

**Badania i Rozwój  
Młodych Naukowców w Polsce**

**Nauki przyrodnicze  
Tom I Część II**



[www.MlodziNaukowcy.com](http://www.MlodziNaukowcy.com)

**Redakcja naukowa**

dr inż. Jędrzej Nyćkowiak  
dr hab. Jacek Leśny

**Korekta, skład i łamanie, projekt okładki**

dr inż. Jędrzej Nyćkowiak  
mgr Marta Nyćkowiak

**Wydawca**

Młodzi Naukowcy  
dr Jędrzej Nyćkowiak  
www.mlodzinaukowcy.com  
wydawnictwo@mlodzinaukowcy.com

**ISBN (całość) 978-83-942083-1-8**

**ISBN 978-83-65362-03-2**

Ilość znaków w książce:

364tys. (bez ilustracji)

Ilość znaków w książce:

504tys. (bez ilustracji)

Nakład całości 380 egz.

Prace zostały wydrukowane zgodnie z przesłanym tekstem,  
na odpowiedzialność ich autorów.

## **18. Ocena jakości mikrobiologicznej gleby i truskawek z plantacji przemysłowych**

Evaluation of microbiological quality of strawberries and soil collected from industrial plantations

Oszust Karolina, Bilińska-Wielgus Nina, Gryta Agata, Panek Jacek, Frąc Magdalena  
Instytut Agrofizyki im. B. Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk, ul. Doświadczalna 4,  
20-290 Lublin

Opiekun naukowy: dr hab. Magdalena Frąc, prof. IA PAN: m.frac@ipan.lublin.pl  
Oszust Karolina: k.oszust@ipan.lublin.pl

Słowa kluczowe: jakość mikrobiologiczna, owoce miękkie, pleśnie termooporne, DRBC

*Badania finansowane przez Narodowe Centrum Nauki (Polska), projekt SONATA4:  
DEC-2012/07/D/NZ9/03357*

### **Streszczenie**

Przedstawione badania polegały na ocenie jakości mikrobiologicznej truskawek pochodzących z plantacji zlokalizowanych na terenie województwa lubelskiego oraz mazowieckiego. Badania przeprowadzono również na glebie spod uprawy truskawek. Określono ogólną liczbę bakterii z grupy coli zgodnie z wytycznymi PN-ISO 4832 oraz ogólną liczbę drożdży i pleśni według normy PN-ISO 21527-1. Ponadto oznaczono ogólną liczebność drożdży i pleśni na podłożu glukozowo-ziemniaczanym (PDA), dodatkowo oznaczenie przeprowadzono z zastosowaniem szoku cieplnego w temperaturze 80°C przez 5 minut celem określenia ogólnej liczebności drożdży i pleśni odpornych na krótkotrwałe działanie wysokiej temperatury.

Przeprowadzone testy nie wykazały obecności bakterii z grupy coli zarówno w próbkach truskawek, jak i próbkach gleby. Zanotowano wysoką liczebność drożdży oraz znacznie niższą pleśni w świeżych truskawkach. Gleba charakteryzowała się dominującą obecnością pleśni. Grzyby odporne na wysoką temperaturę wyodrębniono tylko z niektórych próbek gleby i truskawek.

### **1. Wstęp**

Lubelszczyzna odznacza się rolniczym charakterem, przetwórstwo owocowo-warzywne stanowi podstawową gałąź przemysłu, warunkowaną przez dostępność surowców niezbędnych do rozwoju tej branży. Według danych Departamentu Gospodarki i Innowacji Urzędu Marszałkowskiego Województwa Lubelskiego w Lublinie z I kwartału 2012 roku, na Lubelszczyźnie działało 180 podmiotów zajmujących się przetwórstwem owocowo-warzywnym. Pod względem produkcji owoców jagodowych region lubelski zajmował pierwsze miejsce w kraju w 2011 roku, a ich zbiory stanowiły 51,6% zbiorów krajowych.

Sektor owoców miękkich, zwłaszcza produkcja truskawek, pełni bardzo ważną rolę w produkcji rolniczej na Lubelszczyźnie. Według danych FAO z roku 2012, Polska jest jednym z największych producentów owoców jagodowych w Europie, a Lubelszczyzna jest największym producentem tych owoców w Polsce (GUS 2013).

Do podstawowych cech oceny jakości owoców należy: wygląd zewnętrzny, tekstura, smak, zapach, wartość odżywcza i żywieniowa oraz jakość mikrobiologiczna, związana z obecnością patogennych mikroorganizmów, występowanie mykotoksyn, naturalnych substancji antyżywniowych oraz skażenie: metalami ciężkimi czy środkami ochrony roślin.

Jakość owoców ulega pogorszeniu z powodu trzech zasadniczych przyczyn: surowce roślinne po zbiorach są nadal materiałem żywym, w którym nieustannie zachodzi proces oddychania; owoce zostają zanieczyszczone różnego rodzaju mikroorganizmami, których skład zmienia się w trakcie wzrostu rośliny, podczas zbioru, transportu oraz dalszych etapów obróbki

przemysłowej; owoce narażone są na uszkodzenia mechaniczne podczas zbioru czy transportu, co powoduje szybsze psucie surowca. W związku z tym zarówno procesy mikrobiologiczne, fizjologiczne, jak i mechaniczne mają wpływ na jakość owoców.

Utrzymanie dobrej jakości oraz zachowanie wysokiej wartości technologicznej i przemysłowej truskawek, wymaga monitorowania oraz eliminowania zanieczyszczeń mikrobiologicznych. Światowa Organizacja Wyżywienia i Rolnictwa straty w produkcji roślinnej z tytułu chorób oraz szkodników roślinnych szacuje na około 30% rocznie w skali całego świata. Jakość mikrobiologiczna surowców rolniczych uważana jest za jeden z ważniejszych wskaźników jakości surowców przeznaczonych do przetwórstwa spożywczego. Nieodpowiednia jakość surowców może powodować zagrożenie dla zdrowia człowieka. Występowanie chorób roślin podnosi koszty produkcji roślinnej oraz powoduje straty ekonomiczne producentów przetworów owocowych, wynikające z konieczności wycofania skażonych produktów z rynków konsumpcyjnych. Zanieczyszczenie surowców lub gotowych produktów bakteriami patogennymi jest trudne do zidentyfikowania ze względu na brak widocznych oznak zepsucia oraz zmian organoleptycznych.

Źródłem kontaminacji owoców patogennymi pleśniami może być gleba. Owoce miękkie stanowią doskonałe środowisko dla rozwoju grzybów ze względu na optymalną dla ich wzrostu zawartość cukrów, pH oraz wilgotność (Kallio i in. 2000; Ragaert i in. 2006). Truskawka zaliczana jest do najcenniejszych i najpopularniejszych owoców jagodowych, musi być zbierana po osiągnięciu dojrzałości konsumpcyjnej, której miarą jest całkowite wybarwienie owoców. Truskawki wykorzystywane są jako surowce do produkcji: soków, soków zagęszczonych, mrożonek, wsadów jogurtowych, przecierów czy dżemów. Owoce truskawek ze względu na niską trwałość oraz delikatność wymagają zbioru bezpośredniego przed przerobem do opakowań jednostkowych. Do przetwórstwa polecane są owoce o ciemnej barwie miąższu, intensywnym smaku i zapachu. Odmianą od wielu lat popularną lecz wrażliwą na ataki patogenów grzybowych jest Senga Sengana, innymi często uprawianymi odmianami są: Dukat, Kama oraz Honeyone (Gasik i in. 2012).

Prowadzono wiele badań, w których analizowano zachodzące wizualne zmiany w trakcie przechowywania truskawek, spowodowane rozwojem grzybów (Marquenie i inni 2002). Dokonywano również oceny zmian jakości surowców na podstawie analizy sensorycznej (Van der Steen i in. 2002). Ragaert i in. (2006) badali zdolność drożdży do produkcji różnych metabolitów, m.in. kwasów, alkoholi oraz eterów. Produkcja ww. związków przez drożdże bezpośrednio na truskawce powoduje zmianę smaku i zapachu owoców, co wpływa na zmianę właściwości sensorycznych surowca i może być wykorzystane w detekcji zanieczyszczenia owoców mikroorganizmami.

Choroby roślin powodowane przez grzyby, stanowią najliczniejszą grupę chorób, istotną z gospodarczego punktu widzenia. Do walki z mykozami roślin stosuje się fungicydy, które mimo skuteczności stanowią zagrożenie dla bezpieczeństwa zdrowotnego konsumentów, ze względu na możliwość pozostałości fungicydów w roślinie. Ponadto, w wyniku ich stosowania redukowane zostają również organizmy pożyteczne, natomiast patogeny ulegają uodpornieniu na dany fungicyd, z kolei wynalezienie nowych bezpiecznych preparatów generuje duże koszty. Alternatywę stanowią biologiczne metody ochrony roślin, które polegają na ograniczeniu rozwoju organizmów szkodliwych dla roślin za pomocą organizmów antagonistycznych bądź produktów ich metabolizmu. Najbardziej narażonym miejscem na infekcje grzybicze są miejsca w roślinie uszkodzone mechanicznie, dlatego mikroorganizmy, które są w stanie opanować miejsce zranienia stanowią doskonałą metodę biologicznej ochrony roślin. Mikroorganizmy antagonistyczne powinny cechować wysoka zdolność do kolonizowania ran i szybki wzrost. Antagonista powinien być obecny na roślinie przed patogenem, a także nie powinien wywierać szkodliwego wpływu na surowiec (Kordowska-Wiater 2011). Przeprowadzono wiele badań dotyczących zastosowania drożdży jako mikroorganizmów antagonistycznych dla rozwoju grzybów pleśniowych, takich jak m.in. *Botrytis cinerea* (Wagner i in. 2006; Lima i in. 2003; Qin i in. 2004). Inne doniesienia wskazują, że organizmy antagonistów w znacznym stopniu hamowały kiełkowanie zarodników oraz wydłużanie ich strzępek (Zhang i in. 2010). Innym

zastosowaniem antagonistycznych drożdży jest ich aplikacja podczas uprawy przed zbiorem owoców (Ippolito i in. 2000), gdyż istnieją liczne patogeny które właśnie wtedy infekują roślinę. Przykładem mogą być kwiaty truskawki, stanowiące miejsce ukrytych infekcji, które uwidaczniają się dopiero podczas dojrzewania owoców. Lima i in. (1996) badali skuteczność zastosowania grzybów drożdżopodobnych *Aureobasidium pullulans* oraz drożdży *Candida oleophila* w ochronie biologicznej kwiatów truskawki. Ich badania wykazały, że oba szczepy kolonizowały kwiaty, nie dopuszczając w ten sposób do infekcji *B. cinerea* (Lima i in. 1997).

Szeroki zakres prowadzonych badań dotyczących jakości truskawek, ich uprawy oraz przechowywania, świadczy o istotności omawianych zagadnień. W związku z tym celem prowadzonych badań była ocena jakości mikrobiologicznej truskawek przeznaczonych do przetwórstwa oraz gleby z towarowych plantacji tych owoców.

## 2. Materiał i metody

Materiał badawczy stanowiły truskawki oraz gleba spod uprawy tych owoców. Próbkę pochodziły z plantacji zlokalizowanych w 27 miejscowościach województwa lubelskiego oraz mazowieckiego (Tab. 1). Próbkę została pobrana w latach 2013-2014. Owoce zebrano w fazie dojrzałości konsumpcyjnej. Glebę pobierano z warstwy 0-20 cm.

**Tab.1** Lokalizacje poboru próbek gleby oraz truskawek

Województwo	Miejscowości
lubelskie	Buchałowice, Celejów, Chrzążów, Dobre, Jakubówka, Karmanowice, Kolechowice, Kopanina Kamińska, Łęczna, Łopatki, Noworąbłów, Oblasy, Opole Lubelskie, Osiny, Przykwa, Rudki, Sarnów, Strzyżowice, Szpica, Zezulin
mazowieckie	Barycz Nowa, Brzóza, Brzozowiec, Markowola Kolonia, Regów Stary, Sieciechów, Zamość Stary

Badania obejmowały oznaczenie ogólnej liczebności bakterii z grupy coli na podłożu wybiórczym – VRBL (Biocorp) oraz ogólnej liczebności drożdży i pleśni na podłożu DRBC (Biocorp). Analizy przeprowadzono zgodnie z obowiązującymi normami: na podłożu VRBL według PN-ISO 4832:2007 (2007), na podłożu DRBC według PN-ISO 21527-1:2009 (2009). Czynnikiem selektywnym podłoża VRBL były sole żółci i fiolet krystaliczny, dzięki którym wzrost bakterii gram-dodatnich był silnie zahamowany. Wyrosłe w wyniku posiewu powierzchniowego kolonie różnicowano na podstawie zdolności do rozkładu laktozy. Podłożo DRBC posiadało w swoim składzie róż bengalski, chloramfenikol i dichloran.

Ponadto dokonano porównania liczebności drożdży i pleśni bez oraz po przeprowadzeniu 5 minutowego szoku cieplnego w temperaturze 80°C, w celu wyodrębnienia grzybów odpornych na wysoką temperaturę. Badanie przeprowadzono na podłożu glukozowoziemniaczanym PDA (Biocorp), analizowanym materiałem były próbki gleby oraz truskawek pochodzące ze zbioru w 2013 roku. W 2014 roku wykonano natomiast oznaczenia obejmujące ogólną liczebność bakterii z grupy coli (VRBL) oraz ogólną liczebność pleśni i drożdży (DRBC), obiektem badań były jedynie próbki truskawek.

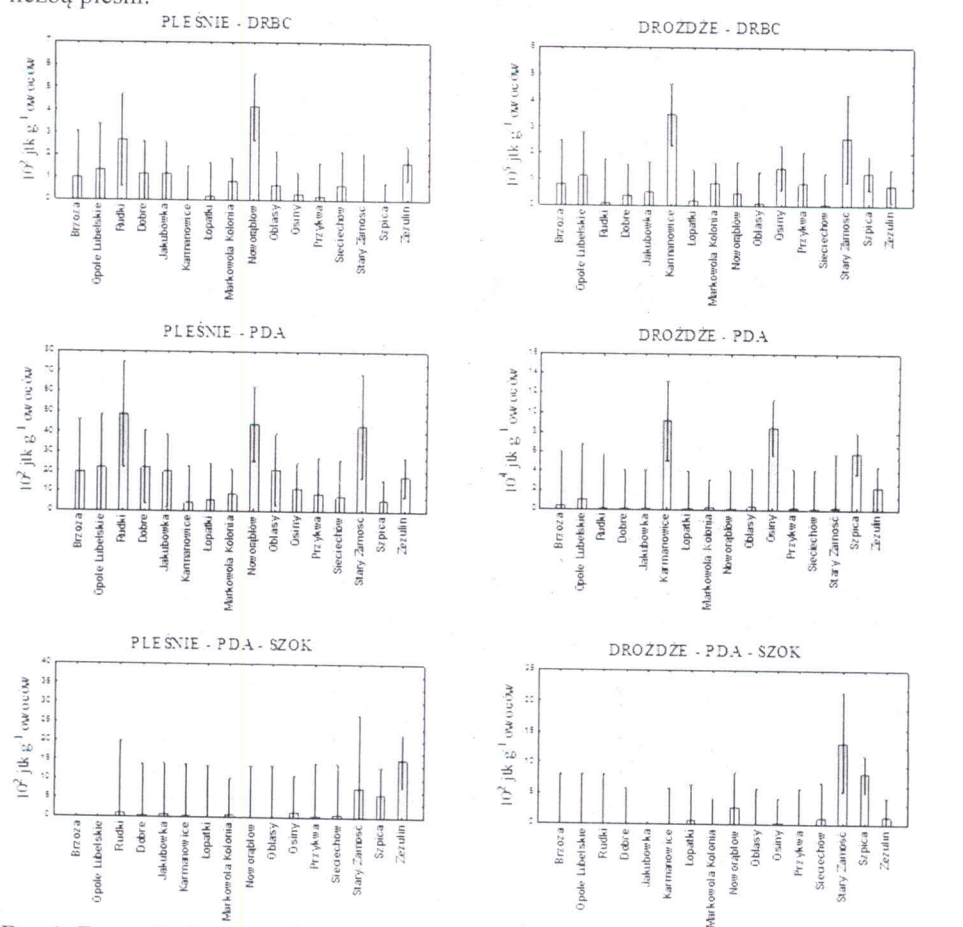
Uzyskane wyniki wyrażono w jednostkach tworzących kolonie na gram suchej masy gleby [jtk g<sup>-1</sup> s.m. gleby] lub na gram owoców [jtk g<sup>-1</sup> owoców]. Wyniki poddano ocenie statystycznej metodą analizy wariancji.

### 3. Wyniki

#### 3.1. Ocena jakości mikrobiologicznej przeprowadzona w 2013 roku

Badania przeprowadzone na podłożu VRBL nie wykazały obecności bakterii z grupy coli zarówno na owocach, jak i w badanej glebie.

Rys.1 przedstawia graficzną interpretację otrzymanych wyników ogólnej liczebności drożdży i pleśni na podłożach DRBC oraz PDA występujących w truskawkach. Truskawki charakteryzowały się obecnością dużej liczby drożdży ( $10^5$ ,  $10^4$ ) oraz znacznie mniejszą obecnością pleśni ( $10^2$ ). Liczebność pleśni na podłożu DRBC kształtowała się podobnie dla większości badanych próbek owoców. Badana wykazały, że liczebność tej grupy mikroorganizmów kształtowała się na poziomie 100 jtk w 1 g owoców. Jedynie w próbkach z miejscowości: Rudki i Noworąbłów stwierdzono odpowiednio ponad 200 i ponad 400 jtk w 1 gramie truskawek. Liczebność drożdży w większości miejscowości była wyższa i kształtowała się na poziomie  $10 \times 10^4$  jtk  $g^{-1}$  owoców. Największa liczba drożdży pojawiła się w próbkach owoców pobranych z plantacji zlokalizowanych w Karmanowicach oraz Zamościu Starym. Jednocześnie próbki pobrane z wymienionych miejscowości charakteryzowały się najmniejszą liczbą pleśni.



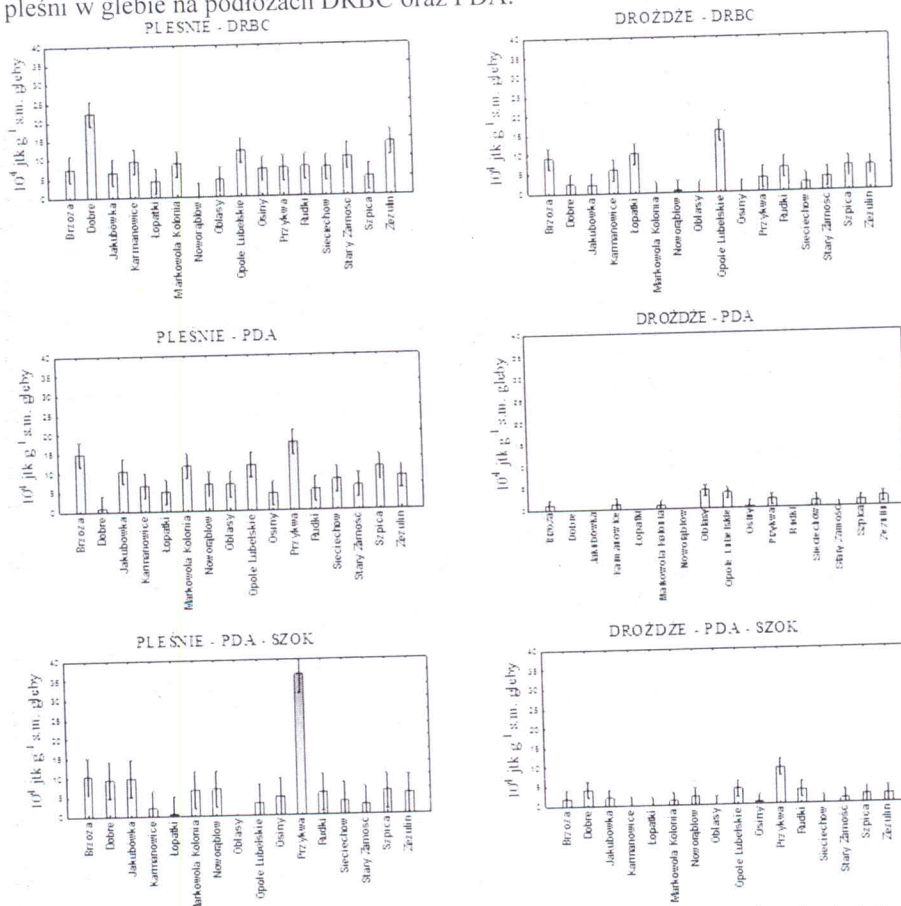
Rys.1 Zestawienie wyników oznaczenia ogólnej liczebności drożdży i pleśni na podłożach DRBC oraz PDA w próbkach truskawek. Badania przeprowadzone w 2013 roku.

Wyniki badań na podłożu PDA (Rys.1.) wskazują na wyższą liczebność pleśni w porównaniu do liczebności pleśni na podłożu DRBC. Najwięcej pleśni zanotowano w trzech miejscowościach: Rudki, Noworąbłów i Zamość Stary – ponad 4000 jtk  $g^{-1}$  owoców; w sześciu miejscowości występowało 2000 jtk  $g^{-1}$  owoców, a w pozostałych siedmiu do 1000

10<sup>4</sup> jtk g<sup>-1</sup> owoców. Jak wynika z Rys.1 ogólna liczebność pleśni na podłożu PDA nie zmieniła się po zastosowaniu 5 minutowego szoku cieplnego w próbkach z miejscowości: Szpica oraz Zezulin. W pozostałych próbkach liczebność pleśni odpornych na wysoką temperaturę była znacznie niższa. W większości próbek kształtowała się ona na poziomie niższym niż 300 jtk g<sup>-1</sup> owoców. Badania wykazały brak obecności pleśni odpornych na wysoką temperaturę w truskawkach pobranych z miejscowości Brzoza oraz Opole Lubelskie.

Ogólna liczebność drożdży na podłożu PDA (Rys.1) była niższa w porównaniu do liczebności na podłożu DRBC. Liczebność drożdży na podłożu PDA kształtowała się na poziomie 10<sup>4</sup>, a na podłożu DRBC 10<sup>5</sup> jtk g<sup>-1</sup> owoców. W próbkach truskawek pobranych z miejscowości Karmanowice, Osiny, Szpica oraz Zezulin stwierdzono najwyższą liczbę drożdży w 1 gramie owoców. Podobnie jak w przypadku pleśni liczebność drożdży po zastosowaniu szoku cieplnego uległa znacznemu obniżeniu w próbkach truskawek pobranych z większości plantacji. Jedynie w próbkach pobranych z miejscowości Szpica oraz Zamość Stary stwierdzono wyższą liczebność drożdży odpornych na wysoką temperaturę, kształtowała się ona odpowiednio na poziomie 800 oraz 1400 jtk g<sup>-1</sup> owoców.

Na Rys.2 przedstawiono graficznie wyniki oznaczenia ogólnej liczebności drożdży i pleśni w glebie na podłożach DRBC oraz PDA.



Rys.2 Zestawienie wyników oznaczenia ogólnej liczebności drożdży i pleśni na podłożach: DRBC oraz PDA w próbkach gleby. Badania przeprowadzone w 2013 roku.

Próbki gleby w odróżnieniu od próbek truskawek charakteryzowały się zazwyczaj nieznacznie wyższą zawartością pleśni w stosunku do drożdży na pożywce DRBC. Ogólna liczebność pleśni na pożywce DRBC kształtowała się w większości próbek na poziomie 10 x 10<sup>4</sup> jtk g<sup>-1</sup> gleby, natomiast drożdży na poziomie 5 x 10<sup>4</sup> jtk g<sup>-1</sup> gleby. Próbki gleby pobrane z trzech miejscowości:

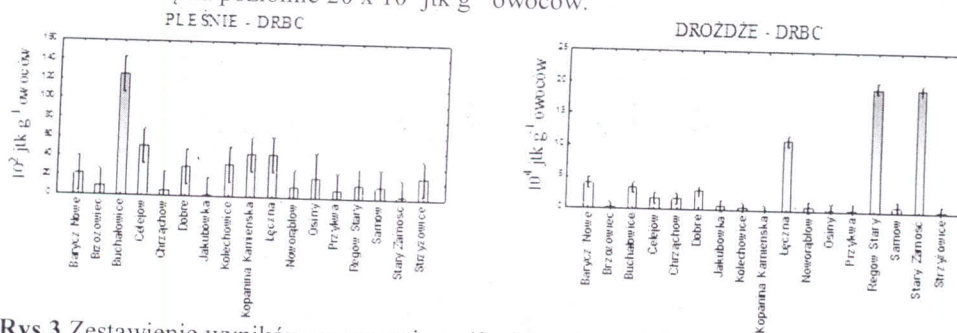
Dobre, Opole Lubelskie i Zezulin, odznaczały się wyższą ogólną liczebnością pleśni w porównaniu do pozostałych lokalizacji. Liczebność tej grupy mikroorganizmów kształtowała się w wyżej wymienionych miejscowościach odpowiednio na poziomie  $22 \times 10^4$ ,  $12 \times 10^4$  oraz  $14 \times 10^4$  jtk  $g^{-1}$  gleby). Większą liczebność drożdży w stosunku do pleśni na podłożu DRBC zanotowano w próbkach z miejscowości: Łopatki, Opole Lubelskie oraz Szpica.

Ogólna liczebność pleśni na pożywce PDA kształtowała się na najwyższym poziomie w miejscowościach Brzózka i Przykwa, jednak we wszystkich lokalizacjach liczebność tej grupy mikroorganizmów na badanym podłożu była na poziomie  $10^4$  jtk  $g^{-1}$  suchej masy gleby. Po zastosowaniu szoku cieplnego liczebność pleśni na podłożu PDA uległa obniżeniu w próbkach gleby pobranych z 10 miejscowości. Na podłożu PDA zaobserwowano zwiększenie liczby drożdży po zastosowaniu szoku termicznego w glebie z ośmiu miejscowości oraz obniżenie liczby drożdży w glebie z trzech miejscowości.

### 3.2. Ocena jakości mikrobiologicznej przeprowadzona w 2014 roku

W 2014 roku przeprowadzono ocenę jakości mikrobiologicznej truskawek pod kątem obecności bakterii z grupy coli (VRBL), badanie nie wykazało obecności badanej grupy bakterii w owocach.

Wyniki oznaczenia liczby drożdży i pleśni na podłożu DRBC przedstawia Rys.3. Liczebność pleśni wahała się od 2 do  $50 \times 10^2$  jtk  $g^{-1}$  owoców, jedynie w próbce z miejscowości Buchałowice liczebność pleśni była istotnie wyższa i kształtowała się na poziomie  $125 \times 10^2$  jtk  $g^{-1}$  owoców. W większości badanych próbek ogólna liczebność drożdży nie przekraczała  $2 \times 10^4$  jtk  $g^{-1}$  owoców, w próbkach pobranych z trzech miejscowości (Barycz Nowa, Buchałowice, Dobre) dochodziła do  $3 \times 10^4$  jtk  $g^{-1}$  owoców, natomiast z Łęcznej przekroczyła  $10 \times 10^4$  jtk  $g^{-1}$  owoców, a w dwóch lokalizacjach (Regów Stary, Zamość Stary) kształtowała się na poziomie  $20 \times 10^4$  jtk  $g^{-1}$  owoców.



Rys.3 Zestawienie wyników oznaczenia ogólnej liczebności drożdży i pleśni na podłożu DRBC w próbkach truskawek. Badania przeprowadzone w 2014 roku.

### 4. Dyskusja i wnioski

Produkcja surowców roślinnych, aby spełnić wymagania rynku oraz warunki prawne powinna być przyjazna środowisku. Powinna sprostać wymaganiom klienta, zachowując bezpieczeństwo jakości wytwarzanych produktów przy jednoczesnym zachowaniu opłacalności rolniczej. Stosowanie fungicydów, drogich w zakupie, niszczących pożyteczne mikroorganizmy oraz stanowiących zagrożenie dla konsumentów nie jest zgodne z wyżej wymienionymi oczekiwaniami rynku i konsumentów. Dlatego istotnym zagadnieniem jest dokładne zbadanie ilościowe i jakościowe mikroorganizmów zasiedlających surowce rolnicze w celu zweryfikowania możliwości stosowania w uprawie biologicznych metod ochrony roślin.

Przeprowadzone badania wykazały, że w badanych próbkach gleby i truskawek nie stwierdzono obecności bakterii z grupy coli, co wskazuje na dobrą jakość mikrobiologiczną badanych materiałów, nie stwarzającą zagrożenia dla konsumentów owoców pochodzących z badanych plantacji.



Stwierdzona obecność drożdży i pleśni w próbkach gleby i owoców, związana jest z występowaniem w badanych materiałach typowych, naturalnych dla tego typu matrycy mikroorganizmów. Aktualnie obowiązujące normy, rozporządzenia i inne akty prawne, dotyczące aspektów mikrobiologicznej jakości żywności nie regulują dopuszczalnej liczby wymienionych mikroorganizmów w owocach. Jednak ze względu na utrzymanie wysokiej jakości produktów otrzymywanych na bazie owoców warto monitorować zmiany liczby drożdży i pleśni w surowcach rolniczych.

Przeprowadzone analizy wykazały antagonistyczne działanie drożdży na rozwój grzybów pleśniowych, świadczy o tym niska liczebność pleśni pochodzących z próbek truskawek w przypadku wyższej liczebności drożdży w danej próbce. Pomimo, że w środowisku glebowym otaczającym roślinę dominują pleśnie, truskawki są siedliskiem dla mikroorganizmów epifitycznych, do których należą drożdże, które tworzą barierę ochronną dla patogennych dla rośliny mikroorganizmów. Kolejnym etapem prowadzonych badań powinna być izolacja dominujących szczepów drożdży oraz ocena ich potencjału i przydatności jako mikroorganizmów antagonistycznych, będących biologicznym czynnikiem ochrony truskawek.

Zastosowany w doświadczeniu szok cieplny wykazał większą odporność pleśni na działanie wysokich temperatur. Ponadto udowodnił, że mikroorganizmy odporne na działanie wysokich temperatur znajdują się głównie w środowisku glebowym. Dlatego też ważnym czynnikiem zapobiegającym zakażeniu truskawek może być odpowiednie prowadzenie upraw, zmierzające do ograniczenia kontaktu owoców z glebą.

## 5. Literatura

- Frać M, Oszust K, Lipiec J, i in. (2014) Soil microbial functional and fungal diversity as influenced by municipal sewage sludge accumulation. *International Journal of Environmental Resources and Public Health* 11(9): 8891-8908.
- Gasik A, Mitek M, Ginalski Z, i in. (2012) Przetwórstwo owoców na poziomie gospodarstwa. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie Oddział w Radomiu.
- Ippolito A, Nigro F (2000) Impact of preharvest application of biological control agents on postharvest diseases of fresh fruits and vegetables. *Crop Protection* 19: 715-723.
- Kallio H, Hakala M, Pelkkikangas A, i in. (2000) Sugars and acids of strawberry varieties. *European Food Research and Technology* 212: 81-85.
- Lima G i in. (2003) Integrated control of apple postharvest pathogens and survival of biocontrol yeasts in semi-commercial conditions. *European Journal of Plant Pathology* 109: 341-349.
- Lima G i in. (1997) Effectiveness of *Aureobasidium pullulans* and *Candida oleophila* against postharvest strawberry rots. *Postharvest Biology and Technology* 10: 169-178.
- Marquenie D, Michiels CW, Geeraerd AH, i in. (2002) Using survival analysis to investigate the effect of UV-C and heat treatment on storage rot of strawberry and sweet cherry. *International Journal of Food Microbiology* 73: 187-196.
- Kordowska-Wiater M (2011) Drożdże jako czynniki ochrony biologicznej roślin. *Postępy Mikrobiologii* 50(2): 107-119.
- Qin G I in. (2004) Biocontrol of postharvest diseases on sweet cherries by four antagonistic yeasts in different storage conditions. *Postharvest Biology and Technology* 31: 51-58.
- Ragaert P i in. (2006) Metabolite production of yeasts on a strawberry-agar during storage at 7°C in air and low oxygen atmosphere. *Food Microbiology* 23: 154-161.
- Van der Steen C, Jacxsens L, Devlieghere F, i in. (2002) Combining high oxygen atmospheres with low oxygen modified atmosphere packaging to improve the keeping quality of strawberries and raspberries. *Postharvest Biology and Technology* 26: 49-58.
- Wagner A, Kordowska-Wiater M, Hetman B (2006) Wpływ wybranych szczepów drożdży na rozwój szarej pleśni na owocach jabłoni. *Progress in Plant Protection* 46: 625-628.
- Zhang D i in. (2010) Selection and evaluation of new antagonists for their efficacy against postharvest brown rot of peaches. *Postharvest Biology and Technology* 55: 174-181.