykorzystaniem kriostatu, materiał został umieszczony w specjalnym medium (testowano 2 rodzaje medium: OTC Tissue Freezing Medium i Cryomatrix Clear) i zamrożony w temp. -21 °C. Eksperymentalnie wybierano grubość skrawków z testowanej grubości w przedziale: 4 – 20 µm.

Wyniki i dyskusja: Najlepsze rezultaty, które dotyczyły przekrojów poprzecznych liści z prawidłowym zachowaniem struktury oraz dobrą wizualizacją poszczególnych typów komórek zostały osiągnięte przy zastosowaniu 4- godzinnego czasu utrwalania oraz medium do zamrażania w kriostacie Cryomatrix Clear. W wariancie tym uzyskano najlepsze obrazy, m. in. z zachowaniem „ciągłości” komórek górnej i dolnej epidermy oraz prawidłowym ułożeniem komórek miękiszku palisadowego i gąbczastego (Ryc. 1 A, B). Wybrana grubość skrawka: 10 µm, w porównaniu do skrawków o grubości poniżej 10 µm (Ryc. 1 C, D), gwarantowała lepszą wytrzymałość preparatu na rozrywanie komórek podczas przenoszenia skrawków na szkiełka mikroskopowe. Natomiast, obrazy otrzymane z preparatów o grubości powyżej 10 µm, charakteryzowały się mniejszą rozdzielczością i tym samym, przy analizie pojawiała się trudność w rozróżnianiu komórek, spowodowana występowaniem tzw. „drugiego planu”.

³ Podać miernik – np. ilość testów, prób, badanych genotypów etc.



Ryc. 1. Przykładowe obrazy z mikroskopu świetlnego przedstawiające przekroje poprzeczne przez liście ziemniaka, odmiana Oberon (A) i Gwiazda (B). Groty na obrazach C (Gwiazda) i D (Oberon) wskazują na uszkodzenia tkanki w wariantach otrzymanych podczas pierwszych etapów optymalizacji procedury przygotowania materiału do mikroskopii świetlnej.

Mierniki dla tematu badawczego 3:

| Lp. | miernik ⁴ | wartość miernika podana w opisie zadania | wartość miernika zrealizowana |
|------|---|--|-------------------------------|
| 3.1 | Metoda przygotowania materiału do mikroskopii świetlnej wybrana na podstawie przeprowadzenia optymalizacji procedury przygotowania preparatów mikroskopowych. Wybrana metoda gwarantuje uzyskanie najlepszego obrazu struktury przy jednoczesnym zminimalizowaniu ryzyka wystąpienia artefaktów związanego z preparatyką. | 1 | 1 |
| 3.2. | Wykonanie preparatów dla każdej testowanej metody (szkiełka mikroskopowe z przekrojami poprzecznymi liści o grubości 4 – 20 μm). | 10 | 10 |

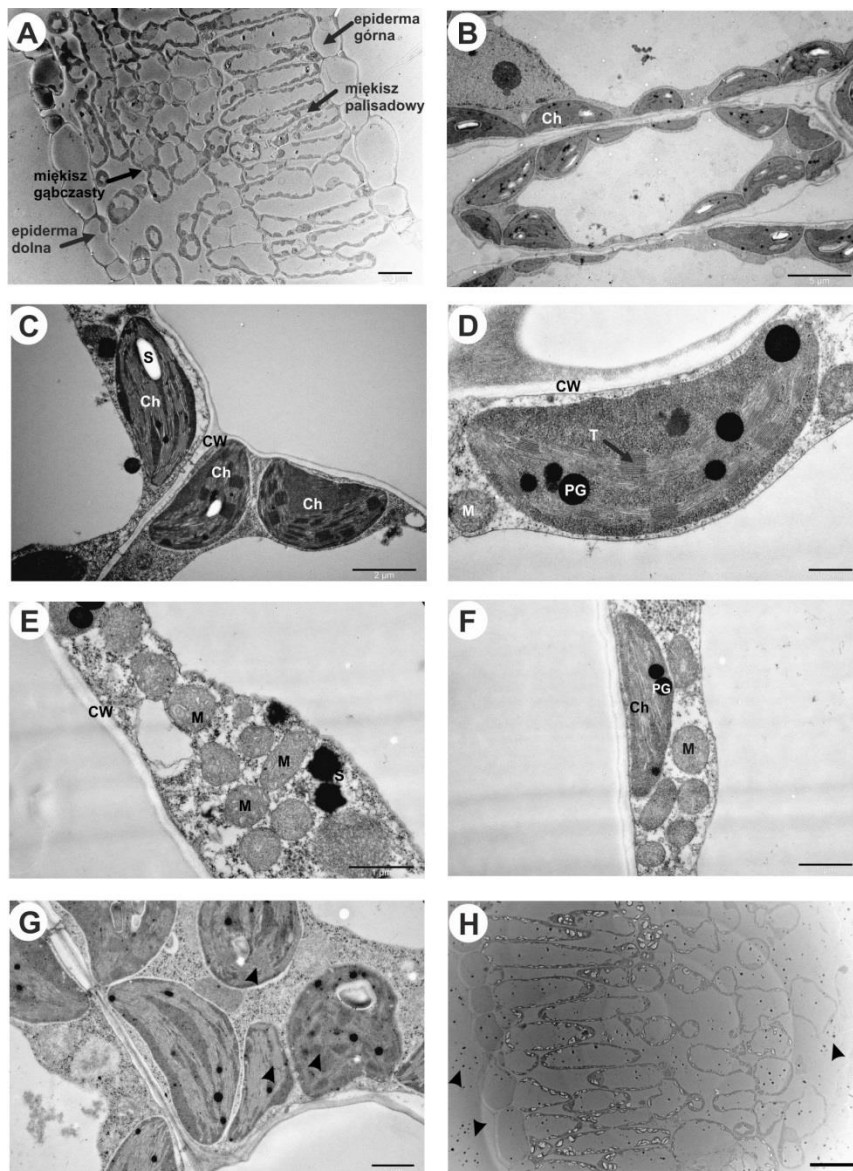
⁴ Podać miernik – np. ilość testów, prób, badanych genotypów etc.

3.4 Temat badawczy 4 Immunolokalizacja akwaporyn w liściach ziemniaka w warunkach suszy i wysokiej temperatury z zastosowaniem mikroskopu elektronowego.

Cel tematu badawczego 4: Lokalizacja akwaporyn odpowiedzialnych za regulację potencjału wodnego komórek i uczestniczących w odpowiedzi roślin na różne stresy abiotyczne.

Materiały i metody: W roku 2021 została wykonana optymalizacja metody przygotowania preparatów do transmisyjnej mikroskopii elektronowej (TEM), w której został wybrany optymalny czas utrwalania materiału (z przedziału 4 – 12 godz.) oraz skład mieszaniny utrwalającej, jak również został dobrany czas przesycańia materiału z żywicą (w każdym stężeniu żywicy w przedziale 4-16 godz.). Materiał badawczy stanowiły fragmenty liści o wielkości 2x1 mm pobrane z roślin ziemniaka będących w fazie tuberyzacji. Materiał został utrwalony w mieszaninie paraformaldehydu i aldehydu glutarowego (w 0,1 M PBS). Następnie materiał płukano w 0,1 M buforze fosforanowym (pH 7,3) przez 1 godzinę, w trzech zmianach buforu. Postfiksację przeprowadzano w 1% roztworze czterotlenku osmu przez 2 godziny, w temperaturze pokojowej (ten etap będzie ominięty dla preparatów przeznaczonych do immunolokalizacji akwaporyn). Po odwodnieniu w serii stężeń alkoholu etylowego (10-70%), materiał został przesycony w żywicy i spolimeryzowany przez 24 godz. w temperaturze 60 °C. Ultracienkie skrawki (o grubości ok. 100 nm) otrzymywano z wykorzystaniem ultramikrotomu Leica Ultracut w Pracowni Mikroskopii Elektronowej Instytutu Biologii Doświadczalnej PAN im. M. Nenckiego w Warszawie (na zasadzie usługi badawczej). Po skrojeniu, skrawki umieszczano na niklowych siatkach i kontrastowano w 1% roztworze wodnym octanu uranylu przez 5 minut w temperaturze pokojowej, a następnie w 0,04% roztworze wodnym cytrynianu ołowiu, przez 1 minutę, w temperaturze pokojowej (Reynolds, 1963). Obserwacje przeprowadzono w transmisyjnym mikroskopie elektronowym (model JEM 1400; JEOL Co., Japan) wyposażonego w kamerę (MORADA G2, EMSIS GmbH, Germany) w Pracowni Mikroskopii Elektronowej Instytutu Biologii Doświadczalnej PAN im. M. Nenckiego w Warszawie (koszt korzystania z mikroskopu – na zasadzie usługi zewnętrznej).

Wyniki i dyskusja: Najwyższą jakość obrazów otrzymano dla preparatów uzyskanych dla materiału utrwalonego przez 4 godziny w mieszaninie o składzie: 2% paraformaldehyd i 0,5% aldehyd glutarowy, przesyconego w każdym stężeniu żywicy przez minimum 12 godz. W tym przypadku uzyskano najlepsze obrazy, z dobrze zachowaną ścianą i błoną komórkową, ultrastrukturą komórek epidermy, miększu palisadowego oraz gąbczastego (Ryc. 2 A-C), w tym ultrastruktury organelli komórkowych takich jak: chloroplasty i mitochondria (Ryc. 2 D-F). Na pozostałych obrazach (w wariantach niewybranych w procesie optymalizacji procedury), obserwowano zaburzoną ultrastrukturę organelli komórkowych (Ryc. 2 G) oraz zanieczyszczenia preparatów spowodowane pozostałością odczynników użytych podczas kontrastowania materiału (Ryc. 2 H).



Ryc. 1. Przykładowe obrazy z transmisyjnego mikroskopu elektronowego przedstawiające przekroje poprzeczne przez liście ziemniaka, odmiany Oberon (A-C, G), i Gwiazda (D-F, H). Groty wskazują na nieprawidłową ultrastrukturę chloroplastów, np. niezachowany układ tylakoidów gran (G) oraz na pozostałości po odczynnikach do kontrastowania (H) w wariantach otrzymanych podczas pierwszych etapów optymalizacji procedury przygotowania materiału do mikroskopii elektronowej. Oznaczenia: Ch – chloroplast, M – mitochondrium, S – skrobia, PG – plastoglobula, T – tylakoidy gran, CW – ściana komórkowa.

Mierniki dla tematu badawczego 4:

| Lp. | miernik ⁵ | wartość miernika podana w opisie zadania | wartość miernika zrealizowana |
|-----|--|--|-------------------------------|
| 4.1 | Metoda przygotowania materiału do transmisyjnej mikroskopii elektronowej wybrana na podstawie przeprowadzenia optymalizacji procedury przygotowania preparatów mikroskopowych z wykorzystaniem różnych rodzajów utrwalacza oraz żywicy akrylowej | 1 | 1 |
| 4.2 | Wykonanie preparatów dla każdej testowanej metody (siatki niklowe z przekrojami poprzecznymi liści o grubości ok. 100 nm). | 10 | 10 |

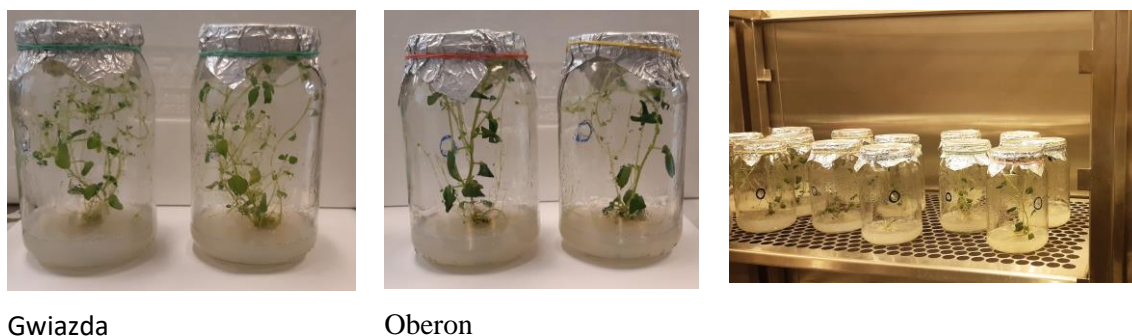
⁵ Podać miernik – np. ilość testów, prób, badanych genotypów etc.

3.5. Temat badawczy 5 Synteza i dystrybucja ABA w roślinach ziemniaka w odpowiedzi na stres suszy i wysokiej temperatury.

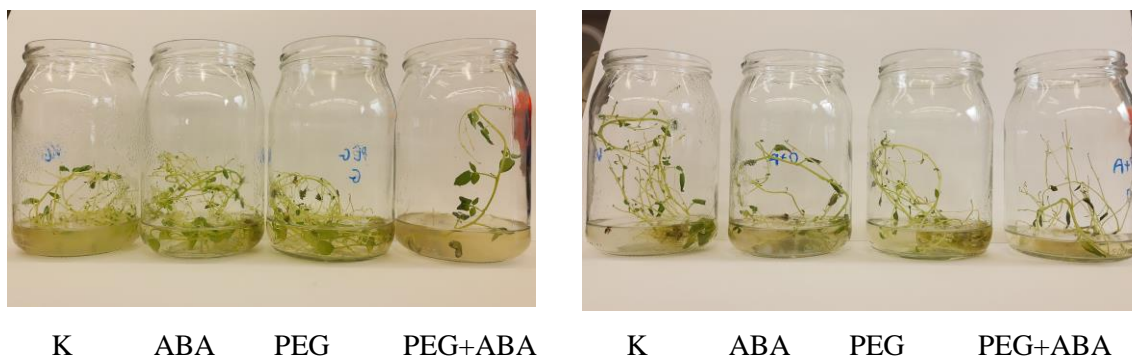
Cel tematu badawczego: Celem Zadania 5 będzie sprawdzenie czy wstępne traktowanie roślin ABA zwiększa odporność roślin ziemniaka na obydwa stresy

Materiał i metody, wyniki: W roku 2021 planowano przeprowadzenie optymalizacji doświadczenia w warunkach kontrolowanych na roślinach *in vitro*. Materiał do badań stanowiły 2 genotypy ziemniaka o zróżnicowanym poziomie tolerancyjności na badane czynniki stresowe. Gwiazdę – odmianę o zwiększonej tolerancji na suszę i Oberon - odmiana wrażliwa (Boguszewska i in. 2017). W Banku Genów Ziemniaka (IHAR-PIB, Oddział w Boninie) zamówiono przygotowanie roślin *in vitro* tych odmian przez propagację z materiałów wyjściowych. W trakcie doświadczenia optymalizowano rodzaj pożywki.. Rośliny wysadzano do pożywki: 1/2MS, agar 1%, sacharoza 3% oraz 1/2MS, agar 0,4%, sacharoza 3%. Każda roślina była wysadzana do pożywki znajdującej się w szklanym 1l słoiku. Rośliny rosły w kamerach fitotronowych 40 dni w warunkach 23/16°C (dzień/noc). Czterdziestodniowe rośliny następnie przeniesiono do pożywki płynnej na 72h, stres indukowano przez zastosowanie PEG 6000. Dla obydwu odmian zastosowano następujące kombinacje: Kontrola: pożywka płynna 1/2MS, susza: 1/2MS, 10% PEG 6000, susza I: 1/2MS, 10% PEG 6000, 50uM ABA, kontrola 2: 1/2MS, 50uM ABA.

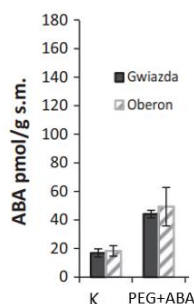
Ryc.1. Rośliny rosnące na pożywce stałej w fitotronie.



Ryc.2. Rośliny rosnące na pożywce stałej w fitotronie odmiany Gwiazda (po lewej) i Oberon (po prawej).



Po 72h największą różnicę wizualną obserwowano w przypadku odmiany Gwiazda pomiędzy kombinacją kontrolną a zawierającą PEG i ABA.



Ryc.3. Aktywność ABA pmol/g s.m. w warunkach kontrolnych i indukowanej suszy (PEG+ABA)

Zamrożone tkanki korzeni, liści oraz łodyg ziemniaka łącznie utarto w ciekłym azocie i zawieszono w roztworze składającym się z 80% metanolu, 2% lodowatego kwasu octowego i (BHT, 20 mg / l). Ekstrakty będą wytrąsane w ciemności przez 24 godziny, a następnie wirowane przy 15 000 g i 4 ° C przez 20 min. Supernatant z ekstraktów tkankowych zostanie przeniesiony do TBS (150 mM NaCl, 25 mM TRIS-HCl, pH 7,5). Zawartość ABA w tkankach roślin oznaczano ilościowo (testy immunologiczne, Sigma Aldrich, USA) z zastosowaniem procedury ELISA z przeciwciałami monoklonalnymi (Zdunek i Lips, 2001). Zaobserwowano wzrost aktywności ABA w przypadku indukowanej suszy (PEG+ABA) u obydwu badanych odmian.

Wykonano wstępną analizę proteomu roślin ziemniaka. Ekstrakcja białek wykonana metodą fenolową. Elektroforeza 2DE wykonano wg metodyki: pierwszy kierunek izoelektroogniskowania zostanie wykonany przy użyciu aparatu Bio-Rad Protean IEF Cell, rozdział drugiego kierunku SD-SPAGE przeprowadzono zgodnie z procedurą Laemmli (1970) używając aparatu SE 600 Ruby firmy Amersham Bioscience. Wstępna analiza proteomu różnicująca warunki kontrolne i suszowe (PEG+ABA) wykazała w przypadku odmiany Gwiazda wykazała 26 białek różnicujących, a w przypadku odmiany Oberon 30 białek różnicujących.

3.6. Temat badawczy 6. Analiza metabolitów, enzymów oraz poziomu ekspresji wybranych genów jako markerów tolerancji roślin ziemniaka na suszę glebową i wysoką temperaturę

Cel tematu badawczego: Celem tematu w roku 2021 była selekcja genów referencyjnych, to znaczy takich, których poziom ekspresji nie zmienia się w liściach ziemniaka pod wpływem suszy i wysokiej temperatury. Najczęściej do referencji stosuje się geny metabolizmu podstawowego – House-Keeping Genes – HKG. Ekspresja HKG teoretycznie zachodzi na takim samym poziomie w każdym rodzaju tkanki niezależnie od czynników zewnętrznych (biotycznych i abiotycznych). W rzeczywistości dla każdego rodzaju stresu i tkanki należy zbadać, które HKG faktycznie zachowują podobny poziom ekspresji. Wybrane w 2021 r. HKG będą stosowane w kolejnych latach projektu do wyznaczania ilościowych zmian w ekspresji genów potencjalnie markerowych dla tolerancji na suszę i wysoką temperaturę.

Materiały i metody: Do badań wykorzystano dwie odmiany ziemniaka skrajnie różniące się poziomem tolerancji na suszę - Gwiazdę – odmianę o zwiększonej tolerancji na suszę i Oberon - odmiana wrażliwa (Boguszewska i in. 2017). W Banku Genów Ziemniaka (IHAR-PIB, Oddział w Boninie) zamówiono przygotowanie roślin *in vitro* tych odmian przez propagację z materiałów wyjściowych. Wysadzono je w fitotronie i po osiągnięciu pełni rozwoju (14 dni aklimatyzacji w warunkach optymalnych (21°C, wilgotność 80%, 16h dnia, 8h nocy) poddano suszy glebowej i stresowi wysokiej temperatury. Badania prowadzono w 2 powtórzeniach biologicznych (w dwóch terminach) i czterech kombinacjach: (1) rośliny podlewane, rosnące w optymalnych warunkach temperaturowych (21°C, kontrola), (2) rośliny niepodlewane, rosnące w optymalnych warunkach temperaturowych (susza), (3) rośliny podlewane i poddane wysokiej temperaturze (38°C) oraz (4) rośliny niepodlewane i poddane wysokiej temperaturze. Materiał roślinny pobierano następnego dnia (po 12 h) oraz po 3, 6, 9 i 12 dobach od zastosowaniu danego stresu. W każdym terminie z trzech roślin pobrano liście złożone z trzeciego lub czwartego piętra licząc od szczytowego stożka wzrostu. Liście ucierano w ciekłym azocie na proszek, z którego dla każdej trójki pobrano po trzy próby techniczne po 50 mg każda. Z prób izolowane całkowite RNA za pomocą zestawu MagMAX™ Plant RNA Isolation Kit (ThermoFisher Scientific) na robocie KingFisher DuoPrime (ThermoFisher Scientific). Jakość oraz koncentracja RNA oznaczane spektrofotometrycznie na spektrofotometrze mikropłytkowym Epoch. Przepisano je na cDNA za pomocą zestawu AccuScript HighFidelity 1st Strand cDNA Synthesis Kit (Agilent) dodając po 300 ng RNA do każdej reakcji odwrotnej transkrypcji. Aby zapewnić wystarczającą ilość cDNA do badań, każdą próbę RNA przepisano w sześciu reakcjach o łącznej objętości 120 µl. Uzyskane cDNA stanowiło matrycę do reakcji PCR w czasie rzeczywistym wykonanych na termocyklerze CFX96 Touch (BioRad) za pomocą zestawu FastStart SYBR Green Master (Roche). Badano poziom ekspresji dziesięciu genów HKG kodujących mRNA:

1. Czynniki elongacji 1α (*ef1α*),
2. aktyne (*act*),
3. tubulinę (*tub*),

4. dehydrogenazę aldehydu 3-fosfoglicerynowego (*gapdh*),
5. fosforybozylotransferazę adenylową (*aprt*),
6. 60S białko rybosomalne L8 (*l8*),
7. Cullinę 3A (*cul3*),
8. oksydazę cytochromową 1 (*cox*)
9. cyklofilinę (*cyc*).
10. 18S RNA

Genem kontrolnym w tym doświadczeniu był *RAB18*. Zmierzono poziom ekspresji tego genu w warunkach suszy oraz suszy i wysokiej temperatury względem wybranego genu HKG. W celu pomiaru poziomu jego ekspresji zaprojektowano własne startery specyficzne dla wariantu tego genu występującego w *Solanum tuberosum*.

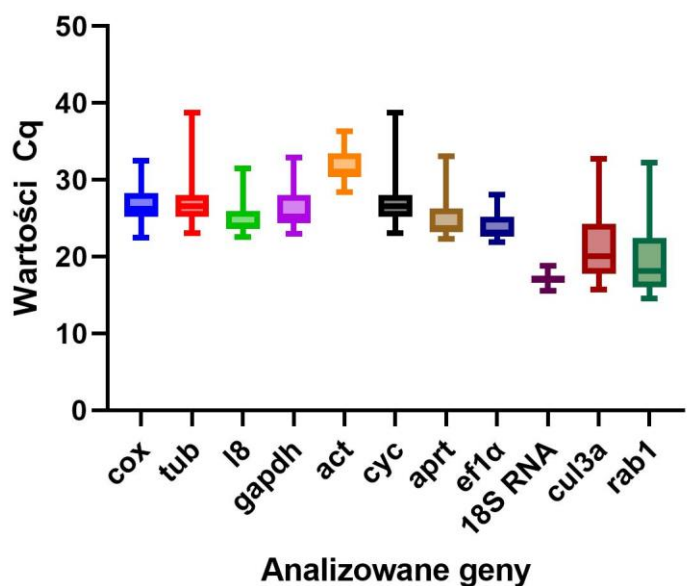
Wyniki i dyskusja

Uzyskane preparaty RNA charakteryzowały się wysoką jakością spektrofotometryczną (stosunek absorbancji 260/280 był 2 w zakresie 2,1 do 2,3) i dobrą koncentracją (od 200 do 800 ng RNA w 1 mikrolitrze preparatu, około 70 mikrolitrów na preparat). Wstępne badania wykazały, że do produkcji cDNA, które stanowi dobrą matrycę do ilościowego qPCR optymalna koncentracja RNA w reakcji odwrotnej transkrypcji wynosi 300 ng/20 μ l. Przy takim stężeniu wartości C_q uzyskiwane dla badanych genów mieściły się w zakresie 15-35 cykli.

Tabela 1. Średnie z wartości C_q uzyskanych dla badanych genów HKG oraz wzorcowego genu związanego ze stresem (*rab18*). 1-12 – dni trwania stresu. O – Oberon. G – Gwiazda. 21 – temperatura pokojowa, 38 – temperatura stresu termicznego. P – rośliny polewane (kontrolne), BP – rośliny niepodlewane (susza).

| | <i>Cox 1</i> | <i>tub</i> | <i>L8</i> | <i>gapdh</i> | <i>act</i> | <i>cyc</i> | <i>aprt</i> | <i>ef1α</i> | 18S RNA | <i>cul3a</i> | <i>rab18</i> |
|--------|--------------|------------|-----------|--------------|------------|------------|-------------|-------------------------------|---------|--------------|--------------|
| 1O21P | 31,31 | 29,28 | 31,50 | 32,89 | 32,37 | 29,28 | 27,79 | 27,11 | 18,71 | 32,25 | 32,30 |
| 1O21BP | 30,40 | 29,34 | 27,02 | 29,02 | 35,54 | 29,34 | 27,52 | 26,09 | 17,45 | 27,46 | 25,40 |
| 1O38P | 28,38 | 27,26 | 25,10 | 26,60 | 33,48 | 27,26 | 26,26 | 24,70 | 16,46 | 31,21 | 31,09 |
| 1O38BP | 28,10 | 28,00 | 25,98 | 28,66 | 34,59 | 28,00 | 25,89 | 25,31 | 17,65 | 26,91 | 25,29 |
| 1G21P | 28,19 | 27,95 | 25,41 | 27,81 | 32,80 | 27,95 | 26,68 | 24,98 | 17,15 | 31,47 | 31,47 |
| 1G21BP | 28,78 | 29,19 | 25,74 | 28,32 | 35,11 | 29,19 | 27,44 | 25,64 | 17,49 | 25,51 | 23,75 |
| 1G38P | 29,40 | 30,85 | 27,82 | 28,12 | 34,07 | 30,85 | 29,11 | 28,06 | 17,71 | 27,97 | 26,52 |
| 1G38BP | 32,51 | 30,29 | 31,49 | 28,82 | 33,89 | 30,29 | 33,12 | 27,18 | 18,81 | 23,90 | 29,82 |
| 3O21P | 29,66 | 25,44 | 25,06 | 25,65 | 33,15 | 25,44 | 24,15 | 24,31 | 17,87 | 32,73 | 31,68 |
| 3O21BP | 28,50 | 27,37 | 24,60 | 25,21 | 33,43 | 27,37 | 24,31 | 23,98 | 17,42 | 23,02 | 21,34 |
| 3O38P | 27,75 | 26,65 | 24,51 | 25,15 | 33,40 | 26,65 | 24,35 | 23,65 | 17,61 | 24,36 | 22,86 |
| 3O38BP | 26,38 | 26,54 | 22,93 | 24,44 | 32,49 | 26,54 | 22,33 | 22,39 | 16,56 | 17,04 | 15,54 |
| 3G21P | 22,48 | 31,93 | 28,30 | 29,16 | 33,74 | 31,93 | 28,78 | 27,92 | 17,26 | 21,61 | 19,91 |
| 3G21BP | 25,40 | 27,76 | 23,80 | 24,55 | 31,61 | 27,76 | 25,19 | 23,19 | 16,02 | 19,77 | 18,20 |
| 3G38P | 25,25 | 24,90 | 22,93 | 24,28 | 30,83 | 24,90 | 23,39 | 22,12 | 16,43 | 19,38 | 17,78 |
| 3G38BP | 28,05 | 23,10 | 23,29 | 24,86 | 29,96 | 23,10 | 23,56 | 22,09 | 17,38 | 21,77 | 20,12 |
| 6O21P | 27,00 | 27,20 | 22,59 | 24,44 | 30,34 | 27,20 | 22,65 | 22,53 | 16,75 | 20,10 | 18,17 |
| 6O21BP | 26,82 | 25,31 | 23,73 | 24,67 | 31,11 | 25,31 | 23,25 | 23,19 | 16,85 | 19,53 | 18,08 |
| 6O38P | 25,79 | 26,37 | 24,07 | 24,68 | 31,06 | 26,37 | 23,73 | 23,11 | 16,68 | 19,28 | 17,88 |
| 6O38BP | 25,40 | 25,55 | 24,16 | 27,66 | 33,21 | 25,55 | 23,93 | 23,19 | 16,89 | 19,19 | 17,67 |
| 6G21P | 24,12 | 24,65 | 23,69 | 25,32 | 30,74 | 24,65 | 23,19 | 22,91 | 16,72 | 17,72 | 16,01 |
| 6G21BP | 23,73 | 24,63 | 23,06 | 24,10 | 30,00 | 24,63 | 22,54 | 22,61 | 16,01 | 16,86 | 15,09 |
| 6G38P | 25,27 | 26,25 | 28,26 | 25,71 | 30,91 | 26,25 | 25,76 | 23,98 | 17,78 | 18,35 | 15,85 |
| 6G38BP | 25,37 | 25,18 | 24,85 | 25,26 | 30,29 | 25,18 | 23,07 | 23,37 | 17,32 | 26,31 | 17,07 |
| 9O21P | 28,29 | 23,75 | 23,64 | 23,83 | 30,08 | 23,75 | 22,76 | 22,79 | 16,88 | 20,10 | 18,54 |
| 9O21BP | 26,50 | 24,50 | 22,94 | 22,98 | 30,40 | 24,50 | 23,12 | 21,91 | 16,79 | 17,19 | 15,79 |
| 9O38P | 26,19 | 26,24 | 27,20 | 26,40 | 31,31 | 26,24 | 23,09 | 22,95 | 18,48 | 22,10 | 17,86 |
| 9O38BP | 24,44 | 25,19 | 23,82 | 27,71 | 31,09 | 25,19 | 23,92 | 22,63 | 16,73 | 17,41 | 16,01 |
| 9G21P | 24,10 | 24,75 | 23,69 | 24,49 | 29,42 | 24,75 | 23,72 | 22,40 | 16,42 | 17,19 | 15,77 |
| 9G21BP | 24,90 | 24,16 | 23,73 | 24,36 | 30,05 | 24,16 | 23,69 | 22,59 | 16,54 | 18,57 | 17,25 |
| 9G38P | 32,14 | 38,78 | 0,00 | 31,06 | 34,84 | 38,78 | brak | 27,18 | 30,44 | 24,22 | 21,01 |
| 9G38BP | 25,01 | 26,00 | 24,65 | 26,06 | 30,54 | 26,00 | 24,43 | 23,36 | 17,36 | 21,12 | 19,70 |
| 12O21P | 26,89 | 24,44 | 23,12 | 24,87 | 29,61 | 24,44 | 22,81 | 22,03 | 17,01 | 19,98 | 18,47 |

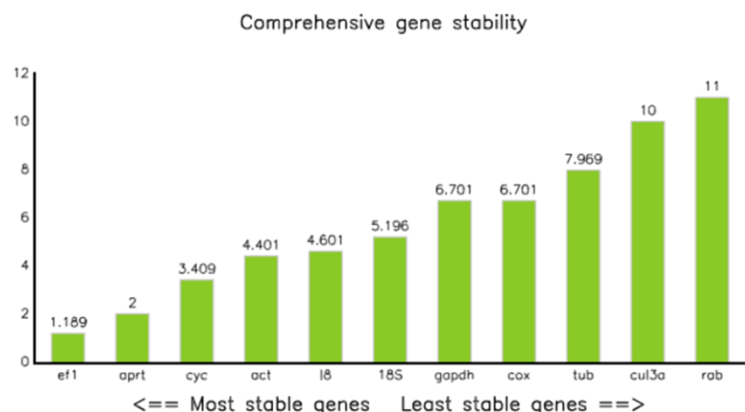
| | | | | | | | | | | | |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 12O21BP | 27,54 | 27,50 | 23,61 | 23,44 | 31,13 | 27,50 | 23,41 | 22,76 | 16,81 | 16,53 | 15,12 |
| 12O38P | 25,31 | 27,81 | 23,64 | 23,88 | 30,57 | 27,81 | 23,45 | 23,02 | 15,94 | 17,21 | 15,73 |
| 12O38BP | 25,83 | 31,92 | 27,99 | 30,08 | 32,49 | 31,92 | 27,60 | 27,46 | 15,90 | 20,41 | 19,31 |
| 12G21P | 25,23 | 26,25 | 23,69 | 24,04 | 30,47 | 26,25 | 23,64 | 22,61 | 17,07 | 17,91 | 16,62 |
| 12G21BP | 24,33 | 28,03 | 24,04 | 23,08 | 28,38 | 28,03 | 23,68 | 22,90 | 15,56 | 15,70 | 14,52 |
| 12G38P | 23,67 | 27,79 | 23,59 | 23,63 | 29,56 | 27,79 | 23,16 | 22,76 | 17,58 | 16,93 | 15,85 |
| 12G38BP | 25,99 | 32,65 | 29,23 | 30,27 | 36,33 | 32,65 | 27,79 | 27,93 | 18,59 | 22,22 | 19,44 |



Rys 1. Zakres zmian wartości Cq badanych genów. Prostokąty oznaczają zakres w którym mieści się 95% wartości Cq dla danego genu, a słupki błędów wyznaczają wartości minimalne i maksymalne.

Zakres wartości Cq dla poszczególnych genów w warunkach kontrolnych i stresowych oraz dla obu badanych odmian był bardzo zmienny. Najmniejszą zmienność obserwowano do *efla*, *aprt* oraz *18S RNA*. Najbardziej zmienny zakres wartości Cq miał gen *cul3a*. Zakres tej zmienności oraz jej maksymalne i minimalne wartości praktycznie pokrywały się z obserwowanymi dla genu indukowanego przez stres – *rab18*. Świadczy, to o tym, że w zastosowanych warunkach eksperymentalnych, gen ten jest indukowany przez zadane stropy i potencjalnie może stanowić ich marker. Badania w tym zakresie będą kontynuowane.

Wartości Cq uzyskane dla badanych genów analizowano za pomocą RefFinder, kompleksowego narzędzia internetowego, opracowane do oceny i przeszukiwania genów referencyjnych na podstawie obszernych eksperymentalnych zbiorów danych. RefFinder integruje obecnie dostępne główne programy obliczeniowe (geNorm, Normfinder, BestKeeper i metoda porównawcza Delta-Ct) w celu porównania i uszeregowania testowanych genów referencyjnych pod względem ich stabilności. Analiza wykonana za pomocą tego narzędzie wykazała, że największą stabilność ekspresji posiadają geny kodujące mRNA *efla* oraz *aprt*



Ry 2. Ranking stabilności badanych genów metabolizmu podstawowego wyznaczony na podstawie analizy ich wartości Cq uzyskanych w warunkach kontrolnych i stresowych. Oś Y przedstawia wartości wyrażające zmienność poziomu ekspresji danego genu przy wartości 1 oznaczającej brak zmiany.

(Rys. 1). Oznacza to, że ekspresja tych genów zmienia się w minimalnym stopniu niezależnie

do odmiany ziemniaka czy zadanego stresu i mogą stanowić gen referencyjny do normalizacji wyników uzyskanych w analizie ekspresji genów związanych ze stresem. W omawianym doświadczeniu najmniej stabilny był gen kodujący mRNA *cul3a*, którego zmienność ekspresji była porównywalna z obserwowaną dla genu indukowanego przez stres – *rab18* (Rys. 1). Podobne wyniki uzyskano w pracy Tang i in. (2017), w której analizowano stabilność ekspresji genów referencyjnych w roślinach ziemniaka poddanych stresowi suszy oraz stresowi osmotycznemu. W zastosowanych przez ten zespół badawczy warunkach, najbardziej stabilnym mRNA był *efla* a najmniej stabilnym *cul3a*. Jnocześnie w pracy tych autorów niską stabilność wykazywał gen *aprt*, który w omawianym wyżej doświadczeniu w Boninie, był drugim pod względem stabilności genem. Ta różnica może wynikać z faktu, że w doświadczeniu w Boninie analizowano jednocześnie stabilność w warunkach suszy oraz suszy i wysokiej temperatury, podczas gdy Tang i in. (2017) analizowali stres suszy i stres osmotyczny.

Jako gen kontrolny, który powinien być indukowany w warunkach stresów zastosowanych w doświadczeniu fitotronowym wybrano gen kodujący mRNA *rab18*. Wyniki pomiaru jego ekspresji przedstawiono w Tabeli 1. Ekspresja genu RAB18 zwiększyła się wyraźnie u odmiany Gwiazda po 12 godzinach trwania stresu suszy, przy czym w temperaturze pokojowej ten wzrost był znacznie większy niż w warunkach stresu termicznego (38°C). W kolejnych dniach trwania suszy w obu temperaturach ekspresja mRNA *rab18* była na podobnym poziomie w roślinach kontrolnych (podlewanych) i poddanych stresowi suszy. Dopiero po 12 dniach, gdy rośliny zaczęły intensywnie więdnąć, poziom ekspresji *rab18* ponownie wzrósł. W przypadku odmiany

Tabela 1. Poziom ekspresji mRNA genu *rab18* w roślinach ziemniaka odmiany tolerującej (Gwiazda) i podatnej (Oberon) uprawianych w temperaturze pokojowej (21°C) i w warunkach stresu termicznego (38°C). Wartości podane w kolumnie Ekspresja oznaczają ile razy więcej mRNA genu *rab18* było w roślinach nie podlewanych (susza) w porównaniu do roślin podlewanych (kontrolnych).

| Dni | Gwiazda | | | | Oberon | | | |
|-----|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
| | 21°C | | 38°C | | 21°C | | 38°C | |
| | Ekspresja | SD (+/-) | Ekspresja | SD (+/-) | Ekspresja | SD (+/-) | Ekspresja | SD (+/-) |
| 1 | 215,37 | 136,71 | 5,70 | 4,36 | 40,25 | 40,79 | 58,40 | 33,46 |
| 3 | 0,13 | 0,01 | 0,19 | 0,02 | 865,03 | 266,94 | 66,80 | 5,78 |
| 6 | 1,50 | 0,07 | 0,16 | 0,15 | 2,01 | 0,38 | 1,17 | 0,06 |
| 9 | 0,43 | 0,02 | 0,54 | 0,69 | 3,89 | 0,26 | 7,10 | 10,26 |
| 12 | 5,45 | 0,28 | 2,28 | 1,35 | 17,49 | 0,79 | 2,09 | 0,34 |

Oberon, wrażliwej na suszę, ekspresja mRNA *rab18* była podwyższony po 12 h, jednak jej szczyt nastąpił dopiero trzeciego dnia działania stresu, zarówno w temperaturze pokojowej jak i w warunkach wysokiej temperatury (Tabela 1)

Porównanie poziomu ekspresji tego genu między odmianami wykazało, że w liściach roślin odmiany Oberon poziom ekspresji tego genu był generalnie wyższy niż w odmianie Gwiazda (Tabela 2). Wyjątkiem był termin po 12 godzinach w temperaturze pokojowej, kiedy poziom ekspresji mRNA Rab18 był nieco ponad pięciokrotnie wyższy w roślinach odmiany Gwiazda oraz po 12 dniach, kiedy był zbliżony u obu odmian w warunkach stresu termicznego. Spektakularną różnicę obserwowano w trzecim dniu suszy w temperaturze pokojowej, kiedy poziom ekspresji RAB18 był ponad 6000 razy większy u odmiany Oberon. W tym samym dniu w wysokiej temperaturze, wzrost był u Oberona ponad 300-krotny (Tabela 2).

| dni | 21°C | 38°C |
|-----|--------|-------|
| 1 | 0,2 | 10,3 |
| 3 | 6706,2 | 346,4 |
| 6 | 1,3 | 7,4 |
| 9 | 9,1 | 13,2 |
| 12 | 3,2 | 0,9 |

Tabela 2. Ekspresja mRNA *rab18* w roślinach odmiany Oberon w stosunku do ekspresji tego genu w odmianie Oberon. Prezentowane wartości wskazują ile razy więcej jest mRNA *rab18* w roślinach odmiany Oberon w porównaniu z odmianą Gwiazda.

Geny RAB zarówno u zwierząt jak i u roślin kodują rodzinę GTPaz, które wpływają na różne aspekty transportu błonowego, co w konsekwencji wpływa na wiele funkcji i odpowiedzi komórkowych (Tripathy i in. 2021). W porównaniu z drożdżami i ssakami u roślin wyewoluowały specyficzne RAB. GTPazy RAB tworzą u roślin największą

rodzinę małych białek wiążących trójfosforan guanozyny (GTP) i są podzielone na osiem podrodzin o nazwach RAB1, RAB2, RAB5, RAB6, RAB7, RAB8, RAB11 i RAB18. Białka RAB odgrywają kluczową rolę w wewnątrzkomórkowym transporcie i cytokinezie, w autofagii, interakcjach roślin z mikroorganizmami oraz w biotycznych i abiotycznych reakcjach na stres (Tripathy i in. 2021). Gen RAB18 w wielu publikacjach wiązano z odpowiedzią na stres suszy w roślinach ziemniaka (Wang i in. 2021, Pieczyński i in. 2018, Pieczyński i in. 2013, Kappachery i in. 2015). W świetle literatury i uzyskanych wyników geny RAB warto przebadć jako potencjalne markery tolerancji na stres suszy i wysokiej temperatury.

Wnioski

1. Optymalnymi genami referencyjnymi do normalizowania poziomu ekspresji genów indukowanych przez stresy suszy i wysokiej temperatury są geny *eFla* oraz *APRT*.
2. Stres suszy indukuje ekspresję genu RAB18 w wyższym stopniu niż stres termiczny
3. Poziom ekspresji genu RAB19 jest generalnie wyższy u odmiany Oberon, ale jej szczyt występuje później niż u odmiany Gwiazda.

Literatura

1. Boguszewska-Mankowska, D.; Pieczyński, M.; Wyrzykowska, A.; Kalaji, H.M.; Sieczko, L.; Szweykowska-Kulinska, Z.; Zagdanska, B. Divergent strategies displayed by potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars to cope with soil drought. *J. Agron. Crop Sci.* 2018, 204, 13–30.
2. Kappachery S., Yu JW., Baniekal-Hiremath G., Park SW. 2013. Rapid identification of potential drought tolerance genes from *Solanum tuberosum* by using a yeast functional screening method. *C. R. Biologies*, 336:530–545.
3. Wang Q., Guo C., Li Z., Sun J., Deng Z., Wen L., Li X., Guo Y. 2021. Potato NAC Transcription Factor StNAC053 Enhances Salt and Drought Tolerance in Transgenic *Arabidopsis*. *Int. J. Mol. Sci.*, 22, 2568. <https://doi.org/10.3390/ijms22052568>
4. Tripathy KM., Deswal R., Sopory KS. 2021. Plant RABs: Role in Development and in Abiotic and Biotic Stress Responses. *Current Genomics*, 22(1). <https://doi.org/10.2174/1389202922666210114102743>
5. Pieczyński M, Wyrzykowska A, Milanowska K, Boguszewska-Mankowska D, Zagdanska B, Karlowski W, Jarmolowski A, Szweykowska-Kulinska Z. Genomewide identification of genes involved in the potato response to drought indicates functional evolutionary conservation with *Arabidopsis* plants. <https://doi.org/10.1111/pbi.12800>

Mierniki dla tematu badawczego 6 (podać w tabeli)

| Lp. | Miernik ⁶ | wartość miernika podana w opisie zadania | wartość miernika zrealizowana |
|-----|------------------------|--|-------------------------------|
| 1 | Liczba badanych odmian | 2 | 2 |
| 2 | Liczba badanych genów | 11 | 11 |

4. Prezentacja wyników badań – nie planowano w 2021

| Prezentacja wyników na konferencjach | | | | |
|--|-----------------------|--------------------------|--|---------------------------------|
| lp. | konferencja | prezentacja ⁷ | Liczba prezentacji podana w opisie zadania | Liczba prezentacji zrealizowana |
| Publikacje w monografiach/czasopismach recenzowanych | | | | |
| lp. | monografia/czasopismo | publikacja ⁸ | Liczba publikacji podana w opisie zadania | Liczba publikacji zrealizowana |

² Podać miernik – np. ilość planowanych testów, prób, badanych genotypów etc.

⁷ Podać, czy chodzi o wykład plenarny, doniesienie konferencyjne czy poster.

⁸ Podać, czy chodzi o publikację oryginalną, czy np. polemika, list do edytora, rozdział w monografii etc.

5. Adres, pod którym wyniki badań są dostępne na stronie internetowej wnioskodawcy:

<http://bip.ihar.edu.pl/artykuly/29/badania-podstawowe-na-rzecz-postepu-biologicznego-w-produkcji-roślinnej-w-latach-2021-2027>

6. Miernik zadania - stopień realizacji

| Lp. | miernik | Wartość miernika podana w opisie zadania | Wartość miernika zrealizowana | Stopień realizacji miernika |
|------------------|---|--|-------------------------------|-----------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| temat badawczy 1 | | | | |
| 1.1 | Ilość genotypów | 50 | 50 | 100% |
| 1.2 | Parametry morfologiczno- fizjologiczne roślin | 7 | 7 | 100% |
| 1.3 | Parametry oceny plonu | 7 | 7 | 100% |
| temat badawczy 2 | | | | |
| 2.1 | Ilość genotypów | 50 | 50 | 100% |
| 2.2 | Parametry morfologiczno- fizjologiczne | 5 | 5 | 100% |
| temat badawczy 3 | | | | |
| 3.1 | Metoda przygotowania materiału do mikroskopii świetlnej wybrana na podstawie przeprowadzenia optymalizacji procedury przygotowania preparatów mikroskopowych. Wybrana metoda gwarantuje uzyskanie najlepszego obrazu struktury przy jednoczesnym zminimalizowaniu ryzyka wystąpienia artefaktów związanego z preparatyką. | 1 | 1 | 100% |
| 3.2 | Wykonanie preparatów dla każdej testowanej metody (szkiełka mikroskopowe z przekrojami poprzecznymi liści o grubości 4 – 20 µm). | 10 | 10 | 100% |
| temat badawczy 4 | | | | |
| 4.1 | Metoda przygotowania materiału do transmisyjnej mikroskopii elektronowej wybrana na podstawie przeprowadzenia optymalizacji procedury przygotowania preparatów mikroskopowych z wykorzystaniem różnych rodzajów utrwalacza oraz żywicy akrylowej | 1 | 1 | 100% |
| 4.2 | Wykonanie preparatów dla każdej testowanej metody (siatki niklowe z przekrojami poprzecznymi liści o grubości ok. 100 nm). | 10 | 10 | 100% |
| temat badawczy 5 | | | | |
| 5.1 | Optymalizacja warunków doświadczenia | 1 | 1 | 100% |
| 5.2 | Oznaczenie ABA | 1 | 1 | 100% |
| 5.3 | Analiza proteomu | 1 | 1 | 100% |
| 5.4 | Ilość genotypów | 2 | 2 | 100% |
| temat badawczy 6 | | | | |
| 6.1 | Liczba badanych odmian | 2 | 2 | 100% |
| 6.2 | Liczba badanych genów | 11 | 11 | 100% |
| | | | ŚREDNIA | |
| | | | % REALIZACJI ZADANIA | 100 |

Sporządzono:

Pieczęć jednostki

Osoba reprezentująca jednostkę

Kierownik zadania

data

podpis i pieczęć

podpis