

WPLYW WARUNKÓW PRZECHOWYWANIA ZAMRAŻALNICZEGO NA WYBRANE PARAMETRY JAKOŚCIOWE MIĘSA DROBIOWEGO I WIEPRZOWEGO

W artykule przedstawiono wyniki badań dotyczących wpływu warunków przechowywania zamrażalniczego na wybrane parametry jakościowe mięsa drobiowego i wieprzowego. Określono zmiany następujących parametrów: zawartość wody, odczyn mięsa, jasność barwy, przewodność elektryczną oraz wodochłonność. Stwierdzono, że w czasie analizowanego okresu przechowywania zamrażalniczego w obu gatunkach mięsa zachodziły podobne zmiany badanych parametrów jakościowych jednak z różną intensywnością. W mięsie drobiowym odnotowano zdecydowanie wyższe ubytki wody znacząco wzrosła jego jasność oraz wskaźnik wodochłonności. Natomiast w mięsie wieprzowym zaobserwowano zmiany w wartości pH oraz przewodności elektrycznej.

WSTĘP

Współcześnie najważniejszą metodą stosowaną do utrwalania żywności jest zastosowanie niskich temperatur, które w zależności od ich zakresu obejmuje schładzanie oraz zamrażanie. Procesy chłodzenia żywności polegają na kontrolowanym odprowadzeniu ciepła z produktów do ośrodka chłodzącego i stopniowe obniżenie temperatury wewnętrznej produktu. Po względem technologicznym proces utrwalania przez zamrożenie związany jest z równoczesnym działaniem dwóch czynników niskiej temperatury w przedziale od -18 do -30 °C oraz obniżonej aktywności wody na skutek jej przemiany fazowej w lód [5]. Przyjmuje się, że chłodzenie żywności polega na obniżeniu temperatury w zakresie od 10 do 0 °C, natomiast w zamrażalnictwie sprowadzenie produktów do temperatury poniżej punktu krioskopowego i przechowywanie w temperaturze poniżej minus 18 °C. Końcowy zakres temperatury zamrożenia jest związany z założeniami technologicznymi i decyduje o okresie przechowywania produktów (Tab. 1). Maksymalny czas przechowywania produktów mięsnych w stanie zamrożenia jest ograniczony przede wszystkim niekorzystnymi zmianami mikrobiologicznymi oraz zachodzącymi w tłuszczu procesami oksydacyjnego i hydrolitycznego rozpadu lipidów. W czasie długotrwałego przechowywania zamrażalniczego w mięsie lub jego przetworach następują również w niewielkim stopniu procesy denaturacji białek oraz przemiany enzymatyczne.

Mrożenie jest dobrym sposobem pozwalającym na ograniczenie skażenia mikrobiologicznego produktów mięsnych. Z licznych badań wynika, że zamrażanie do temperatury poniżej -18 °C hamuje rozwój mikroorganizmów. Pod względem mikrobiologicznym mięso zamrożone jest bardziej bezpieczne w porównaniu do mięsa świeżego. Nie mniej ryzyko skażenia mikrobiologicznego nawet w produktach mrożonych w bardzo niskich temperaturach nadal występuje. Szczególnie wysokie ryzyko skażenia mikrobiologicznego obserwuje się w przypadku mięsa drobiowego [9, 11].

Zamrażalnictwo uznawane jest za najważniejszą metodę zagospodarowania nadwyżek surowca i tworzenia rezerw rynkowych produktów spożywczych [1]. Ta metoda dzięki zachowaniu łańcucha chłodniczego umożliwia realizację funkcji logistycznych w obszarze organizacji dostaw, transportu, dystrybucji i zaopatrzenia gospodarstw domowych w szeroka grupę różnorodnych artykułów spożywczych w tym mięsa.

Tab. 1. Czas przechowywania mięsa mrożonego w zależności od temperatury składowania wg. PN-83/A-07005 (w miesiącach)

Rodzaj mięsa	Temperatura składowania °C	
	od -18 do -22	od -22 do -30
tusze wieprzowe	10	12
wieprzowe elementy zasadnicze	12	14
tuszki drobiowe	3	5
elementy drobiowe	4	7

Mięso należy do grupy produktów spożywczych szybko psujących się, stąd wymaga utrwalenia lub przetworzenia. Głównym celem utrwalenia mięsa jest zahamowanie procesów biochemicznych o charakterze endogennym, wstrzymanie zmian chemicznych i fizycznych oraz niedopuszczenie do skażenia mikrobiologicznego.

Efektom zmian zachodzącym w surowcu mięsny w czasie przechowywania zamrażalniczego jest pogorszenie jego przydatności przetwórczej, a zwłaszcza parametrów kulinarnych. Główną przyczyną obniżenia parametrów jakościowych mrożonego mięsa są zmiany o charakterze fizycznym, z których główne znaczenie ma przemiana fazowa wody zawartej w produktach w lód. Negatywnym skutkiem przemiany fazowej wody zawartej w mięsie w lód podczas zamrażania jest naruszenie struktury tkankowej na skutek wzrostu objętości powstałego lodu. W ich efekcie następuje mechaniczne uszkodzenie błony komórkowej oraz utrata charakterystycznych dla niej właściwości w postaci półprzepuszczalności. Naruszenie integralności błon komórkowych osłabia zdolność utrzymania wody i jej wyciek po rozmrożeniu który stanowi istotny wskaźnik przebiegu procesu zamrażalniczego [4].

Następstwem przechowywania mięsa w ujemnych temperaturach są ubytki jego masy na skutek ususzkki, która dodatkowo obniża jego cechy jakościowe na skutek zmian powierzchniowych przyspieszających procesy denaturacji białek oraz zmian barwy. Z danych źródłowych wynika, że ubytki w czasie przechowywania zamrażalniczego mogą wynosić od 1-5% masy produktów. Chwastowska i Kondratowicz [3] wykazali, że w zależności od czasu przechowywania i sposobu rozmrażania mięsa wieprzowego ubytki zawierały się w przedziale od 3,74 do 6,98%. Według [1] wielkość ususzkki zależy od metody mrożenia. Wykazano, że mięso mrożone w powietrzu charakteryzowało się niższym zakresem ususzkki w porównaniu do mięsa mrożonego w ciekłym azocie. Według autorów [1, 8] skuteczną

ochroną przed zjawiskiem ususzki jest izolowanie produktu od otoczenia przez stosowanie opakowań najlepiej próżniowych oraz przechowywanie produktów w stałej i możliwie niskiej temperaturze.

Skrajnym przypadkiem zmian fizycznych powodujących bardzo wysokie straty masy w mrożonym mięsie jest oparzelina mrozowa, stanowiąca szczególną formę silnego odwodnienia części powierzchniowych produktu. Pod wpływem mrożenia pogorszeniu ulegają także właściwości funkcjonalne mięsa zwłaszcza rozpuszczalność białek, wodochłonność, zdolność emulgowania tłuszczu oraz stabilność termiczna tworzonych emulsji.

Celem badań było określenie zmian wybranych parametrów fizyko-chemicznych zachodzących w mięsie drobiowym i wieprzowym w czasie trzymiesięcznego okresu przechowywania zamrażalniczego.

1. MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiło mięso drobiowe i wieprzowe. Do badań pobrano próbki mięśnia najdłuższego grzbietu oraz drobiowych mięśni piersiowych. Łącznie mrożeniu poddano 20 prób mięsa wieprzowego i 20 prób mięsa drobiowego. Przed zamrożeniem próby zapakowano w woreczki foliowe, a następnie poddano zamrożeniu metodą konwekcyjną i przechowywano w temperaturze $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Próby utrzymywano przez okres trzech miesięcy.

Dla określenia zachodzących zmian w badanym okresie przechowywania zamrażalniczego w cyklu comiesięcznym dokonywano oceny wybranych parametrów jakościowych. Przed oznaczeniami próby rozmrażano metodą tradycyjną w warunkach naturalnych powietrza atmosferycznego. Badania obejmowały oznaczenie następujących parametrów:

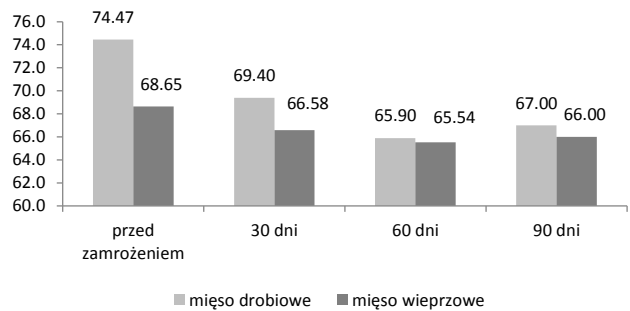
- zawartości wody, oznaczenie przeprowadzono metodą suszarkową zgodnie z normą PN-ISO 1442,
- odczyn mięsa na podstawie wartości pH, wykonanych pehame-trem Matthäus pH-STAR,
- jasność barwy ma podstawie procentowego odbicia światła od powierzchni mięsa aparatem Matthäus OPTO-STAR.
- przewodności elektrycznej aparatem Matthäus LF-STAR,
- wodochłonności przy zastosowaniu metody bibułowej według Grau i Hamma.

Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej. Wyniki przedstawiono na wykresach przy wykorzystaniu średniej arytmetycznej. Wyniki i opracowanie graficzne przeprowadzono z wykorzystaniem programu Statistica.

2. WYNIKI I Dyskusja

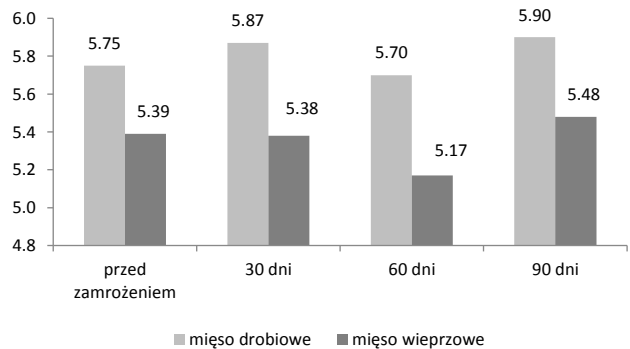
Według Pisuli i in. [10] współcześnie najczęściej stosowanymi metodami identyfikacji zmian i wad jakościowych mięsa wykorzystywanymi w warunkach praktyki przemysłowej są pomiary wartości pH, przewodności elektrycznej (PE), barwy w tym szczególnie jej jasności oraz wodochłonności. W przeprowadzonych badaniach oznaczono zmiany powyższych parametrów jakie nastąpiły w czasie trzymiesięcznego okresu przechowywania.

W przeprowadzonych badaniach określono zawartości wody obu gatunków mięsa w okresie przechowywania zamrażalniczego. Początkowa zawartość wody w mięsie drobiowym wyniosła 74,47%. W dwóch kolejnych miesiącach przechowywania odnotowano obniżenie zawartości wody w tym gatunku mięsa do poziomu 65,90% (Rys. 1). Podobne zmiany zawartości wody obserwowano w przypadku wieprzowiny, przy czym nie zachodziły one z tak dużą intensywnością. Stwierdzono bowiem, że w czasie pierwszych dwóch miesięcy przechowywania zawartość wody w tym gatunku mięsa obniżyła się o 3,11%. Podczas gdy w mięsie drobiowym ubytek ten wyniósł 8,57% (Rys. 1).



Rys. 1. Zmiany zawartości wody w czasie przechowywania zamrażalniczego mięsa drobiowego i wieprzowego

Zadaniem wielu autorów [2, 4, 6, 8] ubytek wody w czasie przechowywania zamrażalniczego mięsa jest zjawiskiem naturalnym. W miarę przedłużania czasu zamrożenia rejestruje się zwiększenie udziału suchej masy, a co za tym idzie, zmniejszenie zawartości wody. Warto zauważyć, że po trzecim miesiącu przechowywania odnotowano nieznaczny wzrost zawartości wody w obu danych gatunkach mięsa, co jak można przypuszczać było wynikiem zachodzącego zjawiska sublimacji [8].

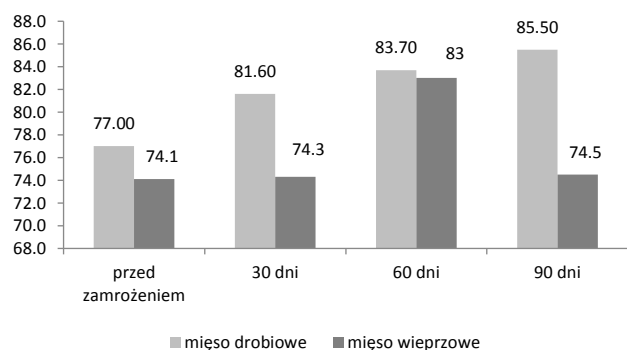


Rys. 2. Zmiany pH w czasie przechowywania zamrażalniczego mięsa drobiowego i wieprzowego

Z badań przeprowadzonych przez Chwastowską i Kondratowicz [3] wynika, że w czasie trzymiesięcznego przechowywania mięsa wieprzowego kwasowość utrzymywała się na stałym i niskim poziomie wynoszącym około 5,6 pH. W badaniach tych nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic między średnimi wartościami tego parametru w zależności od zastosowanej metody rozmrażania (mikrofalowe, powietrzne). Podobnie w innych badaniach [4] nie wykazano istotnego wpływu mrożenia i przechowywania zamrażalniczego na zmiany wartości pH mięsa wołowego. Według autorów świadczy to o dobrej wyjściowej jakości surowca i właściwych warunkach jego przechowywania zamrażalniczego.

W badaniach własnych wykazano, że przed zamrożeniem średnia wartość pH mięsa drobiowego wynosiła 5,75 pH. Po 30 i 90 dniach przechowywania odnotowano wzrost wartości tego parametru do około 5,9 pH (Rys. 2). Należy uznać, że zakres zmian pH w czasie analizowanego okresu przechowywania mieścił się w przyjętych granicach wskazujących na wysoką jakość technologiczną surowca [10]. Z kolei w przypadku mięsa wieprzowego obserwowano znacznie niższe wartości pH. Przed zamrożeniem odnotowano wartość wynosząca 5,39 pH i niemal identyczną 5,38 pH po 30 dniach zamrożenia. Najniższy wskaźnik zakwaszenia 5,17 pH mięsa wieprzowego odnotowano po 60 dniach mrożenia. Stwierdzone wartości pH dla tego gatunku mogą wskazywać, że badany surowiec charakteryzował się obniżoną jakością wskazującą na objawy mięsa PSE [10]. Według

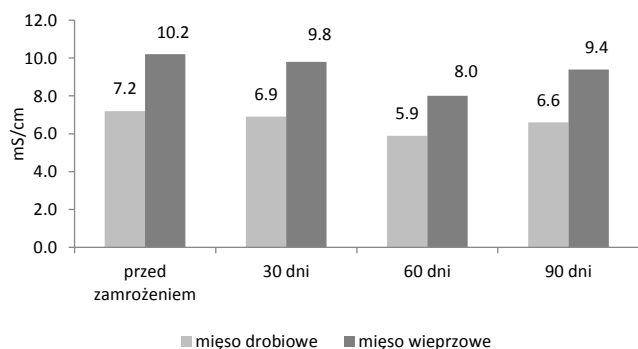
Kondratowicza i Łańczkowskiej [7] mięso PSE nie powinno być przeznaczane do zamrażania, ponieważ charakteryzuje się bardzo wysokimi ubytkami masy na skutek wycieku zamrażalniczego.



Rys. 3. Zmiany jasności barwy mięsa w czasie przechowywania zamrażalniczego mięsa drobiowego i wieprzowego

Ważnym kryterium technologicznej jakości mięsa jest jego barwa. Na barwę mięsa wpływają dwa podstawowe czynniki: jego kwasowość oraz zawartość tłuszczu śródmięśniowego. Chwastowska i Kondratowicz [2], którzy analizowali zmiany jasności barwy mięsa w funkcji czasu zamrażalniczego przechowywania zaobserwowali istotne wyjaśnienie barwy mięsa wraz wydłużaniem czasu przechowywania. Otrzymane przez tych autorów wyniki pomiarów barwy po trzymiesięcznym okresie przechowywania wykazały, że po tym okresie może zaistnieć zjawisko oparzeliny zamrażalniczej, które przyczynia się do istotnego rozjaśnienia powierzchni mięsa.

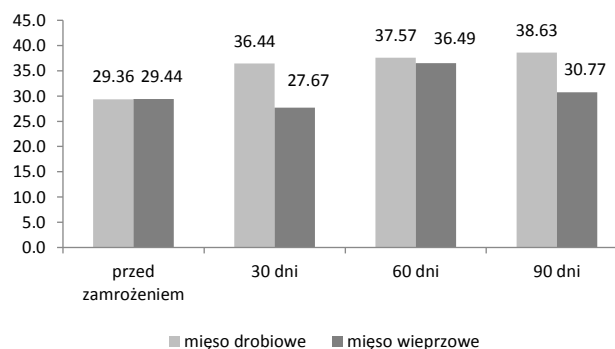
W badaniach własnych jasność barwy znacząco wzrosła w przypadku mięsa drobiowego z poziomu 77,00% do 85,50%. Nie stwierdzono istotnych zmian jasności barwy mięsa wieprzowego, poza pomiarem po 60 dniach przechowywania (Rys. 3).



Rys. 4. Przewodność elektryczna w czasie przechowywania zamrażalniczego mięsa drobiowego i wieprzowego

W badaniach własnych zaobserwowano znaczące różnice w wartości parametru przewodności elektrycznej dla badanych gatunków mięsa. Początkowa wartość przewodności elektrycznej mięsa drobiowego przed zamrożeniem wynosiła 7,2 mS/cm. W kolejnych miesiącach przechowywania odnotowano obniżenie tego parametru do wartości 6,6 mS/cm, przy czym najniższą wartość odnotowano w 60 dniu składowania zamrażalniczego. Przewodność elektryczna mięsa wieprzowego na początku badań wynosiła 10,2 i podobnie jak w przypadku mięsa drobiowego obniżała się podczas zamrażania. We wcześniejszych badaniach Domaradzkiego i in. [4] odnotowano wzrost wskaźnika EC w mięsie po jego zmrożeniu.

Stwierdzono również, że EC mięsa drobiowego była znacząco niższa od przewodności mięsa wieprzowego. Różnica ta utrzymywała się w całym okresie przechowywania (Rys. 4). Według Domaradzkiego i in. [4] niską wartością EC, charakteryzuje się mięso o nienaruszonych błonach komórkowych. Wraz ze wzrostem zawartości wody wewnątrz mięśni i przemieszczania się płynów w przestrzeni międzykomórkowej wartość przewodności elektrycznej wzrasta, co jest związane z osłabieniem błon strukturalnych.



Rys. 5. Wodochłonność mięsa w czasie przechowywania zamrażalniczego mięsa drobiowego i wieprzowego

Istotnym wskaźnikiem przemian i oceny procesu zamrażania mięsa i jego przetworów są zmiany wodochłonności. Jak powszechnie wiadomo negatywnym skutkiem utrwalań żywności poprzez jej mrożenie jest naruszenie integralności strukturalnej produktów oraz utrata naturalnych właściwości błon komórkowych. Następstwem tych zmian jest wyciek zamrażalniczy, czyli powstanie wymiernych strat ilościowych w masie produktu oraz jakościowych związanych z utratą części wartościowych składników odżywczych rozpuszczalnych w wodzie. Wielkość wycieku z tkanki mięśniowej podczas rozmrożenia może być jedną z miar stopnia uszkodzenia struktury histologicznej tkanki mięśniowej w procesie zamrażania, a więc może stanowić pośrednią ocenę różnych metod mrożenia. Na skutek procesu zamrażania następuje ograniczenie wskaźnika wodochłonności mięsa. Według Chwastowskiej i Kondratowicza [3], istnieją zależności między zmianą wodochłonności mięsa, a wielkością ubytków masy w procesie technologii zamrażalniczej. Większe straty masy wody w czasie przechowywania ograniczają ilość wycieku, co pozornie może wskazywać na lepszą wodochłonność dłużej przechowywanego mięsa. Z badań własnych wynika, że wodochłonność obu gatunków mięsa przed zamrażaniem była niemal identyczna i wynosiła ok. 29% (Rys. 5). Przechowywanie zamrażalnicze wpłynęło na wyraźny wzrost wskaźnika wodochłonności mięsa drobiowego. W 30 dniu przechowywania zamrażalniczego wskaźnik wodochłonności wyrażony wielkością wycieku wymuszonego wnosił 36,44%. W kolejnych miesiącach wzrastał do 37,57% (60 dni) i 38,63% (90 dni). Znacząco niższe wartości wycieku wymuszonego w czasie przechowywania zamrażalniczego odnotowano dla mięsa wieprzowego. Warto zauważyć, że po 30 dniach przechowywania tego gatunku mięsa wodochłonność była niższa niż przed zamrożeniem (Rys. 5). Nie mniej należy uznać, że uzyskane wskaźniki wodochłonności zarówno dla mięsa drobiowego jak i wieprzowego były wysokie, co może wskazywać na znaczące osłabienie zdolności utrzymania wody w tych produktach na skutek zamrożenia.

PODSUMOWANIE

W artykule przedstawiono wyniki badań dotyczących wpływu warunków przechowywania zamrażalniczego na wybrane parametry

jakościowe mięsa drobiowego i wieprzowego. Stwierdzono, że w czasie analizowanego okresu przechowywania zamrażalniczego w obu badanych gatunkach mięsa zachodziły podobne zmiany badanych parametrów jakościowych jednak z różną intensywnością. W mięsie drobiowym odnotowano zdecydowanie wyższe ubytki wody znacząco wzrosła jego jasność barwy oraz wskaźnik wodochłonności. Natomiast w mięsie wieprzowym wyraźniej zaobserwowano zmiany w wartości pH oraz przewodności elektrycznej.

BIBLIOGRAFIA

1. Berliński Ł., Bonca Z., Wpływ metody zamrażania produktów żywnościowych na ich cechy jakościowe, Technika chłodnicza i klimatyzacyjna 2000, nr 8 i 9.
2. Chwastowska I., Kondratowicz J., Właściwości technologiczne mięsa wieprzowego w zależności od czasu zamrażalniczego przechowywania i metody rozmrażania. Żywność: nauka - technologia – jakość 2005, nr 12.
3. Chwastowska I., Kondratowicz J., Wpływ warunków zamrażalniczego przechowywania i technologii rozmrażania na jakość mięsa. Chłodnictwo 2007, nr 4.
4. Domaradzki P., Skalecki P., Florek M., Wpływ Przechowywania zamrażalniczego na właściwości fizykochemiczne mięsa wołowego pakowanego próżniowo. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość 2011, nr 4.
5. Gruda Z., Postolski J., Zamrażanie żywności, Warszawa-WNT 1999.
6. Kondratowicz J., Daszkiewicz T., Chwastowska I., Podstawowy skład chemiczny i jakość sensoryczna mięsa wieprzowego zamrażanego w różnym czasie po uboju. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość 2005, nr 3.
7. Kondratowicz J., Łączkowska E., Zastosowanie różnorodnych technologii do mrożenia wadliwego mięsa wieprzowego (część 2). Chłodnictwo 2007, nr 8.
8. Panasiewicz M., Utrwalanie mięsa i jego wyrobów poprzez schładzanie i zamrażanie. Gospodarka Mięsna 2015, nr 11.
9. Praca zbiorowa pod red. Grabowskiego T., Kijowskiego J., Mięso i przetwory drobiowe, technologia, higiena, jakość, Warszawa-WNT 2004.
10. Praca zbiorowa pod red. Pisuli A., Pospiech E., Mięso – podstawy nauki i technologii 2011.
11. Selwet, M. Galbas, M. Borkowski, A. Cłapa, T. Porzucek, F. Augustyk-Lipka, M., Wpływ schładzania mięsa drobiowego na występowanie *Campylobacter coli*. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego 2016, nr 1.

The influence of frozen storage conditions on selected quality parameters of poultry and pork

The paper presents results of studies concerning the influence of frozen storage conditions on selected quality parameters of poultry and pork. The following physico-chemical parameters were analysed: water content, pH value, lightness of colour, electrical conductivity and water absorption. It was observed that during the analysed period of frozen storage similar changes of the examined quality parameters occurred in both types of meat, yet with a different intensity. In poultry, higher losses of water were observed, as well as a significant increase in light-ness of colour and in the index of water absorption. In pork, changes in pH value and electrical conductivity were the most visible.

Autorzy:

dr hab. inż. **Krzysztof Tereszkiwicz** – Politechnika Rzeszowska, Wydział Zarządzania, Zakład Informatyki w Zarządzaniu, al. Powstańców Warszawy 8, 35-959 Rzeszów, e-mail: ktereszk@prz.edu.pl.

dr inż. **Piotr Molenda**, Uniwersytet Rzeszów, Wydział Biologiczno-Rolniczy, 35-601-Rzeszów, ul. Zelwerowicza 4.

dr inż. **Karolina Choroszy** – Politechnika Rzeszowska, inż. **Magdalena Pigoń** – studentka Politechnika Rzeszowska

JEL: L66 DOI: 10.24136/atest.2018.241

Data zgłoszenia: 2018.05.28 Data akceptacji: 2018.06.15