

**SPRAWOZDANIE**  
z badań podstawowych prowadzonych w 2018 roku  
na rzecz rolnictwa ekologicznego

**Kierownik projektu: dr inż. Paweł Bielicki**

**pt. „Sadownictwo metodami ekologicznymi: badania w zakresie optymalizacji warunków ekologicznej towarowej uprawy roślin sadowniczych, a występowaniem chorób i szkodników w tych uprawach.”**

na podstawie § 8 ust.1 pkt 1 i 2, ust.2 pkt 1 i 2 i ust. 10 w związku z § 10 ust. 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. z 2015 r poz. 1170)  
decyzja Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi  
z dnia 24.04.2018r., nr HOR.re.027.4.2018

**DYREKTOR INSTYTUTU OGRODNICTWA**

**prof. dr hab. Małgorzata Korbin**

**Główni wykonawcy zadania:**

dr inż. Paweł Bielicki, dr hab. Lidia Sas-Paszt prof. IO, mgr Marcin Paśko, mgr Paweł Trzciniński, mgr inż. Krzysztof Weszczak, dr Małgorzata Sekrecka, mgr Michał Koniarski, mgr Wioletta Popińska-Gil, tech. Izabella Bełc, tech. Zbigniew Jaroń, tech. Piotr Zasowski oraz pracownicy techniczni Laboratorium Badania Jakości Produktów Ogrodniczych.

W 2018 roku kontynuowano badania rozpoczęte w 2016 roku. Ich celem było uzyskanie odpowiedzi, czy w towarowym sadzie jabłoniowym, prowadzonym metodami ekologicznymi, w warunkach ograniczonej ochrony drzew przed chorobami i szkodnikami oraz bez możliwości stosowania nawozów, takich jak w produkcji konwencjonalnej, możliwa jest uprawa jabłoni na podkładkach karłowych, w zwartej rozstawie, czy też należy uprawiać jabłonie półkarłowe, posadzone w umiarkowanym zagęszczeniu. Ponadto w obu typach sadu stosowano zróżnicowane nawożenie drzew jabłoni, z wykorzystaniem nawozów aktualnie dopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym w naszym kraju. Oceniano też sposoby nawożenia drzew, uwzględniając nawożenie doglebowe i dolistne.

Jabłonie w towarowej uprawie ekologicznej powinny być odporne na najważniejsze choroby, przede wszystkim na parcha jabłoniowego, aby nie wymagały opryskiwania. Aktualnie znajduje się około dziesięciu wartościowych odmian jabłoni odpornych na parcha jabłoniowego (*Venturia inaequalis* Cooke) wyhodowanych w Polsce, Czechach, USA, Francji i Niemczech. Do tej grupy odmian należą: 'Topaz', odmiana hodowli czeskiej, o całkowitej odporności na parcha i 'Pinova' hodowli niemieckiej, częściowo odporna na parcha. Obie są też mało podatne na mączniaka jabłoniowego (*Podosphaera leucotricha* Salm.). Niestety odmiany te okazały się podatne na infekcje przez raki drzewne (*Nectria galligena* Bres.) niszczące korę i drewno pni i gałęzi.

W intensywnej produkcji sadowniczej spotyka się obecnie dwa typy sadów jabłoniowych. Sad złożony z drzew szczepionych na podkładkach karłowych, z obsadą około 3000 drzew na 1 ha i sad złożony z drzew szczepionych na podkładkach półkarłowych posadzony umiarkowanie gęsto, z obsadą 800 – 1000 drzew/ha. Pierwszy typ uzyskuje wcześniej, już w trzy lata, pełnię owocowania, lecz wymaga lepszej gleby, nawadniania i staranniejszej pielęgnacji niż typ drugi. Ponadto w „gęstym” sadzie tworzyć się może mikroklimat sprzyjający rozwojowi chorób grzybowych w skutek niedostatku światła, braku ruchu powietrza i zalegania wilgoci na liściach.

W badaniach prowadzonych w Instytucie Ogrodnictwa na terenie Ekologicznego Sadu Doświadczalnego w Nowym Dworze Parceli, nad możliwościami uprawy różnych gatunków drzew owocowych metodami ekologicznymi stwierdzono duży problem w nawożeniu drzew starszych, będących w pełni plonowania. Podstawą gospodarki nawozowej w sadzie ekologicznym jest uzyskanie gleby zrównoważonej pod względem zawartości składników pokarmowych, o właściwym odczynie,



bogatej w materię organiczną. Przed posadzeniem drzew na terenie ESD IO zastosowano obfite nawożenie organiczne w dawce około 50t/ha, uważanej za wystarczającą, dostarczającą do gleby odpowiednią ilość materii organicznej. Regulacja odczynu gleby i korekta zasobności w niektóre składniki mineralne (fosfor, magnez, potas czy wapń) jest zapewniona poprzez stosowanie różnych mineralnych i organicznych nawozów dopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym. Według aktualnych zaleceń Instytutu Uprawy i Nawożenia Gleby w Puławach, jednostki odpowiedzialnej w kraju za kwalifikację nawozów do upraw ekologicznych, do nawożenia azotowego polecanych jest niewiele środków.

Składniki pokarmowe z nawozów organicznych są wolniej uwalniane niż z nawozów mineralnych, a tempo ich uwalniania uzależnione jest od biologicznej aktywności gleby, która prowadzi do mineralizacji materii organicznej, do form przyswajalnych przez rośliny. Większość programów nawożenia organicznego za cel podstawowy przyjmuje uzupełnienie zasobności gleby w azot, ponieważ składnik ten jest najbardziej plonotwórczy, a przy tym bardzo trudny do pozyskania w systemie ekologicznym. Może być on dostarczany tylko w postaci nawozów naturalnych i organicznych.

W 2018 roku tak jak w poprzednich dwóch latach badania były prowadzone w ramach dwóch podzadań:

- 1. Wpływ zróżnicowanej rozstawy sadzenia (obsady) oraz sposobów nawożenia na wzrost, owocowanie i zdrowotność drzew odmian jabłoni.**
- 2. Badania mikrobiocenozy gleby w ekologicznym sadzie jabłoniowym w zależności od obsady oraz nawożenia drzew odmian jabłoni.**



## Podzadanie 1. Wpływ zróżnicowanej rozstawy sadzenia (obsady) oraz sposobów nawożenia na wzrost, owocowanie i zdrowotność drzew odmian jabłoni.

Badania nad wpływem zróżnicowanej rozstawy sadzenia oraz sposobami nawożenia na wzrost, owocowanie i zdrowotność drzew jabłoni przeprowadzono w Ekologicznym Sadzie Doświadczalnym Instytutu Ogrodnictwa w Nowym Dworze Parceli. Badania przeprowadzono na dwóch przylegających do siebie kwaterach jabłoni, na 13- letnich drzewach dwóch odmian 'Pinova' i 'Topaz'. Drzewa obu odmian rosły w dwóch kwaterach różniących się między sobą rozstawą sadzenia i podkładką. Pierwsza kwatera to drzewa rosnące na podkładce M.26 w rozstawie 4 x 3 m (obsada ~ 830 drzew/ha), druga to drzewa szczepione na podkładce M.9 posadzone w dużym zagęszczeniu 3 x 1 m (obsada ~ 3330 drzew/ha).

Drzewa objęte badaniami rosły na glebie płowej, piaszczysto-gliniastej, klasy IVb. W sadzie założona jest murawa w międzyrzędziach. W rzędach chwasty były niszczone przy pomocy glebogryzarki uchylnej. Drzewa jabłoni były nawadniane kroplowo, po dwa kroplowniki pod każdym drzewem. W sezonie wegetacyjnym system nawodnieniowy był załączany, na podstawie odczytów z tensjometrów zamontowanych na różnej głębokości gleby, w rzędach drzew. Korony drzew były prowadzone w formie wrzecionowej przy pomocy słabego cięcia i przyginania pędów.



Ochrona drzew była prowadzona zgodnie z obowiązującymi przepisami produkcji ekologicznej. W celu zwalczania chorób grzybowych stosowane były opryskiwania drzew preparatami miedziowymi i siarkowymi. Do zwalczania owocówek stosowano preparat wirusowy Madex S.C. 250 ml/1000 l wody/ha z dodatkiem 250g odtłuszczonego mleka w proszku. Pędy porażone mączniakiem były systematycznie wycinane w trakcie prowadzonych lustracji drzew.

### **Wykaz i terminy ważniejszych zabiegów ochroniarskich na kwaterze jabłoni w 2018:**

Data	Preparat	Dawka
26 marca	Miedzian Extra 350 SC	1,5l/ha
12 kwietnia	Miedzian Extra 350 SC	1,5l/ha
19 kwietnia	Treol 770 EC	1,5%
20 kwietnia	Miedzian Extra 350 SC	1,5l/ha
21 maja	Miedzian Extra 350 SC	1,5l/ha

25 maja	Siarkol Extra 80 WP	8kg/ha
29 maja	Madex Max	100ml/ha
05 czerwca	Madex Max	100ml/ha
13 czerwca	Madex Max	100ml/ha

---

Celem badań wykonanych w ramach tego podzadania było opracowanie skutecznego i efektywnego programu nawożenia drzew jabłoni w sadzie ekologicznym z wykorzystaniem nawozów naturalnych (gnojówka bydłęca) oraz nawozów organicznych, dopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym.

W badaniach zastosowano 6 kombinacji nawożeniowych:

1. Nawożenie doglebowe - gnojówka bydłęca,
2. Nawożenie doglebowe - nawóz mineralny (KALISOP® - siarczan potasu),
3. Nawożenie doglebowe - nawóz organiczny (FERTIL - zawierający azot organiczny),
4. Nawożenie doglebowe + nawożenie dolistne (FERTIL + NaturalCropSL - nawozy organiczne z N org.),
5. Nawożenie dolistne – NaturalCropSL (nawóz organiczny, z N org.),
6. Kontrola – drzewa nienawożone.

Każda z 6 kombinacji była reprezentowana przez 16 drzew każdej odmiany (4 powtórzenia po 4 drzewa), na obu kwaterach jabłoni, posadzonych w dużym i umiarkowanym zagęszczeniu. Nawozy doglebowe były rozsiewane na poletkach ręcznie, a zabiegi nawożenia dolistnego były wykonywane opryskiwaczem motorowo-plecakowym firmy „Stihl”, o pojemności zbiornika ok. 15 dm<sup>3</sup>. Pozostałe zabiegi ochroniarskie były prowadzone zgodnie z aktualnie obowiązującymi przepisami produkcji ekologicznej. W doświadczeniu oceniano wielkość drzew na podstawie pomiaru obwodu pnia, a także plon z każdego drzewa, wielkość owoców oraz ich wybarwienie.

Wykonano także badania laboratoryjne jak analiza gleby i liści z każdej kombinacji. Również zmierzono intensywność barwy zielonej liści oraz określono nasłonecznienie sadu poprzez pomiary intercepcji światła na poziomie gruntu oraz w koronach drzew za pomocą solarymetru przenośnego, firmy Delta-T Devices Ltd.(Anglia). Oceniano także występowanie szkodników i ich wpływ na jakość zebranych owoców. Przed założeniem doświadczenia, oraz w jego trakcie wykonywano zabiegi agrotechniczne.

W kombinacji pierwszej w rzędy drzew rozlano gnojówkę bydlęcą w dawce około 40 m<sup>3</sup>/ha. Przed jej aplikacją pobrano do analizy laboratoryjnej próbkę, w której określono zawartość poszczególnych składników pokarmowych (tab. 1).

**Tabela 1. Zawartość składników pokarmowych w gnojówce bydlęcej zastosowanej w badaniach.**

<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Mg</b>	<b>Ca</b>	<b>N</b>	<b>Corg.</b>
mg/kg				% świeżej masy	
18,0	6247	349	28,2	0,32	1,31

W kombinacji drugiej zastosowano granulowany nawóz KALISOP®. Jest to wysokoskoncentrowany nawóz dwuskładnikowy, zawierający 50 % K<sub>2</sub>O i 45 % SO<sub>3</sub> w postaci siarczanowej. Nawóz ten jest całkowicie rozpuszczalny w wodzie. Dzięki temu potas i siarka są bezpośrednio przyswajalne przez rośliny. Nawóz ten polepsza wykorzystanie azotu. Dla drzew owocowych dawka nawożenia to 300-500 kg/ha.

Trzecią kombinację stanowiły drzewa, które nawożono granulowanym nawozem organicznym FERTIL. Nawóz ten zawiera organiczny N - 12,5%, i węgiel C<sub>ORG</sub> – 42%. Stymuluje on aktywność mikrobiologiczną gleby, co sprzyja absorpcji składników odżywczych i wspomaga wzrost korzeni szczególnie w pierwszych etapach rozwoju rośliny. 40% azotu organicznego z produktu jest dostępna dla roślin w ciągu pierwszych 2-3 tygodni od zastosowania, podczas gdy pozostała część 60% jest stopniowo uwalniana w ciągu 3-5 miesięcy. Nawóz ten zastosowano w rzędy drzew, w dawce 400 kg/ha.

W kombinacji czwartej (4) zastosowano nawożenie dogłębne (FERTIL), oraz nawożenie dolistne. Nawozem dolistnym użytym w doświadczeniu był preparat NaturalCropSL. Jest to enzymatyczny koncentrat L-aminokwasowy. Powstaje w jednoetapowym procesie hydrolizy enzymatycznej kolagenu, który umożliwia uzyskanie wysokiej koncentracji biologicznie aktywnych polipeptydów, peptydów i aminokwasów. Składniki te tworząc naturalne chelaty z aplikowanymi dolistnie składnikami mineralnymi wspomagają ich pobieranie i wykorzystanie przez rośliny. Koncentrat ten stosowano 8 razy, każdorazowo w dawce 1,5 l/ha.

Nawożenie wyłącznie dolistne wykonano w ramach kombinacji piątej (5). Nawozem zastosowanym w tym przypadku był, jak w poprzedniej kombinacji NaturalCropSL w tej samej dawce. Kombinację szóstą (6) stanowiły drzewa na poletkach kontrolnych, na których nie stosowano żadnego nawożenia.

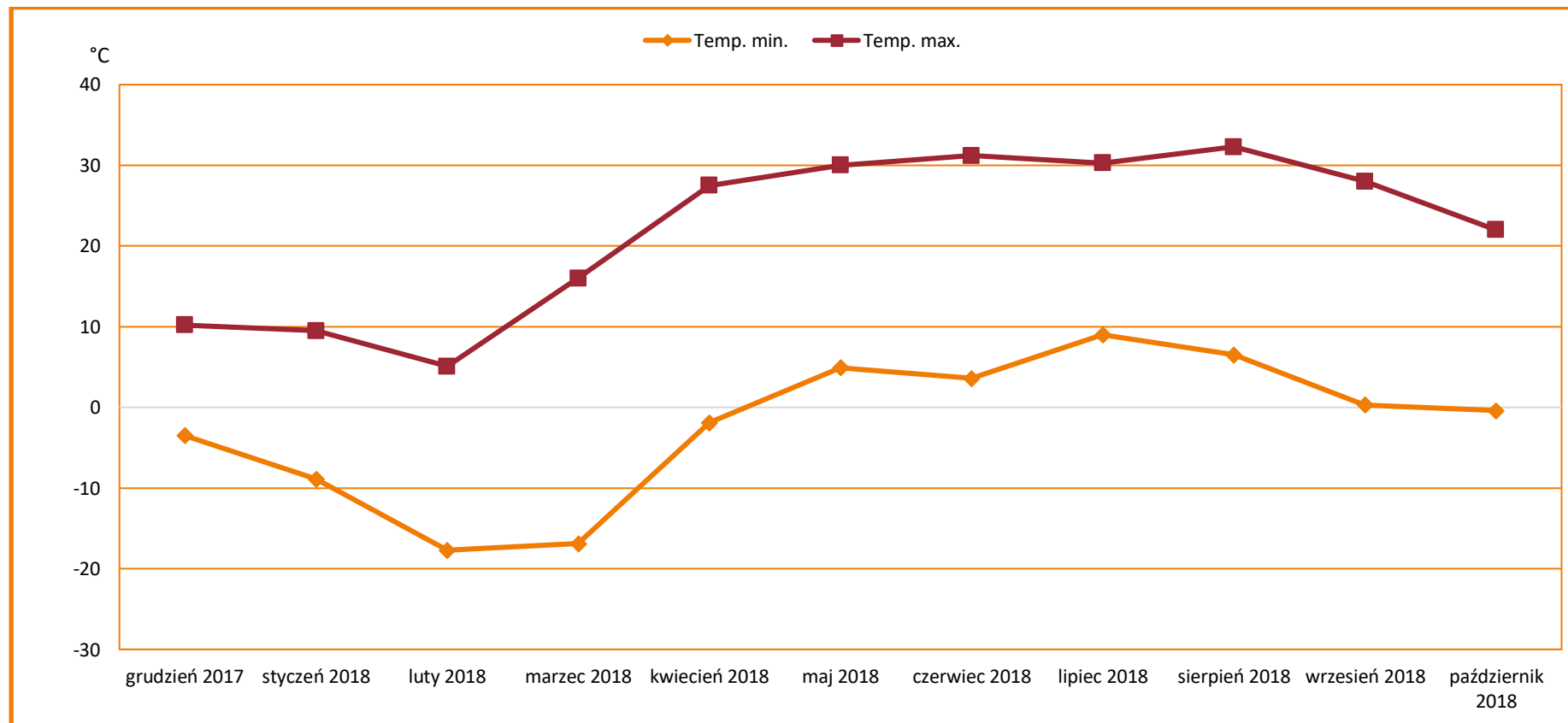
Nawożenie drzew rozpoczęło 20 kwietnia. W tym dniu wykonano nawożenie doglebowe w kombinacjach: 1, 2, 3 i 4.

Drugie nawożenie, aplikację dolistną (w kombinacjach 4 i 5) rozpoczęto 1 czerwca. Następnie siedmiokrotnie nawożono dolistnie drzewa, w ostępach 3-4 dniowych, licząc od daty rozpoczęcia (1.06).

Wiosną 2018 r. na obu kwaterach jabłoni przeprowadzono ocenę stanu zdrowotnego drzew po zimie. Nie wykazała ona widocznych uszkodzeń drewna i pąków kwiatowych obu odmian. Przebieg pogody na przełomie roku przedstawia wykres 1 i 2. Z wykresu 1 można odczytać, że zima była dość łagodna a temperatura w czasie kwitnienia drzew obu odmian, które zaczęło się 23 kwietnia i trwało około 10 dni nie spowodowała uszkodzeń kwiatów jak to było w 2017 roku. Kwitnienie zostało ocenione dobrze, na 6-7 stopni w 9-stopniowej skali bonitacyjnej.

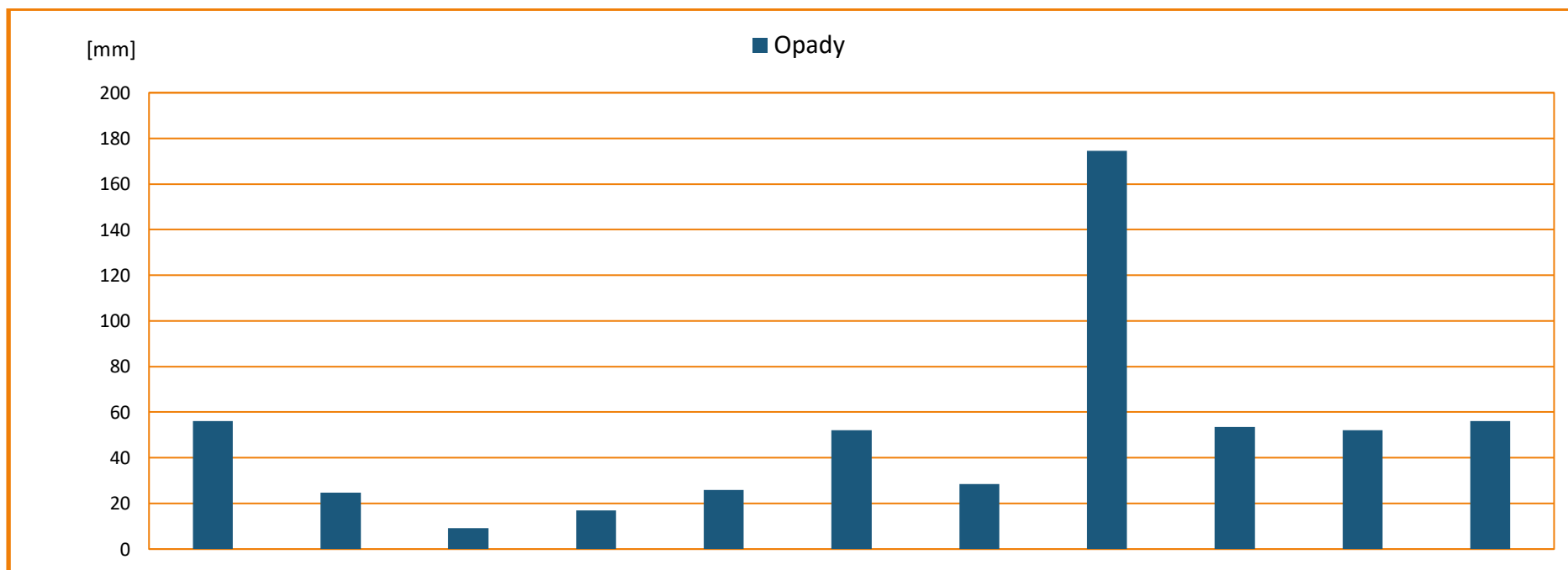
Wiosną 2018 r. na obu kwaterach wykonano zasadnicze cięcie drzew. W trakcie sezonu wegetacyjnego usuwano odrosty korzeniowe. Oprócz prac pielęgnacyjnych prowadzono prace agrotechniczne związane z utrzymaniem gleby, min. niszczenie chwastów w rzędach drzew oraz koszenie murawy w międzyrzędziach. W miarę potrzeb usuwano zasychające pędy. Na początku marca wykonano ocenę porażenia drzew przez patogeny wywołujące choroby kory i drewna. Uszkodzenia drzew z powodu tych chorób były sporadyczne i nie miały wpływu na ich ogólną kondycję.

**Wykres 1. Temperatura minimalna i maksymalna w poszczególnych miesiącach (grudzień 2017-październik 2018) na terenie ESD IO w Nowym Dworze Parcele**





**Wykres 2. Suma opadów w poszczególnych miesiącach (grudzień 2017-październik 2018) na terenie ESD IO w Nowym Dworze Parcela**



## Wyniki

Metody oraz zbieranie wyników odbywało się zgodnie z przyjętą metodyką badań. Pomiary, pobieranie próbek gleby i liści wykonywano w podobnych terminach co w dwóch poprzednich latach.

W połowie sierpnia wykonano pomiar intensywności barwy zielonej liścia przy użyciu SPADU 502Plus firmy KONICA MINOLTA. Badanie przeprowadzono na 800 liściach w każdej kombinacji (4 powtórzenia po 4 drzewa). Uzyskane wyniki wskazują, że największą intensywność barwy zielonej liścia podobnie jak w roku 2016 i 2017 miały liście z drzew, w których rozlano gnojówkę bydlęcą niezależnie od rozstawy sadzenia i odmiany (tab. 2). W większości kombinacji „nawożeniowych” drzewa w luźnej rozstawie charakteryzowały się większą intensywnością barwy zielonej liścia w porównaniu do drzew w gęstej rozstawie.



W przypadku drzew kontrolnych intensywność barwy zielonej liścia była do siebie zbliżona. Jednak była ona nieco większa dla drzew odmiany ‘Pinova’ bez względu na zastosowaną rozstawę sadzenia.

**Tabela 2. Intensywność barwy zielonej liścia w zależności od rozstawy sadzenia i nawożenia.**

Kombinacja	‘Pinova’		‘Topaz’	
	M.9 3 x1 m	M.26 4 x3 m	M.9 3 x1 m	M.26 4 x3 m
1 Gnojówka bydlęca	52,6	52,5	50,5	51,7
2 Siarczan potasu	41,2	47,1	40,8	43,2
3 Fertil	43,4	47,3	40,4	47,9
4 Fertil + NaturalCropSL	40,3	47,1	41,7	45,8
5 NaturalCropSL	42,7	45,1	46,0	46,6
<b>6 Kontrola</b>	<b>46,2</b>	<b>47,8</b>	<b>44,7</b>	<b>44,9</b>

W połowie sierpnia z drzew obu odmian we wszystkich kombinacjach badawczych zebrano liście do analizy laboratoryjnej, której wyniki przedstawiają tabele 3 i 4. Zawartość azotu

oznaczono wg Dumas'a metodą konduktometryczną. Z kolei zawartość fosforu, potasu i magnezu oznaczono metodą atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES). Suchą masę oznaczono metodą wagową.

Badania składu mineralnego liści wykonano w Laboratorium Badania Jakości Produktów Ogrodniczych IO.

**Tabela 3. Wpływ rozstawy sadzenia oraz zróżnicowanego nawożenia na zawartość składników pokarmowych w liściach odmiany 'Pinova' (w nawiasach podano optymalne zawartości składnika).**

Kombinacje	N (2,1-2,4)	P (0,15-0,26)	K (1,0-1,5)	Mg (0,21-0,32)
	% s.m.			
1. 'Pinova'/M.9 3x1 m	2,32	0,18	1,58	0,30
2. 'Pinova'/M.9 3x1 m	1,97	0,38	2,43	0,26
3. 'Pinova'/M.9 3x1 m	1,89	0,23	2,14	0,28
4. 'Pinova'/M.9 3x1 m	1,91	0,23	1,82	0,30
5. 'Pinova'/M.9 3x1 m	1,86	0,21	1,96	0,23
<b>6. 'Pinova'/M.9 3x1 m</b>	<b>2,03</b>	<b>0,20</b>	<b>1,81</b>	<b>0,27</b>
1. 'Pinova'/M.26 4x3 m	2,19	0,22	1,81	0,26
2. 'Pinova'/M.26 4x3 m	2,02	0,26	1,74	0,24
3. 'Pinova'/M.26 4x3 m	2,14	0,26	1,78	0,21
4. 'Pinova'/M.26 4x3 m	2,19	0,19	1,38	0,29
5. 'Pinova'/M.26 4x3 m	2,12	0,25	1,99	0,27
<b>6. 'Pinova'/M.26 4x3 m</b>	<b>2,15</b>	<b>0,24</b>	<b>1,81</b>	<b>0,28</b>

Wyniki zawartości składników pokarmowych w liściach odmiany 'Pinova' wskazują, że największą zawartość azotu miały liście z drzew rosnących w kombinacji nawożonej gnojówką w obu rozstawach sadzenia (tab. 3). W przypadku drzew rosnących w gęstej rozstawie w pozostałych kombinacjach zawartość N była niska, poniżej zawartości optymalnej. Odpowiednią zawartość tego składnika mineralnego miały liście z drzew rosnących w

umiarkowanym zagęszczeniu (4x3 m) w kombinacjach 1, 3, 4, 5 i 6. Tylko w kombinacji z nawozem KALISOP® (2) liście nie miały optymalnej zawartości N. Zawartość pozostałych składników, za wyjątkiem potasu, była w większości kombinacji optymalna. Zastosowane w badaniach nawożenie miało wpływ na większą niż optymalna zawartość potasu w liściach we wszystkich kombinacjach nawozowych niezależnie od rozstawy sadzenia drzew.

**Tabela 4. Wpływ rozstawy sadzenia oraz nawożenia na zawartość składników pokarmowych w liściach odmiany ‘Topaz’ (w nawiasach podano optymalne zawartości składnika).**

Kombinacje	N (2,1-2,4)	P (0,15-0,26)	K (1,0-1,5)	Mg (0,21-0,32)
	% s.m.			
1. ‘Topaz’/M.9 3x1 m	2,26	0,19	1,87	0,21
2. ‘Topaz’/M.9 3x1 m	1,76	0,44	1,99	0,26
3. ‘Topaz’/M.9 3x1 m	1,82	0,47	2,06	0,22
4. ‘Topaz’/M.9 3x1 m	1,54	0,33	2,01	0,24
5. ‘Topaz’/M.9 3x1 m	1,98	0,26	2,10	0,27
<b>6. ‘Topaz’/M.9 3x1 m</b>	<b>1,97</b>	<b>0,31</b>	<b>2,07</b>	<b>0,25</b>
1. ‘Topaz’/M.26 4x3 m	2,10	0,23	1,95	0,32
2. ‘Topaz’/M.26 4x3 m	1,78	0,25	1,83	0,32
3. ‘Topaz’/M.26 4x3 m	1,83	0,24	1,89	0,28
4. ‘Topaz’/M.26 4x3 m	2,01	0,21	1,93	0,31
5. ‘Topaz’/M.26 4x3 m	1,89	0,26	1,82	0,25
<b>6. ‘Topaz’/M.26 4x3 m</b>	<b>1,66</b>	<b>0,20</b>	<b>1,75</b>	<b>0,27</b>

Wyniki analizy zawartości składników pokarmowych w liściach odmiany ‘Topaz’ wskazują, że największą, optymalną zawartość azotu miały liście zebrane z drzew nawożonych gnojówką w obu rozstawach sadzenia. W obu przypadkach zawartość była optymalna. W pozostałych kombinacjach nawozowych liście miały deficytową zawartość N na obu kwaterach doświadczalnych. Zawartość fosforu była optymalna w liściach z drzew rosnących w luźnej

rozstawie we wszystkich kombinacjach. W rozstawie gęstej tylko liście z drzew z kombinacji 1 i 5 miały odpowiednią zawartość fosforu. W pozostałych kombinacjach zawartość ta była zdecydowanie wyższa od optymalnej. Zawartość potasu była wysoka, powyżej optymalnej, we wszystkich kombinacjach bez względu na rozstaw sadzenia. Natomiast zawartość magnezu w liściach była optymalna dla wszystkich kombinacji w luźnej i gęstej rozstawie.

Na przełomie lipca i sierpnia wykonano pomiary intercepcji światła na poziomie gruntu oraz w koronach drzew za pomocą solarymetru przenośnego, firmy angielskiej Delta-T Devices Ltd. Nasłonecznienie sadu odgrywa decydującą rolę plonotwórczą obok żyzności gleby i dostatku wody w zasięgu systemu korzeniowego drzew. Plon owoców jest wprost proporcjonalny



do intercepcji światła słonecznego, natomiast o jakości owoców decyduje równomierność dystrybucji światła w koronach drzew. W standardowych intensywnych sadach na podkładkach karłowych intercepcja światła osiąga 60 – 70 %. W zewnętrznym płaszczu korony o miąższości około 70 cm uzyskuje się korzystne nasłonecznienie wynoszące 50–70 % nasłonecznienia nad sadem, które zapewnia wysoką jakość owoców. Nasłonecznienie w środku i u podstawy koron w takim sadzie często nie przekracza 20–30 % nasłonecznienia nad koronami, co jest przyczyną słabszego owocowania tej części drzewa i braku rumieńca na jabłkach.

Pomiary intercepcji i dystrybucji światła słonecznego wykazały podobnie jak w poprzednich latach stosunkowo niską intercepcję światła, szczególnie na kwaterze sadzonej w rozstawie 4 x 3 m (tab. 5). Na kwaterze z drzewami karłowymi obu odmian sadzonymi w rozstawie 3 x 1 m intercepcja była wyższa. Jednak i to nasłonecznienie nie jest wystarczające aby uzyskać większy plon o lepszej jakości. Wyniki te wskazują, że nawet kwatera jabłoni sadzonych gęsto (3 x 1 m), po 13 latach nie osiągnęła wymaganej zwartości i nie wytworzyła specyficznego mikroklimatu. Nasłonecznienie w obu kwaterach osiągnęło wartości krytyczne co może przekładać się na słabsze plonowanie drzew.

**Tabela 5. Procent intercepcji światła słonecznego i nasłonecznienie na trzech poziomach w koronach drzew dwóch odmian jabłoni rosnących w różnych rozstawach.**

Kombinacje podkładek i rozstaw	Intercepcja światła (%)	Rozkład światła w koronie (Wat/m <sup>2</sup> )		
		Podstawa korony	Środek korony	Wierzchołek korony
'Pinova'/M.26 4 x 3 m	30,1	191	289	409
'Pinova'/M.9 3 x 1 m	37,6	196	288	376
'Topaz'/M.26 4 x 3 m	30,3	160	278	391
'Topaz'/M.9 3 x 1 m	40,5	218	324	436

Na wzrost i plonowanie drzew bardzo ważny wpływ ma żyzność gleby, dlatego w 2018 roku glebę do badań pobrano dwa razy. Pierwszą próbę do badań pobrano 20 kwietnia z obu kwater i wszystkich kombinacji przed aplikacją nawozów (tab. 6 i 8). Drugą zaś pobrano 10 września z pod tych samych drzew z których zebrano próbki przed nawożeniem (tab. 7 i 9). Próbkę pobierano z dwóch warstw 0-20 cm i 20-40 cm. W laboratorium oznaczono pH w KCl metodą potencjometryczną. Zbadano także zawartość fosforu, potasu i magnezu. Zawartość fosforu i potasu oznaczono wg Egnera-Rhiema, metodą atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES). Z kolei zawartość magnezu oznaczono wg Schachtschabela, tą samą metodą co fosfor i potas.

Analiza odczynu gleby pobranej przed nawożeniem dla drzew jabłoni odmiany 'Pinova' rosnących w gęstej rozstawie wykazała, że dla większości próbek jest on optymalny. Tylko w kombinacji z FERTILEM (3) odczyn był niższy od optymalnego. Próbkę gleby z drzew rosnących w luźnej rozstawie miały odczyn niższy od optymalnego praktycznie ze wszystkich kombinacji. Jedynie próbka gleby z warstwy ornej w kombinacji gdzie zastosowano gnojówkę bydlęcą (1) miała optymalny odczyn (tab. 6.). Przyjmuje się, że poziom optymalny dla sadu jabłoniowego to pH 6,2-6,7. Niestety analiza gleby którą wykonano we wrześniu wykazała, że odczyn gleby był poniżej poziomu optymalnego dla większości próbek z badanych kombinacji w obu rozstawach sadzenia. Jedynie gleba pobrana z kombinacji kontrolnych (6) miała pH optymalne przy czym należy zwrócić uwagę, że w obu kwaterach doświadczalnych ten odczyn gleby wzrósł (tab. 7). W przypadku gleby pobranej przed nawożeniem z rzędów drzew odmiany 'Topaz' rosnących w gęstej i luźnej rozstawie można stwierdzić, że odczyn dla większości próbek był optymalny (tab. 8). Druga analiza gleby (wrzesień) wykazała, że tylko

optymalny odczyn gleby uzyskano dla większości próbek z rzędów drzew rosnących w rozstawie 3 x 1 m, nie uległ on większym zmianą w porównaniu do analizy wykonanej w kwietniu. W przypadku analizy gleby z drzew rosnących w luźnej rozstawie (4 x 3 m) stwierdzono, że pH wszystkich badanych próbek jest poniżej optymalnego (tab. 9).

Porównując uzyskane wyniki składników mineralnych z liczbami granicznymi dla zawartości składników przyswajalnych w glebie można określić zasobność gleby i określić wysokość dawek nawozowych dla: fosforu, potasu i magnezu. W zależności od wyników, przy wysokiej zasobności gleby nawożenie danym składnikiem jest zbędne, zaś przy niskiej zasobności – należy stosować podwyższone ilości nawozów.

Analizując wyniki dla fosforu, potasu i magnezu z liczbami granicznymi, należy stwierdzić, że zawartość tych składników mineralnych w próbkach pobranych przed i po nawożeniu z warstwy ornej, jak i podornej w rzędach drzew odmiany ‘Pinova’ i ‘Topaz’ w gęstej i luźnej rozstawie była wysoka (tab. 6, 7, 8 i 9).

**Tabela 6. Wpływ rozstawy sadzenia i nawożenia na zawartość składników mineralnych w glebie dla odmiany ‘Pinova’. Gleba pobrana przed nawożeniem – kwiecień.**

Kombinacje	pH KCl	P	K	Mg
		mg/100 g gleby		
Pinova/M.9; 1. 0-20	6,47	15,3	19,0	10,3
Pinova/M9; 1. 20-40	6,39	10,8	11,1	6,46
Pinova/’M.9; 2. 0-20	6,53	15,1	31,1	8,56
Pinova/’M.9; 2. 20-40	6,39	13,3	35,4	5,35
Pinova/’M.9; 3. 0-20	6,01	15,0	15,1	8,57
Pinova/’M.9; 3. 20-40	6,05	13,9	9,66	6,52
Pinova/’M.9; 4. 0-20	6,30	12,5	16,3	7,68
Pinova/’M.9; 4. 20-40	6,22	11,1	12,6	5,98
Pinova/’M.9; 5. 0-20	6,67	14,3	11,2	9,88
Pinova/’M.9; 5. 20-40	6,37	10,8	7,97	6,64
<b>Pinova/’M.9; 6. 0-20</b>	<b>6,48</b>	<b>19,4</b>	<b>18,5</b>	<b>9,06</b>

<b>Pinova/'M.9; 6. 20-40</b>	<b>6,43</b>	<b>17,7</b>	<b>11,7</b>	<b>8,00</b>
Pinova/M.26; 1. 0-20	6,45	14,3	31,7	11,3
Pinova/M.26; 1. 20-40	6,07	9,19	26,9	6,57
Pinova/M.26; 2. 0-20	6,10	12,1	37,5	9,35
Pinova/M.26; 2. 20-40	5,99	9,58	44,4	6,89
Pinova/M.26; 3. 0-20	5,72	11,7	22,0	9,39
Pinova/M.26; 3. 20-40	5,71	8,78	16,5	7,59
Pinova/M.26; 4. 0-20	5,98	14,8	20,7	11,3
Pinova/M.26; 4. 20-40	5,79	12,5	17,7	8,63
Pinova/M.26; 5. 0-20	5,95	13,8	22,8	10,3
Pinova/M.26; 5. 20-40	5,77	10,5	21,3	8,64
<b>Pinova/M.26; 6. 0-20</b>	<b>6,09</b>	<b>12,3</b>	<b>21,1</b>	<b>9,56</b>
<b>Pinova/M.26; 6. 20-40</b>	<b>5,83</b>	<b>7,62</b>	<b>19,7</b>	<b>7,18</b>

**Tabela 7. Wpływ rozstawy sadzenia i nawożenia na zawartość składników mineralnych w glebie dla odmiany 'Pinova'. Gleba pobrana po nawożeniu – wrzesień.**

Kombinacje	pH KCl	P	K	Mg
		mg/100 g gleby		
Pinova/'M.9; 1. 0-20	6,22	12,9	48,9	14,5
Pinova/'M.9; 1. 20-40	6,16	11,1	42,6	7,80
Pinova/'M.9; 2. 0-20	6,31	14,9	48,0	9,29
Pinova/'M.9; 2. 20-40	6,12	12,4	49,5	7,12
Pinova/'M.9; 3. 0-20	6,07	16,6	21,9	13,0
Pinova/'M.9; 3. 20-40	5,96	13,5	19,9	9,38
Pinova/'M.9; 4. 0-20	5,93	14,0	19,1	11,5



Pinova/'M.9; 4. 20-40	6,01	11,2	17,3	9,18
Pinova/'M.9; 5. 0-20	6,22	13,2	21,5	11,9
Pinova/'M.9; 5. 20-40	5,95	10,3	20,2	9,69
<b>Pinova/'M.9; 6. 0-20</b>	<b>6,6</b>	<b>22,6</b>	<b>34,2</b>	<b>11,8</b>
<b>Pinova/'M.9; 6. 20-40</b>	<b>6,56</b>	<b>23,6</b>	<b>29,2</b>	<b>10,0</b>
Pinova/M.26; 1. 0-20	6,17	12,0	38,1	9,49
Pinova/M.26; 1. 20-40	6,28	10,0	37,3	7,72
Pinova/M.26; 2. 0-20	6,43	10,1	42,2	6,60
Pinova/M.26; 2. 20-40	6,24	8,18	36,7	5,22
Pinova/M.26; 3. 0-20	5,78	9,89	15,6	8,15
Pinova/M.26; 3. 20-40	5,7	8,76	14,8	6,90
Pinova/M.26; 4. 0-20	5,75	12,0	15,7	7,77
Pinova/M.26; 4. 20-40	5,84	9,73	13,5	7,58
Pinova/M.26; 5. 0-20	5,7	10,1	16,0	8,78
Pinova/M.26; 5. 20-40	5,63	6,40	17,5	7,00
<b>Pinova/M.26; 6. 0-20</b>	<b>6,45</b>	<b>11,0</b>	<b>11,2</b>	<b>8,19</b>
<b>Pinova/M.26; 6. 20-40</b>	<b>6,54</b>	<b>14,1</b>	<b>11,8</b>	<b>9,93</b>

Bardzo ważny jest też stosunek K/Mg, który uważa się za bardzo wysoki przy wartości >6, wysoki dla 3,5 - 6, a poprawny <3,5. Dla większości próbek wartość K/Mg była poprawna. W dwóch kombinacjach, w których drzewa nawożono gnojówką (1) i siarczanem potasu (2) stosunek tych składników był wysoki lub bardzo wysoki, zarówno dla gęstej, jak i luźnej rozstawy drzew obu odmian (tab. 6, 7, 8 i 9).

Podobne wyniki uzyskano w 2016 i 2017 roku dla obu odmian w obu rozstawach drzew.

**Tabela 8. Wpływ rozstawy sadzenia i nawożenia na zawartość składników mineralnych w glebie dla odmiany 'Topaz'. Gleba pobrana przed nawożeniem – kwiecień.**

Kombinacje	pH KCl	P	K	Mg
		mg/100 g gleby		
Topaz/'M.9; 1. 0-20	6,49	12,7	15,2	9,42
Topaz/'M.9; 1. 20-40	6,43	10,9	16,5	7,33
Topaz/'M.9; 2. 0-20	6,45	13,8	27,6	6,43
Topaz/'M.9; 2. 20-40	6,31	11,2	24,2	4,82
Topaz/'M.9; 3. 0-20	6,40	16,0	8,54	8,91
Topaz/'M.9; 3. 20-40	6,19	9,49	50,1	5,86
Topaz/'M.9; 4. 0-20	6,45	14,9	11,9	9,31
Topaz/'M.9; 4. 20-40	6,28	9,54	8,54	5,86
Topaz/'M.9; 5. 0-20	6,50	19,9	12,1	10,0
Topaz/'M.9; 5. 20-40	6,37	17,4	10,5	7,90
<b>Topaz/'M.9; 6. 0-20</b>	<b>6,59</b>	<b>16,9</b>	<b>21,2</b>	<b>10,7</b>
<b>Topaz/'M.9; 6. 20-40</b>	<b>6,47</b>	<b>14,0</b>	<b>12,9</b>	<b>8,06</b>
Topaz/M.26; 1. 0-20	6,45	13,4	18,7	10,1
Topaz/M.26; 1. 20-40	6,39	10,8	19,4	6,62
Topaz/M.26; 2. 0-20	6,23	11,9	40,8	8,66
Topaz/M.26; 2. 20-40	6,22	12,3	7,32	6,64
Topaz/M.26; 3. 0-20	6,08	13,3	18,4	9,45
Topaz/M.26; 3. 20-40	6,26	10,8	14,6	6,67
Topaz/M.26; 4. 0-20	6,25	13,4	21,4	9,67
Topaz/M.26; 4. 20-40	6,12	12,4	16,0	8,12
Topaz/M.26; 5. 0-20	6,45	11,6	20,6	9,46
Topaz/M.26; 5. 20-40	6,35	8,34	15,0	6,33
<b>Topaz/M.26; 6. 0-20</b>	<b>6,37</b>	<b>14,7</b>	<b>21,7</b>	<b>11,3</b>
<b>Topaz/M.26; 6. 20-40</b>	<b>6,37</b>	<b>10,5</b>	<b>18,2</b>	<b>7,49</b>

**Tabela 9. Wpływ rozstawy sadzenia i nawożenia na zawartość składników mineralnych w glebie dla odmiany 'Topaz'. Gleba pobrana po nawożeniu – wrzesień.**

Kombinacje	pH KCl	P	K	Mg
		mg/100 g gleby		
Topaz/'M.9; 1. 0-20	6,48	13,5	40,8	11,7
Topaz/'M.9; 1. 20-40	6,36	8,50	42,4	6,75
Topaz/'M.9; 2. 0-20	6,10	13,0	34,0	8,47
Topaz/'M.9; 2. 20-40	6,28	10,8	47,5	5,63
Topaz/'M.9; 3. 0-20	6,04	15,2	9,21	10,8
Topaz/'M.9; 3. 20-40	6,40	11,8	8,19	8,09
Topaz/'M.9; 4. 0-20	6,42	14,6	11,0	10,3
Topaz/'M.9; 4. 20-40	6,53	10,8	9,01	7,71
Topaz/'M.9; 5. 0-20	6,44	22,7	17,9	10,7
Topaz/'M.9; 5. 20-40	6,45	19,0	10,8	7,99
<b>Topaz/'M.9; 6. 0-20</b>	<b>6,65</b>	<b>21,1</b>	<b>15,2</b>	<b>11,4</b>
<b>Topaz/'M.9; 6. 20-40</b>	<b>6,48</b>	<b>16,8</b>	<b>15,9</b>	<b>9,57</b>
Topaz/M.26; 1. 0-20	6,04	12,4	42,4	10,8
Topaz/M.26; 1. 20-40	6,17	10,7	41,4	8,24
Topaz/M.26; 2. 0-20	6,02	12,3	48,5	7,40
Topaz/M.26; 2. 20-40	6,11	10,3	67,5	4,32
Topaz/M.26; 3. 0-20	5,44	11,5	13,5	7,56
Topaz/M.26; 3. 20-40	5,77	12,7	15,9	7,63
Topaz/M.26; 4. 0-20	6,23	15,6	10,7	9,98
Topaz/M.26; 4. 20-40	6,25	15,6	11,9	8,37
Topaz/M.26; 5. 0-20	6,16	11,8	17,6	9,38
Topaz/M.26; 5. 20-40	6,25	10,7	15,5	7,58
<b>Topaz/M.26; 6. 0-20</b>	<b>6,05</b>	<b>14,8</b>	<b>16,5</b>	<b>11,8</b>
<b>Topaz/M.26; 6. 20-40</b>	<b>6,07</b>	<b>12,6</b>	<b>17,5</b>	<b>9,27</b>

Zbiory owoców z kwater doświadczalnych przeprowadzono w dniach 18 - 19 września 2018 roku. Owoce odmiany 'Topaz' zebrano 18.09., a odmiany 'Pinova' dzień później. Oceniono plon z każdego drzewa oraz jakość owoców. Zebrane owoce obu odmian, z każdej kombinacji przewieziono do Sadu Doświadczalnego IO w Dąbrowicach k/Skierniewic, gdzie zostały poddane dokładnej ocenie jakościowej na sortownicy elektronicznej firmy Greefa. Na podstawie wyników z sortowania oceniono masę 100 owoców, wielkość owoców w klasach co 0,5 cm i procent pokrycia owoców rumieńcem. Po zbiorach został wykonany pomiar obwodów pni. Wielkość ta została następnie przeliczona na pole poprzecznego przekroju pnia (PPPP), wyrażona w  $\text{cm}^2$ . Uzyskane wyniki zostały przedstawione w tabelach 10 i 11.



Najwyższe plony jabłek odm. 'Pinova' uzyskano z drzew szczepionych na M.26 w kombinacji, gdzie stosowano nawożenie dolistne preparatem NaturalCropSL (5). Średnio z drzewa zebrano 17,7 kg owoców. (tab. 10). Jednak w przeliczeniu plonów na 1 ha, najbardziej plenne okazały się drzewa rosnące na M.9, w kombinacji, w której drzewa były nawożone gnojówką bydlęcą (1). W przeliczeniu na 1 ha plonowanie było na poziomie 35,5 tony. Drzewa te charakteryzowały się również największym wskaźnikiem plenności (Wp), wyrażonym ilorazem średniego plonu z drzewa w kg i pola poprzecznego przekroju pnia (PPPP) w  $\text{cm}^2$ . Taką samą wielkość wskaźnika (Wp) uzyskano dla drzew rosnących w dużym zagęszczeniu, nawożonych zarówno dogłębowo preparatem Fertil i dolistnie preparatem NaturalCropSL (komb. 5).



**Tabela 10. Wielkość i plonowanie drzew odmiany ‘Pinova’ rosnących na podkładce M.9 w rozstawie 3 x 1 m (A) i na M.26 w rozstawie 4 x 3 m (B), w zależności od zastosowanego nawożenia.**

Kombinacja	Rozstawa	PPPP [cm <sup>2</sup> ]	Plon		Wskaźnik plenności [kg/cm <sup>2</sup> ]
			kg/drz.	t/ha	
1. Gnojówka bydłęca	A	57,2	10,7	35,5	0,19
	B	114,9	15,5	12,8	0,13
2. Siarczan potasu	A	46,1	7,1	23,6	0,15
	B	114,2	16,4	13,6	0,14
3. Fertil	A	62,2	8,9	29,7	0,14
	B	117,4	16,7	13,9	0,14
4. Fertil+NaturalCropSL	A	45,9	8,8	29,1	0,19
	B	89,7	15,6	12,9	0,17
5. NaturalCropSL	A	50,1	7,2	23,9	0,14
	B	101,3	17,7	14,6	0,17
<b>6. Kontrola</b>	<b>A</b>	<b>55,9</b>	<b>7,7</b>	<b>25,8</b>	<b>0,14</b>
	<b>B</b>	<b>95,3</b>	<b>13,0</b>	<b>10,8</b>	<b>0,14</b>

Średni ciężar jabłka odmiany ‘Pinova’ wahał się od 109 do 164 g, co oznacza 6 – 9 jabłek na kilogram. Średni ciężar owoców zebranych z drzew odm. ‘Pinova’ szczepionych na podkładce M.9 był wyższy niż z drzew szczepionych na podkładce M.26 jedynie w kombinacji, w której drzewa nawożono doglebowo i dolistnie (FERTIL + NaturalCropSL). Większe jabłka odm. ‘Pinova’ uzyskano dla bez względu na kombinacje uzyskano dla drzew rosnących w luźnej rozstawie (4 x 3 m). Wybarwienie owoców odmiany ‘Pinova’ było bardzo dobre. Ponad 96 % owoców tej odmiany miało atrakcyjny, czerwony rumieniec obejmujący ½ powierzchni owocu. Nie stwierdzono wpływu rozstawu sadzenia drzew na wybarwienie owoców.

**Tabela 11. Jakość owoców odmiany ‘Pinova’ zebranych z drzew rosnących na M.9 w rozstawie 3 x 1 m (A) i na M.26 w rozstawie 4 x 3 m (B), w zależności od zastosowanego nawożenia.**

Kombinacja	Rozstawa	Masa 100 owoców [kg]	Udział owoców >7cm [%]	Udział owoców o rum. > 50 [%]
1. Gnojówka bydlęca	A	12,7	27,0	98,4
	B	16,4	71,9	97,9
2. Siarczan potasu	A	12,6	25,9	99,3
	B	14,5	55,6	95,9
3. Fertil	A	14,8	50,6	96,6
	B	16,2	70,6	97,6
4. Fertil+NaturalCropSL	A	12,7	18,6	100,0
	B	11,9	19,0	98,4
5. NaturalCropSL	A	10,9	3,4	100,0
	B	13,5	41,2	96,5
<b>6. Kontrola</b>	<b>A</b>	<b>11,3</b>	<b>8,5</b>	<b>99,3</b>
	<b>B</b>	<b>15,1</b>	<b>48,9</b>	<b>98,9</b>

Drzewa odmiany ‘Topaz’ okazały się mniej plenne niż ‘Pinova’. Wyniki uzyskane w poprzednich latach potwierdzają, że odmiana ‘Topaz’ jest mniej plenna od ‘Pinovy’. Najwyższe plony zebrano z drzew szczepionych na M.26, w kombinacjach, w których stosowano nawożenie gnojówką bydlęcą (11,2 kg z drzewa). Jednak, w przeliczeniu plonów na 1 ha, najlepiej plonowały drzewa rosnące w gęstej rozstawie z nawożeniem doglebowym i dolistnym (FERTIL + NaturalCropSL), około 20,3 ton/ha. Również wysokim plonowaniem charakteryzowały się drzewa na M.9 rosnące w kombinacji kontrolnej. Najniższe plonowanie uzyskano z drzew w kombinacji z Fertilem (3).



**Tabela 12. Wielkość i plonowanie drzew odmiany ‘Topaz’ rosnących na M.9 w rozstawie 3 x 1 m (A) i na M.26 w rozstawie 4 x 3 m (B), w zależności od zastosowanego nawożenia w 2018 roku.**

Kombinacja	Rozstawa	PPPP [cm <sup>2</sup> ]	Plon		Wskaźnik plenności [kg/cm <sup>2</sup> ]
			kg/drz.	t/ha	
1. Gnojówka bydłęca	A	62,8	5,3	17,7	0,08
	B	122,7	11,2	9,3	0,09
2. Siarczan potasu	A	48,0	5,5	18,3	0,11
	B	150,3	5,7	4,7	0,04
3. Fertil	A	61,4	2,9	9,6	0,05
	B	124,2	3,3	2,7	0,03
4. Fertil+NaturalCropSL	A	48,7	6,1	20,3	0,13
	B	167,1	5,8	4,8	0,03
5. NaturalCropSL	A	58,6	3,4	11,3	0,06
	B	155,6	5,6	4,7	0,04
<b>6. Kontrola</b>	<b>A</b>	<b>60,4</b>	<b>5,7</b>	<b>19,0</b>	<b>0,09</b>
	<b>B</b>	<b>169,0</b>	<b>9,6</b>	<b>8,0</b>	<b>0,06</b>

Analizując wpływ nawożenia drzew odmiany ‘Topaz’ na wielkość wskaźnika plenności drzew stwierdzono, że najwyższą jego wartość uzyskano w kombinacji 5, w której drzewa rosły w dużym zagęszczeniu i nawożono je doglebowo i dolistnie, nawozami zawierającymi azot organiczny (tab. 12).

Jakość owoców odmiany ‘Topaz’ była wyraźnie lepsza niż odm. ‘Pinova’. Średnia masa jabłek odm. ‘Topaz’ wahała się, w zależności od rozstawy i rodzaju nawożenia od 134 g do 206 g. Wybarwienie jabłek było bardzo dobre. Ponad 95 % owoców tej odmiany miało atrakcyjny, czerwony rumieniec obejmujący ½ powierzchni owocu. Nie stwierdzono wpływu rozstawy sadzenia drzew na wybarwienie owoców (tab. 13).

**Tabela 13. Jakość owoców odmiany ‘Topaz’ zebranych z drzew rosnących na podkładce M.9 w rozstawie 3 x 1 m (A) i na M.26 w rozstawie 4 x 3 m (B), w zależności od zastosowanego nawożenia w 2018 roku.**

Kombinacja	Rozstawa	Masa 100 owoców [kg]	Udział owoców >7cm [%]	Udział owoców o rum. > 50 [%]
1. Gnojówka bydlęca	A	17,3	59,5	98,7
	B	14,4	33,3	100,0
2. Siarczan potasu	A	13,7	27,2	99,2
	B	13,4	31,1	98,1
3. Fertil	A	14,6	33,6	97,5
	B	19,0	80,6	95,5
4. Fertil+NaturalCropSL	A	13,7	32,4	99,1
	B	18,4	75,0	98,7
5. NaturalCropSL	A	15,8	52,2	98,9
	B	15,2	41,1	100,0
<b>6. Kontrola</b>	<b>A</b>	<b>16,6</b>	<b>63,9</b>	<b>97,6</b>
	<b>B</b>	<b>20,6</b>	<b>85,5</b>	<b>94,2</b>

W 2018 roku zebrany plon z obu odmian jabłoni był dobry. Jakość owoców obu odmian należy ocenić jako dobrą szczególnie jeśli są to owoce z sadu ekologicznego, w którym ciężko jest uzyskać zadawalającą jakość owoców. Rok 2018 był wyjątkowy bardzo małe porażenie przez parcha jabłoni oraz mniejsze niż w poprzednich latach uszkodzenia owoców przez szkodniki



spowodowała, że 60 % jabłek była dobrej jakości. Bardzo duży wpływ na jakość zebranych owoców miał przebieg pogody, który nie sprzyjał w tym roku rozwojowi chorób oraz szkodników. Porażenie owoców przez parcha jabłoni oraz uszkodzenie owoców przedstawia tab. 14.

#### Ocena uszkodzeń przez szkodniki

Szczegółowa analiza wykazała, że udział uszkodzonych jabłek wahał się w granicach od 30,7 do 42,3 % wszystkich owoców. Porównując to z poprzednimi latami jest to bardzo dobry wynik. Stwierdzono, że rozstawa sadzenia drzew nie miała większego wpływu na zdrowotność owoców. W plonie uzyskanym z drzew odmiany ‘Topaz’ rosnących w gęstej i luźnej rozstawie udział owoców uszkodzonych był zdecydowanie mniejszy, niż dla odm. ‘Pinova’ w obu rozstawach sadzenia. Było to odpowiednio 30,7 % w gęstej rozstawie, oraz 38,3 % w luźnej rozstawie.



**Tabela 14. Procent uszkodzonych owoców jabłoni odmiany ‘Pinova’ i ‘Topaz’ w zależności od rozstawy sadzenia i nawożenia drzew.**

Liczba owoców	Dobre owoce	Zwójki	Owocnica jabłkowa	Owocówka jabłkóweczka	Pluskwiaki	Tutkarze	Mszyce	Parch	Inne	% uszkodzonych owoców
‘Topaz’/M.9, rozstawa 3,0 x 1,0 m										
300	208	27	12	1	4	6	17	4	42	<b>30,7</b>
‘Topaz’/M.26, rozstawa 4,0 x 3,0 m										
300	185	44	14	4	0	6	29	11	28	<b>38,3</b>
‘Pinova’/M.9, rozstawa 3,0 x 1,0 m										
300	176	46	8	2	5	3	4	0	71	<b>41,3</b>
‘Pinova’/M.26, rozstawa 4,0 x 3,0 m										
300	173	57	11	3	11	2	4	1	55	<b>42,3</b>



### Ocena porażenia parchem jabłoni

Warunki atmosferyczne w sezonie 2018, w Sadzie Ekologicznym w Nowym Dworze, umiarkowanie sprzyjały rozwojowi parcha jabłoni. W czasie infekcji pierwotnych (od końca pierwszej dekady kwietnia do połowy czerwca) zarejestrowano 9 okresów krytycznych parcha jabłoni, w których doszło do wysiewu zarodników workowych grzyba *Venturia inaequalis* i do infekcji jabłoni. W tym czasie zarejestrowano częste zwilżenie liści i opady (łącznie spadło 78,8 mm deszczu). Największe ryzyko infekcji jabłoni wystąpiło w drugiej dekadzie kwietnia (ze względu na masowe wysiewy zarodników workowych *V. inaequalis*) oraz w drugiej dekadzie maja (ze względu na długotrwałe zwilżenie liści i intensywne opady deszczu). Po zakończeniu wysiewów zarodników workowych *V. inaequalis*, okresie infekcji wtórnych, do zbioru owoców zarejestrowano jeszcze dodatkowo 16 okresów krytycznych parcha jabłoni.

Ocenę porażenia drzew odmian 'Pinova' i 'Topaz' rosnących na obu kwaterach doświadczalnych przez grzyb *Venturia inaequalis* sprawcę parcha jabłoni wykonano w drugiej połowie lata - 21.08.2018 r. Na drzewach obu odmian w kombinacji kontrolnej, jak i w kombinacjach „nawożeniowych” nie obserwowano objawów parcha jabłoni. Zastosowany program ochrony drzew z parokrotnym wykorzystaniem preparatu Miedzian Extra 350 SC w dawce 1,5 l/ha skutecznie zabezpieczył drzewa przed porażeniem parchem.

## **Podzadanie 2. Badania mikrobiocenozy gleby w ekologicznym sadzie jabłoniowym w zależności od obsady oraz nawożenia drzew.**

Celem badań wykonanych w tym podzadaniu było określenie zmiany składu mikroflory gleby pod wpływem stosowania w sadzie jabłoniowym nawożenia organicznego i naturalnego. Mineralizacja organicznych form azotu do amoniaku, a następnie nityfikacja do azotanów jest procesem mikrobiologicznym, który wpływa zarówno na dostępność azotu, jak i zmiany w ryzosferze. Proces ten prowadzony jest przez różne grupy bakterii, ale wzajemne oddziaływania z rośliną i mikroorganizmami wpływają na jego wydajność. Arbuskularne grzyby mikoryzowe mogą zwiększać proces mineralizacji materii organicznej w glebie, prowadząc do wzrostu ilości dostępnego azotu. Potwierdzeniem tego jest wzrost stosunku C:N w glebie wywołany obecnością arbuskularnych grzybów mikoryzowych.

Badania wykonano w Pracowni Rizosfery Zakładu Mikrobiologii IO. Dotyczyły one oszacowania wybranych grup mikroorganizmów w próbkach gleby pobranych w 2018 r. z dwóch kwater doświadczalnych jabłoni odmian 'Pinova' i 'Topaz' rosnących na podkładkach M.9 i M.26, w dwóch rozstawach sadzenia i sześciu kombinacjach nawożeniowych.

### **Material przekazany do badań**

Do badań dostarczono opakowanie pojemniki plastikowe typu: 'falcon' (czerwiec 2018) o pojemności 50 ml zawierające glebę oraz typu 'moczówka' o pojemności ok. 150 ml (wrzesień 2018) zawierające glebę. Opakowania dostarczone w czerwcu były oznaczone: 'Topaz'/M.9 Kontrola, 'Topaz'/M.26 kontrola, 'Pinova'/M.9 Kontrola, 'Pinova'/M.26 Kontrola, opakowania dostarczone we wrześniu były oznaczone: 'Topaz'/M.9 (od 1 do 6), 'Topaz'/M.26 (od 1 do 6), 'Pinova'/M.9 (od 1 do 6) i 'Pinova'/M.26 (od 1 do 6).

### **Metodyka**

#### **Przygotowanie próbek do badań:**

Dostarczoną próbkę gleby dokładnie wymieszano, zawieszono w jałowej wodzie destylowanej w stosunku 1:9 i zhomogenizowano. Następnie z tak przygotowanych zawiesin sporządzono serie kolejnych dziesięciokrotnych rozcieńczeń ( $10^{-2}$  -  $10^{-5}$ ).

### Oszacowanie liczebności populacji bakterii:

Populację mikroorganizmów oszacowano na następujących pożywkach agarowych:

- ogólną populację bakterii oszacowano na 10% pożywce tryptonowo sojowej (BTL, nr kat. P-0090, S-0001).
- ogólną populację grzybów mikroskopowych oszacowano na pożywce RBC agar z chloramfenikolem (BTL, nr kat. P-0117).
- ogólną populację fluorescencyjnych bakterii z rodzaju *Pseudomonas* oszacowano na pożywce agarowej N (BTL, nr kat. P-0178).

Zainokulowane szalki inkubowano przez: 10 dni w temperaturze 26°C (10% pożywka tryptonowo sojowa), 48 godzin w temperaturze 30°C (pożywka N), oraz 5-7 dni w temperaturze 26°C (RBC agar z chloramfenikolem). Do obliczeń brano pod uwagę szalki na których liczba kolonii znajdowała się w przedziale 30-300.

### Oszacowanie aktywności i bioróżnorodności bakterii:

W celu oszacowania różnorodności mikroorganizmów zasiedlających badane podłoża użyto płytek Ecoplate (Biolog Inc.). Próbkę do badań przygotowano według zmodyfikowanej procedury/metody opisanej przez [1]. Próbkę (10 g) zawieszono w jałowej wodzie destylowanej (90 g) i zhomogenizowano przy pomocy stomachera (10 minut, prędkość 360 rpm). Z tak przygotowanych zawiesin przygotowano seryjne dziesięciokrotne rozcieńczenia. Następnie płytki Ecoplate inokulowano zawiesiną z rozcieńczenia  $10^{-3}$  w ilości 100  $\mu$ l na studzienkę. Zaszczepione płytki inkubowano przez cztery dni w temperaturze 26°C. Wyniki (gęstość optyczną zawiesiny wewnątrz studzienek) odczytywano co 24 godziny dla długości fali 590 nm przy użyciu półautomatycznego systemu Biolog wyposażonego w czytnik ELx 808 (Biotek) oraz oprogramowanie Microlog3 (wersja 5.2.01).

Aktywność mikroorganizmów oszacowano na podstawie średniej wartości wybarwienia studzienek (Average Well Color Development - AWCD) [1, 2]. Współczynniki były obliczane wg wzoru;

$$AWCD = \Sigma OD_i/31,$$

gdzie  $OD_i$  to gęstość optyczna poszczególnych studzienek.

Różnorodność mikrobiologiczna została oszacowana przez współczynnik Shannona-Weavera (H):

$$H = -\sum p_i(\ln p_i),$$

gdzie  $p_i$  to poziom aktywności mikroorganizmów w poszczególnych studzienkach ( $OD_i$ ) podzielony przez aktywność we wszystkich studzienkach ( $\sum OD_i$ ). Przy ocenie poziomu aktywności mikroorganizmów dla współczynnika 'H' oraz ilości metabolizowanych substratów ustalono wartość progową  $OD = OD_i - OD$  [1].

---

#### Literatura:

1. Gomez E., Ferreras L., Toresani S., 2006. Soil bacterial functional diversity as influenced by organic amendment application. *Bioresource Technology* 97, 1484-1489.
2. Choi K. H., Dobbs F. C., 1999. Comparison of two kinds of Biolog microplates (GN and ECO) in their ability to distinguish among aquatic microbial communities. *Journal of Microbiological Methods* 36, 203-213.

**Tabela 15 Aktywność i bioróżnorodność bakterii oraz wielkość populacji wybranych grup mikroorganizmów w próbkach gleby pobranych spod drzew jabłoni odmiany Pinova i Topaz rosnących na podkładkach ‘M.9 oraz M.26 (kwiecień 2018).**

Próbka	Ogólna populacja bakterii x 10 <sup>5</sup> w 1 g s.m.p.	Ogólna populacja bakterii Pseudomonas spp x 10 <sup>5</sup> w 1 g s.m.p.	Ogólna populacja fluorescencyjnych bakterii Pseudomonas spp x 10 <sup>5</sup> w 1 g s.m.p.	Ogólna populacja grzybów mikroskopowych x 10 <sup>5</sup> w 1 g s.m.p	Aktywność mikroorganizmów (AWCD)	Wskaźnik Shannon-Weaver (H)
Pinova / ‘M.9	676.22 ± 35.7 b	2.55 ± 0.14 a	0.74 ± 0.19 a	0.67 ± 0.11 a	0.9 ± 0.05 a	3.02 ± 0.06 a
Pinova / M.26	352.83 ± 23.1 a	9.58 ± 1.07 c	0.59 ± 0.05 a	0.72 ± 0.05 a	1.13 ± 0 bc	3.09 ± 0.02 ab
Topaz / M.26	740.52 ± 51.01 c	6.14 ± 0.66 b	2.23 ± 3.02 ab	2.03 ± 0.42 b	1.06 ± 0.06 b	3.14 ± 0.04 b
Topaz / ‘M.9	1246.41 ± 122.92 d	10.46 ± 1.25 c	4.76 ± 0.48 b	1.86 ± 0.37 b	1.25 ± 0.06 c	3.19 ± 0.04 b

**Tabela 16. Wpływ nawożenia na populację wybranych grup mikroorganizmów oraz aktywności i bioróżnorodności bakterii zasiedlających glebę spod roślin jabłoni odm Pinova na podkladce 'M.9.**

Próbka	Ogólna populacja bakterii x 10 <sup>5</sup> w 1 g s.m.p.	Ogólna populacja bakterii Pseudomonas spp x 10 <sup>5</sup> w 1 g s.m.p.	Ogólna populacja fluorescencyjnych bakterii Pseudomonas spp x 10 <sup>5</sup> w 1 g s.m.p.	Ogólna populacja grzybów mikroskopowych x 10 <sup>5</sup> w 1 g s.m.p.	Aktywność mikroorganizmów (AWCD)	Wskaźnik Shannon-Weaver (H)
Pinova 'M.9 - Nawożenie doglebowe - gnojówka bydłęca	567.07 ± 35.6 c	2.64 ± 0.13 ab	1.83 ± 0.27 a	0.42 ± 0.04 a	0.58 ± 0.04 a	2.82 ± 0.17 a
Pinova 'M.9 - Nawożenie doglebowe - nawóz mineralny (siarczan potasu)	391.44 ± 22.37 b	1.71 ± 0.23 a	0.86 ± 0.28 a	2.83 ± 0.62 bc	0.85 ± 0.03 b	2.89 ± 0.01 ab
Pinova 'M.9 - Nawożenie doglebowe nawóz organiczny (zawierający azot organiczny)	268.42 ± 24.65 a	15.67 ± 3.09 d	4.74 ± 1.18 b	4.42 ± 0.45 d	0.87 ± 0.09 b	3.04 ± 0.02 b
Pinova 'M.9 - Nawożenie doglebowe + nawożenie dolistne (nawozy organiczne z N org.)	846.51 ± 37.66 d	6.16 ± 0.62 bc	1.6 ± 0.12 a	4.07 ± 0.54 cd	1.39 ± 0.07 c	3.27 ± 0.01 c
Pinova 'M.9 - Nawożenie dolistne – nawóz organiczny, z N org.	374.81 ± 30.05 b	7.65 ± 0.57 c	1.89 ± 0.4 a	2.5 ± 0.63 b	1.61 ± 0.17 c	3.27 ± 0.02 c
Pinova 'M.9 - Kontrola – drzewa nienawożone	264.55 ± 12.91 a	2.94 ± 0.32 ab	1.19 ± 0.26 a	2.2 ± 0.62 b	0.95 ± 0.05 b	3.04 ± 0.07 b

**Tabela 17. Wpływ nawożenia na populację wybranych grup mikroorganizmów oraz aktywności i bioróżnorodności bakterii zasiedlających glebę spod roślin jabłoni odm Pinova na podkładce M.26.**

Próbka	Ogólna populacja bakterii x 10 <sup>5</sup> w 1 g s.m.p.	Ogólna populacja bakterii Pseudomonas spp x 10 <sup>5</sup> w 1 g s.m.p.	Ogólna populacja fluorescencyjnych bakterii Pseudomonas spp x 10 <sup>5</sup> w 1 g s.m.p.	Ogólna populacja grzybów mikroskopowych x 10 <sup>5</sup> w 1 g s.m.p.	Aktywność mikroorganizmów (AWCD)	Wskaźnik Shannon-Weaver (H)
Pinova M.26 - Nawożenie doglebowe - gnojówka bydłęca	317.41 ± 44.02 bc	9.36 ± 0.07 c	1.55 ± 0.31 ab	3.3 ± 0.21 c	1.08 ± 0.03 a	3.14 ± 0.04 a
Pinova M.26 - Nawożenie doglebowe - nawóz mineralny (siarczan potasu)	241.15 ± 18.99 a	5.33 ± 0.73 b	1.9 ± 0.28 b	2.78 ± 0.82 bc	1.08 ± 0.1 a	3.11 ± 0.04 a
Pinova M.26 - Nawożenie doglebowe nawóz organiczny (zawierający azot organiczny)	362.69 ± 25.91 c	4.79 ± 1.15 ab	1.12 ± 0.27 ab	2.37 ± 0.07 a-c	1.02 ± 0.05 a	3.04 ± 0.06 a
Pinova M.26 - Nawożenie doglebowe + nawożenie dolistne (nawozy organiczne z N org.)	266.54 ± 13.78 ab	2.9 ± 0.5 a	0.76 ± 0.54 a	1.59 ± 0.18 a	0.95 ± 0.17 a	3.13 ± 0.1 a
Pinova M.26 - Nawożenie dolistne – nawóz organiczny, z N org.	346.88 ± 32.78 c	4.38 ± 0.38 ab	1.16 ± 0.14 ab	2.56 ± 0.5 a-c	1.03 ± 0.06 a	3.08 ± 0 a
Pinova M.26 - Kontrola – drzewa nienawożone	310.64 ± 12.94 a-c	5.52 ± 1.09 b	1.25 ± 0.52 ab	1.77 ± 0.15 ab	1.06 ± 0.09 a	3.02 ± 0.06 a



**Tabela 18. Wpływ nawożenia na populację wybranych grup mikroorganizmów oraz aktywności i bioróżnorodności bakterii zasiedlających glebę spod roślin jabłoni odm Topaz na podkładce ‘M.9.**

Próbka	Ogólna populacja bakterii x 10 <sup>5</sup> w 1 g s.m.p.	Ogólna populacja bakterii Pseudomonas spp x 10 <sup>5</sup> w 1 g s.m.p.	Ogólna populacja fluorescencyjnych bakterii Pseudomonas spp x 10 <sup>5</sup> w 1 g s.m.p.	Ogólna populacja grzybów mikroskopowych x 10 <sup>5</sup> w 1 g s.m.p.	Aktywność mikroorganizmów (AWCD)	Wskaźnik Shannon-Weaver (H)
Topaz ‘M.9 - Nawożenie doglebowe - gnojówka bydłęca	583.19 ± 68.61 c	1.65 ± 0.37 a	0.97 ± 0.36 a	1.97 ± 0.3 a	0.68 ± 0.01 a	2.8 ± 0.02 a
Topaz ‘M.9 - Nawożenie doglebowe - nawóz mineralny (siarczan potasu)	297.81 ± 13.06 a	2.53 ± 0.07 ab	0.98 ± 0.17 a	2.19 ± 0.46 a	1.05 ± 0.13 bc	3.13 ± 0.07 b
Topaz ‘M.9 - Nawożenie doglebowe nawóz organiczny (zawierający azot organiczny)	495.08 ± 18.15 c	4.52 ± 1.06 bc	1.9 ± 0.31 a	3.29 ± 0.48 b	0.73 ± 0.04 ab	3 ± 0.08 ab
Topaz ‘M.9 - Nawożenie doglebowe + nawożenie dolistne (nawozy organiczne z N org.)	336.16 ± 31.33 ab	6.92 ± 0.99 cd	1.1 ± 0.46 a	1.46 ± 0.23 a	1.01 ± 0.13 a-c	3.09 ± 0.1 b
Topaz ‘M.9 - Nawożenie dolistne – nawóz organiczny, z N org.	848.63 ± 20.15 d	7.83 ± 0.99 d	1.85 ± 0.57 a	3.78 ± 0.42 b	1.16 ± 0.11 c	3.18 ± 0.11 b
Topaz ‘M.9 - Kontrola – drzewa nienawożone	394.47 ± 27.99 b	14.88 ± 1.48 e	1.11 ± 0.1 a	2.02 ± 0.4 a	1.18 ± 0.23 c	3.08 ± 0.11 b

**Tabela 19. Wpływ nawożenia na populację wybranych grup mikroorganizmów oraz aktywności i bioróżnorodności bakterii zasiedlających glebę spod roślin jabłoni odm Topaz na podkładce M.26.**

Próbka	Ogólna populacja bakterii x 10 <sup>5</sup> w 1 g s.m.p.	Ogólna populacja bakterii Pseudomonas spp x 10 <sup>5</sup> w 1 g s.m.p.	Ogólna populacja fluorescencyjnych bakterii Pseudomonas spp x 10 <sup>5</sup> w 1 g s.m.p.	Ogólna populacja grzybów mikroskopowych x 10 <sup>5</sup> w 1 g s.m.p.	Aktywność mikroorganizmów (AWCD)	Wskaźnik Shannon-Weaver (H)
Topaz M.26 - Nawożenie doglebowe - gnojówka bydłęca	405.02 ± 13.07 cd	2.44 ± 0.3 a	1.35 ± 0.59 a	0.55 ± 0.09 a	0.6 ± 0.05 a	2.8 ± 0.02 a
Topaz M.26 - Nawożenie doglebowe - nawóz mineralny (siarczan potasu)	360.97 ± 15.07 bc	3.91 ± 0.65 ab	1.17 ± 0.13 a	4.52 ± 0.49 d	1.05 ± 0.1 bc	3.13 ± 0.02 c
Topaz M.26 - Nawożenie doglebowe nawóz organiczny (zawierający azot organiczny)	475.38 ± 45.53 d	6.87 ± 0.13 bc	1.82 ± 0.13 a	7.04 ± 0.33 e	0.92 ± 0.02 b	2.95 ± 0.02 ab
Topaz M.26 - Nawożenie doglebowe + nawożenie dolistne (nawozy organiczne z N org.)	301.61 ± 18.68 b	19.56 ± 2.12 d	15.49 ± 4.63 b	1.43 ± 0.19 b	0.93 ± 0.09 b	3.08 ± 0.11 bc
Topaz M.26 - Nawożenie dolistne – nawóz organiczny, z N org.	423.9 ± 38.83 cd	5.78 ± 0.82 b	1.47 ± 0.06 a	4.14 ± 0.21 d	1.04 ± 0.05 bc	3.08 ± 0.03 bc
Topaz M.26 - Kontrola – drzewa nienawożone	182.55 ± 27.64 a	9.69 ± 1.6 c	2.17 ± 0.77 a	2.55 ± 0.4 c	1.32 ± 0.22 c	3.16 ± 0.11 c

**Tabela 20. Ogólny wpływ nawożenia na populację wybranych grup mikroorganizmów oraz aktywności i bioróżnorodności bakterii zasiedlających glebę spod roślin jabłoni odm Topaz i Pinova na podkładce 'M.9 i M.26.**

Próbka	Ogólna populacja bakterii x 10 <sup>5</sup> w 1 g s.m.p.	Ogólna populacja bakterii Pseudomonas spp x 10 <sup>5</sup> w 1 g s.m.p.	Ogólna populacja fluorescencyjnych bakterii Pseudomonas spp x 10 <sup>5</sup> w 1 g s.m.p.	Ogólna populacja grzybów mikroskopowych x 10 <sup>5</sup> w 1 g s.m.p.	Aktywność mikroorganizmów (AWCD)	Wskaźnik Shannon-Weaver (H)
Nawożenie doglebowe - gnojówka bydłęca	468.17 ± 122.6 ab	4.02 ± 3.25 ab	1.42 ± 0.47 ab	1.56 ± 1.23 a	0.73 ± 0.21 a	2.89 ± 0.17 a
Nawożenie doglebowe - nawóz mineralny (siarczan potasu)	322.84 ± 62.45 ab	3.37 ± 1.5 a	1.23 ± 0.46 a	3.08 ± 1.05 bc	1.01 ± 0.13 bc	3.07 ± 0.11 a
Nawożenie doglebowe nawóz organiczny (zawierający azot organiczny)	400.39 ± 98.93 ab	7.96 ± 4.97 ab	2.39 ± 1.54 ab	4.28 ± 1.86 c	0.89 ± 0.12 ab	2.84 ± 0.59 a
Nawożenie doglebowe + nawożenie dolistne (nawozy organiczne z N org.)	437.7 ± 248.93 ab	8.89 ± 6.71 b	4.74 ± 6.79 b	2.14 ± 1.2 b	1.07 ± 0.22 bc	3.14 ± 0.11 a
Nawożenie dolistne – nawóz organiczny, z N org.	498.55 ± 214.71 b	6.41 ± 1.61 ab	1.59 ± 0.44 ab	3.24 ± 0.86 bc	1.21 ± 0.26 c	3.15 ± 0.1 a
Kontrola – drzewa nienawożone	288.05 ± 82.2 a	8.26 ± 4.83 ab	1.43 ± 0.61 ab	2.13 ± 0.47 ab	1.13 ± 0.2 c	3.07 ± 0.1 a

Wyniki analiz mikrobiologicznych zweryfikowano jednoczynnikową analizą wariancji przy użyciu programu Statistica 13.1. Grupy jednorodne wyznaczano testem HSD dla  $\alpha = 0,05$ .

## OMÓWIENIE WYNIKÓW

### **Jabłoń odm. 'Pinova' na podkładce M.9 [Tabela 15]**

Analizowane próbki, pobrane w kwietniu 2018 roku, różniły się pomiędzy sobą pod względem wielkości populacji badanych grup mikroorganizmów oraz ich aktywnością i bioróżnorodnością. Największą liczebność, aktywność i bioróżnorodność bakterii charakteryzowała się gleba spod jabłoni odmiany Topaz rosnących na podkładce 'M.9. Najmniejszą ogólną populację badanych grup drobnoustrojów zaobserwowano w próbkach gleby spod jabłoni Pinova rosnących na podkładkach 'M.9 oraz M.26.

### **Jabłoń odm. 'Pinova' na podkładce M.9 [Tabela 16]**

W porównaniu z glebą spod roślin nienawożonych (kontrolnych), w glebie spod drzew nawożonych gnojówką bydlęcą, siarczanem potasu oraz nawozem organicznym aplikowanym dolistnie oraz łącznie doglebowo i dolistnie zaobserwowano większą ogólną populację bakterii.

W porównaniu z glebą kontrolną odnotowano istotne zwiększenie populacji bakterii *Pseudomonas* w glebie spod drzew nawożonych dolistnie i doglebowo nawozem organicznym oraz większą liczebność fluorescencyjnych bakterii *Pseudomonas* w glebie nawożonej doglebowo nawozem organicznym.

W próbkach spod drzew nawożonych doglebowo oraz łącznie doglebowo i dolistnie nawozem organicznym zaobserwowano istotnie większą populację grzybów mikroskopowych w porównaniu z glebą spod roślin nienawożonych. Z przypadku gleby spod roślin nawożonych gnojówką bydlęcą odnotowano istotnie mniejszą liczebność w/w mikroorganizmów.

W glebach spod roślin, w których aplikowano nawóz organiczny dolistnie oraz łącznie dolistnie i doglebowo zanotowano większą aktywność i bioróżnorodność mikroorganizmów w odniesieniu do gleby kontrolnej. Ponadto, zaobserwowano istotnie mniejszą aktywność i bioróżnorodność mikroflory w glebie spod roślin nawożonych gnojówką bydlęcą.

### **Jabłoń odm. 'Topaz' na podkładce M.9 [Tabela 17]**

W porównaniu do gleby spod roślin kontrolnych, w próbkach spod drzew nawożonych gnojówką bydlęcą, nawozem organicznym aplikowanym dolistnie oraz doglebowo

zaobserwowano istotnie większą ogólną populacją bakterii. W przypadku gleby spod roślin nawożonych siarczanem potasu odnotowano zmniejszenie w/w grupy drobnoustrojów.

W próbkach gleby spod roślin nawożonych odnotowano istotnie mniejszą populację bakterii z rodzaju *Pseudomonas*. Ponadto, w przypadku fluorescencyjnych bakterii z rodzaju *Pseudomonas*, nie zaobserwowano istotnego wpływu nawożenia na ich liczebność w glebie.

W porównaniu do gleby spod roślin kontrolnych zanotowano większą ogólną populację grzybów mikroskopowych w próbkach gleby spod drzew nawożonych dolistnie oraz doglebowo nawozem organicznym.

W porównaniu do próbek spod roślin kontrolnych, gleba spod roślin nawożonych gnojówką bydlęcą oraz doglebowo nawozem organicznym charakteryzowały się mniejszą aktywnością mikroorganizmów. Ponadto, w glebie nawożonej gnojówką bydlęcą odnotowano istotnie mniejszą bioróżnorodność.

#### **Jabłoń odm. ‘Pinova’ na podkładce M.26 [Tabela 18]**

Nie odnotowano istotnego wpływu nawożenia na aktywność i bioróżnorodność mikroorganizmów oraz na ogólną populację bakterii zasiedlających glebę. Ponadto nie odnotowano wpływu nawożenia na liczebność fluorescencyjnych bakterii *Pseudomonas*.

W porównaniu z glebą spod drzew kontrolnych, zaobserwowano istotnie większą populację bakterii *Pseudomonas* spp oraz grzybów mikroskopowych w próbce spod roślin nawożonych gnojówką bydlęcą. W przypadku gleby spod roślin nawożonych łącznie doglebowo i dolistnie nawozem organicznym odnotowano mniejszą populację bakterii z rodzaju *Pseudomonas*.

#### **Jabłoń odm. ‘Topaz’ na podkładce M.26 [Tabela 19]**

Odnutowano zwiększenie ogólnej populacji bakterii zasiedlających gleby spod roślin nawożonych w porównaniu do gleby kontrolnej.

W porównaniu do próbek spod drzew kontrolnych, w glebie spod roślin nawożonych łącznie dolistnie i doglebowo nawozem organicznym zaobserwowano istotnie większą populację bakterii *Pseudomonas* spp. oraz fluorescencyjnych bakterii *Pseudomonas*. Ponadto, zanotowano mniejszą populację bakterii *Pseudomonas* spp zasiedlających glebę spod roślin nawożonych gnojówką bydlęcą, siarczanem potasu oraz dolistnie nawozem organicznym.

W próbkach gleby spod drzew nawożonych siarczanem potasu oraz aplikowanym osobno dolistnie i doglebowo nawozem organicznym zaobserwowano istotnie większą populację grzybów mikroskopowych. W przypadku gleby spod roślin nawożonych gnojówką bydlęcą oraz stosowanym łącznie doglebowo i dolistnie nawozem organicznym odnotowano spadek liczebności w/w mikroorganizmów.

W porównaniu do próbek kontrolnych, gleby spod roślin nawożonych gnojówką bydlęcą i aplikowanym doglebowo oraz łącznie doglebowo i dolistnie nawozem organicznym charakteryzowały się mniejszą aktywnością drobnoustrojów. Ponadto, odnotowano mniejszą bioróżnorodność mikroorganizmów zasiedlających glebę w próbkach spod roślin nawożonych gnojówką bydlęcą oraz nawozem organicznym aplikowanym doglebowo.

### **Ogólny wpływ nawożenia na populację wybranych grup mikroorganizmów oraz aktywności i bioróżnorodności bakterii [Tabela 20]**

Odnutowano istotnie większą ogólną populację bakterii zasiedlających glebę spod roślin nawożonych dolistnie nawozem organicznym, w porównaniu do próbek spod drzew kontrolnych.

Nie zaobserwowano istotnego wpływu nawożenia na bioróżnorodność mikroorganizmów oraz populację bakterii *Pseudomonas* spp i fluorescencyjnych bakterii *Pseudomonas*.

Gleby spod roślin nawożonych nawozem organicznym aplikowanym doglebowo charakteryzowały się większą populacją grzybów mikroskopowych, w porównaniu do gleby spod drzew kontrolnych.

Zaobserwowano statystycznie mniejszą aktywność drobnoustrojów w glebach spod roślin nawożonych gnojówką bydlęcą oraz nawozem organicznym aplikowanym doglebowo.

## WNIOSKI

### **Jabłoń odm. 'Pinova' na podkładce M.9 [Tabela 16]:**

- Nawożenie roślin wpłynęło na zmiany w populacji badanych grup mikroorganizmów zasiedlających glebę. Nawożenie doglebowe oraz dolistne nawozem organicznym spowodowało między innymi: zwiększenie ogólnej populacji grzybów mikroskopowych bakterii, w tym bakterii z rodzaju *Pseudomonas* i fluorescencyjnych bakterii *Pseudomonas*. Ponadto, w przypadku nawożenia dolistnego oraz łącznego doglebowego i dolistnego nawozem organicznym, uległa zwiększeniu aktywność i bioróżnorodność mikroorganizmów. Zmiany te mogą wpływać korzystnie na rośliny przez zwiększenie uwalniania składników pokarmowych z rozkładanej przez mikroorganizmy martwej materii organicznej obecnej w glebie oraz zmniejszenie podatności gleby na rozprzestrzenianie się patogenów przez zwiększenie presji środowiskowej ze strony mikroflory autochtonicznej. Ponadto, większa populacja fluorescencyjnych bakterii z rodzaju *Pseudomonas* może przełożyć się na większą dostępność żelaza dla roślin, pochodzącego z chelatowanych soli.
- Aplikacja gnojówki bydlęcej spowodowała zwiększenie populacji bakterii zasiedlających glebę. Zmiany te mogą okazać się niekorzystne z uwagi na jednoczesne zmniejszenie bioróżnorodności mikroorganizmów w glebie, przez co staje się ona podatna na zmiany np. rozprzestrzenienie się chorób.

### **Jabłoń odm. 'Topaz' na podkładce M.9 [Tabela 17]**

- Nawożenie drzew nawozem organicznym aplikowanym dolistnie oraz doglebowo spowodowało zwiększenie ogólnej populacji grzybów mikroskopowych oraz bakterii. Zmiany te mogą z jednej strony zwiększyć uwalnianie pierwiastków biogenych z rozkładanej przez mikroorganizmy martwej materii organicznej a z drugiej zwiększyć możliwość rozprzestrzeniania się grzybów ( w tym patogenów) w glebie.
- Aplikacja gnojówki bydlęcej spowodowała zwiększenie populacji bakterii zasiedlających glebę przy jednoczesnym zmniejszeniu bioróżnorodności i aktywności mikroflory. Zmiany te w długim okresie czasu mogą okazać się niekorzystne z uwagi na podatność gleby o małej różnorodności mikroorganizmów na zmiany np. rozprzestrzenienie się chorób.

### **Jabłoń odm. ‘Pinova’ na podkładce M.26 [Tabela 18]**

- W glebie nawożonej gnojówką bydlęcą zaobserwowano korzystne zmiany tj zwiększenie ogólnej populacji bakterii *Pseudomonas* które poprzez kolonizację korzeni roślin mogą chronić je przed porażeniem przez patogeny odglebowe. Z kolei obserwowane zwiększenie populacji grzybów mikroskopowych może oznaczać zwiększoną obecność fakultatywnych patogenów mogących atakować osłabione rośliny.

### **Jabłoń odm. ‘Topaz’ na podkładce M.26 [Tabela 19]**

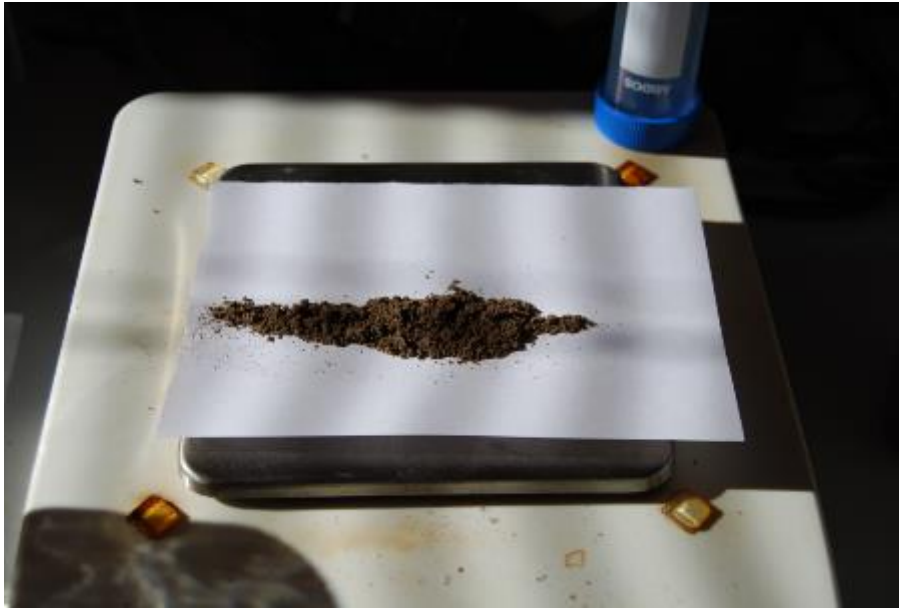
- Aplikacja doglebowa i dolistna nawozu organicznego spowodowała korzystne zmiany w glebie drzew jabłoni, między innymi przez zwiększenie ogólnej populacji bakterii, bakterii *Pseudomonas* spp oraz fluorescencyjnych bakterii *Pseudomonas*, przy jednoczesnym zmniejszeniu populacji grzybów mikroskopowych. Zmiany te mogą spowodować lepsze odżywienie roślin przez degradację martwej materii organicznej lub erozję minerałów obecnych w glebie oraz zmniejszenie podatności gleby na rozprzestrzenianie się patogenów odglebowych.
- Zwiększenie ogólnej populacji bakterii i grzybów mikroskopowych przy jednoczesnym zmniejszeniu bioróżnorodności obserwowanym w glebie spod roślin nawożonych gnojówką bydlęcą, siarczanem potasu oraz nawozem organicznym aplikowanego doglebowo lub dolistnie z jednej strony może skutkować zwiększeniem obiegu pierwiastków biogennych, a z drugiej spowodować większe tempo rozprzestrzeniania się grzybów, w tym patogenów.

### **Ogólny wpływ nawożenia na populację wybranych grup mikroorganizmów oraz aktywności i bioróżnorodności bakterii [Tabela 20]**

- W glebach nawożonych gnojówką bydlęcą zaobserwowano korzystną tendencję do wzrostu ogólnej populacji bakterii, w tym fluorescencyjnych bakterii *Pseudomonas* spp, przy jednoczesnej redukcji populacji grzybów mikroskopowych. Jednocześnie zaobserwowane zmniejszenie bioróżnorodności może zwiększyć podatność gleby na zmniejszenie presji środowiskowej i łatwiejsze rozprzestrzenianie się patogenów doglebowych.



**Zdjęcia:**



**Zdjęcie 1.** Przygotowanie gleby do analizy mikrobiologicznej – odważenie jednorodnej próbki gleby.



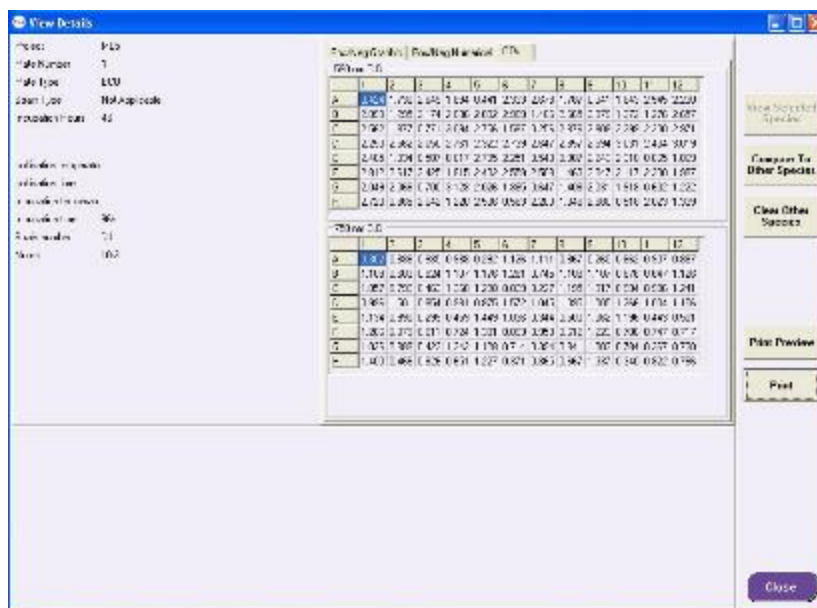
**Zdjęcie 2.** Przygotowanie gleby do analizy mikrobiologicznej – zawiesina glebowa gotowa do analizy.



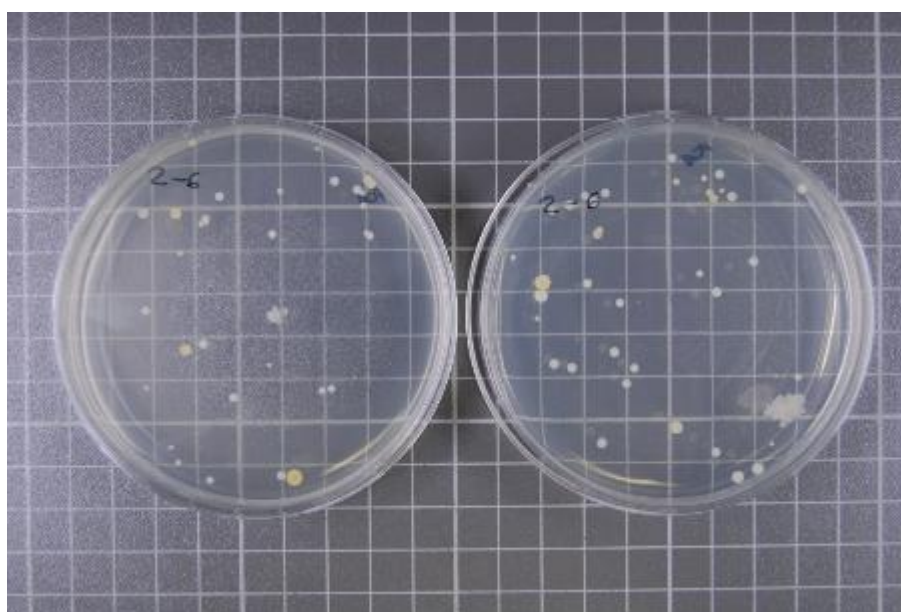
**Zdjęcie 3.** Analiza aktywności i bioróżnorodności mikroorganizmów zasiedlających próbki gleby przy użyciu systemu BIOLOG – inokulacja płytek typu EcoPlate.



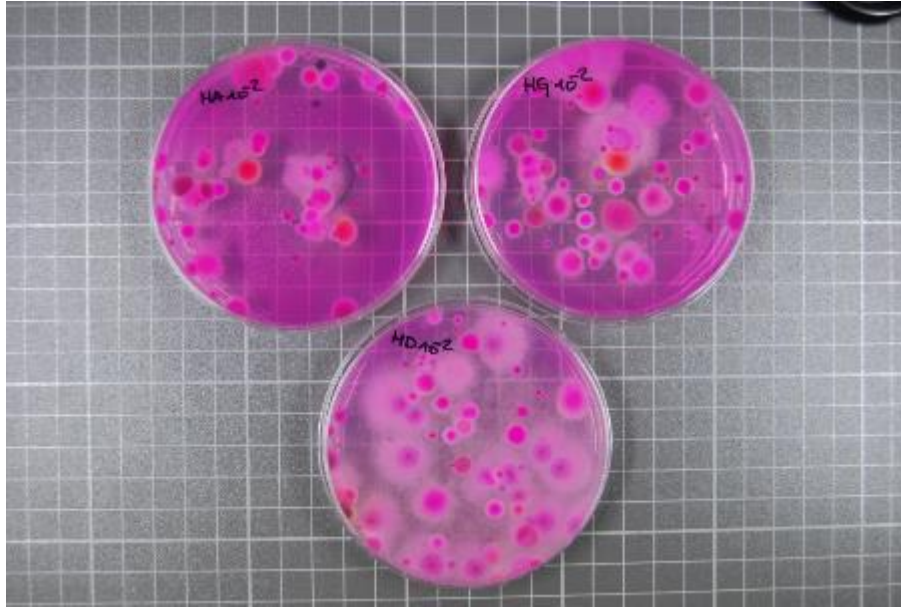
**Zdjęcie 4.** Analiza aktywności i bioróżnorodności mikroorganizmów zasiedlających próbki gleby przy użyciu systemu BIOLOG – odczyt płytek typu EcoPlate.



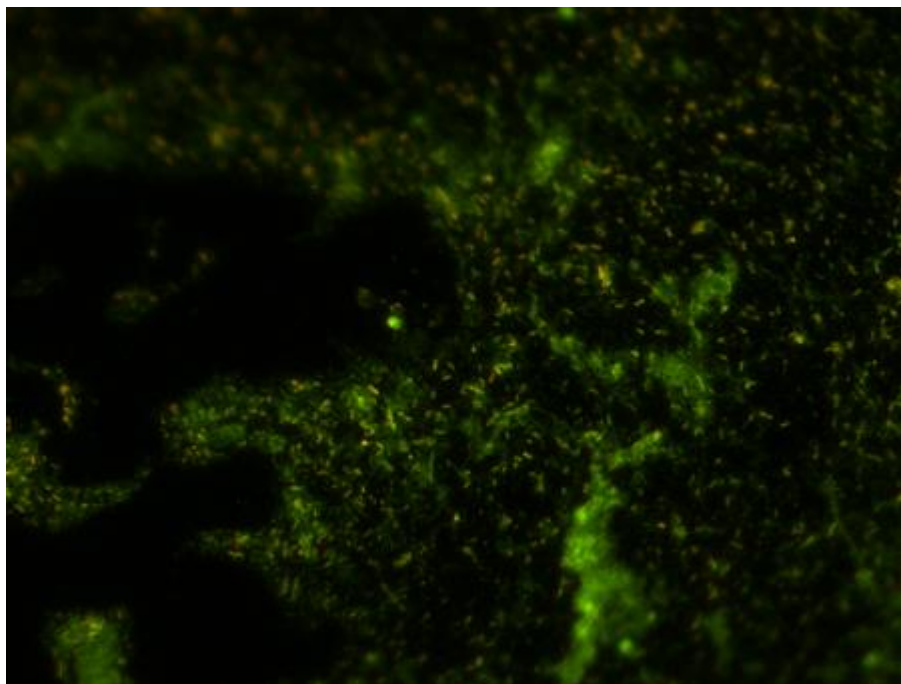
**Zdjęcie 5.** Analiza aktywności i bioróżnorodności mikroorganizmów zasiedlających próbki gleby przy użyciu systemu BIOLOG – odczytana absorbancja płytki typu EcoPlate.



**Zdjęcie 6.** Kolonie bakteryjne rosnące na 10% pożywce tryptonowo sojowej.



**Zdjęcie 7.** Porównanie liczebności populacji grzybów mikroskopowych rosnących na pożywce RBC agar z chloramfenikolem (próbki HA - Topaz M9 gnojówka bydłęca, HG - Topaz M9 siarczan potasu, HD – Topaz M9 doglebowy nawóz organiczny).



**Zdjęcie 8.** Odseparowane od drobin gleby komórki bakteryjne widoczne na powierzchni szkiełka mikroskopowego (próbka Pinova M9 gnojówka bydłęca, preparat barwiony oranżem akrydyny).