

Jarosław DIAKUN, Aldona BAĆ, Danuta TERESZCZYN  
Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego  
Politechnika Koszalińska

## Wpływ pakowania w próżni oraz w atmosferze azotu i dwutlenku węgla na trwałość sałatki warzywnej

### Streszczenie

Przeprowadzono badania trwałości sałatki warzywnej. Materiałem była sałatka o tradycyjnym składzie z majonezem, ale bez soli i dodatków smakowych. Przeprowadzono badanie trwałości sałatki przetrzymywanej w warunkach otoczenia i w warunkach chłodniczych. Badano wpływ oddziaływania próżni oraz atmosfery azotu i dwutlenku węgla. Oceniano jakość produktu sensorycznie oraz wykonano pomiary kwasowości czynnej i liczby kwasowej. Stwierdzono niewielki wpływ pakowania w warunkach próżni oraz istotny wpływ dwutlenku węgla na przedłużenie trwałości sałatki.

**Słowa kluczowe:** sałatka warzywna, pakowanie, pakowanie próżniowe, MAP

## Effect of vacuum, nitrogen and carbon dioxide atmosphere packaging on the stability of vegetable salad

### Summary

The research of vegetable salad stability was conducted. The research material was a traditional salad with mayonnaise but without salt and flavor additives. The research of stability was conducted for the salad stored in the environmental and cooling conditions. An effect of vacuum, nitrogen and carbon dioxide atmosphere were investigated. Product quality was evaluated by sensory method. Measurements of active acidity and sensory quality evaluation were also conducted. A slight effect of vacuum packaging and the significant impact of carbon dioxide for the salads life extend were found.

**Key words:** vegetable salad, packaging, vacuum packaging, MAP

### Wprowadzenie

Sałatki warzywne są obecnie powszechnym, chętnie kupowanym i spożywanym produktem żywności wygodnej. Ich atrakcyjność wynika z dostępności w postaci porcji do jednorazowego spożycia, jako produkty świeże, w wielu różnych smakach. Sałatki są popularnym produktem w barach i restauracjach, gdzie podawane są w dniu ich przyrządzenia. Problemem dystrybucyjno – handlowym jest krótki okres przydatności do spożycia. Jednocześnie, uwarunkowania dystrybucji i handlu wymagają produktów o przynajmniej kilku tygodniach trwałości (Czapski i in. 1999; Biller 2005). Współczesne techniki pakowania, wykorzystujące między innymi atmosferę modyfikowaną w opakowaniu, umożliwiają przedłużenie trwałości produktów, które naturalnie mają krótki okres trwałości, przykładowo jarzyny, owoce i pieczarki (Czerniawski, Sarzyński 1996; Czapski, Kidoń 2009; Radziejowska–Kubzdela, Biegańska–Marecik 2009; Rydzkowski, Michalska–Pożoga 2013).

Podstawowymi składnikami sałatek warzywnych są gotowane ziemniaki, warzywa oraz majonez. Gotowane warzywa są bardzo podatne na zmiany chemiczne i stanowią bardzo dobrą pożywkę dla bakterii, drożdży i pleśni. Majonez jest składnikiem podatnym na procesy utleniania i rozkład tłuszczów, razem określanym, jako proces jęlczenia. Procesy chemiczne i mikrobiologiczne powodują degradację jakości i ograniczenie przydatności do spożycia. Najpowszechniejszą metodą wydłużenia trwałości sałatek warzywnych jest wprowadzanie do składu konserwantów chemicznych. Najpopularniejszymi takimi dodatkami są sorbinian potasu (E

202), benzoian sodu (E 211) (Czapski i in. 1999; Zalewski 1997; Zina 2008).

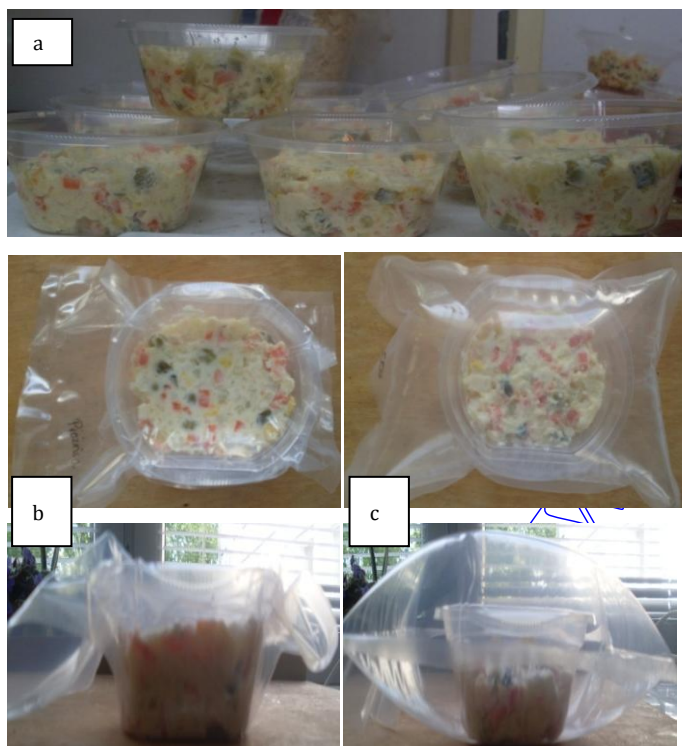
Współczesne metody i techniki dystrybucji wykorzystują zabezpieczenie produktu przed oddziaływaniem otoczenia i przedłużenie trwałości przez zastosowanie opakowania. Do dyspozycji jest duża ilość materiałów opakowaniowych i opakowań w postaci folii, kubków, pojemników. Atrakcyjne i o dobrych właściwościach opakowaniowych są zwłaszcza materiały na bazie tworzyw polimerowych, zapewniających barierowość i możliwość formowania różnych kształtów. Stosowanie atmosfery modyfikowanej biernie lub aktywnie oddziałuje na trwałość produktów. Podstawowymi składnikami atmosfery modyfikowanej są azot jako gaz obojętny chemicznie oraz dwutlenek węgla jako gaz częściowo obojętny, w kontakcie z wodą powodujący lekkie zakwaszenie kwasem węglowym oraz mający działanie bakteriostatyczne (Cichoń 1996; Cichoń 1996; Czerniewski, Michniewicz 1998; Lisińska–Kuśnierz, Ucherek 2003; Zina 2008; Czapski, Kidoń 2009).

### Cel badań

Celem badań było określenie oddziaływania próżni oraz azotu i dwutlenku węgla na zmiany warunkujące okres przydatności do spożycia sałatki warzywnej. Badano niezależny wpływ próżni oraz azotu i dwutlenku węgla, jako podstawowych składników stosowanych do tworzenia modyfikowanej atmosfery pakowania produktów spożywczych. Oceniono na ile technika pakowania łatwo psującego się produktu, może wydłużyć termin przydatności do spożycia, bez stosowania konserwantów chemicznych.

## Materiał badawczy i program badań

Badaniom poddano sałatkę warzywną, o tradycyjnym podstawowym składzie, przygotowaną specjalnie dla przeprowadzenia badań. Skład sałatki stanowiły: gotowane i pokrojone w kostkę warzywa (ziemniaki – 4000 g, marchew – 2000 g, pietruszka 1000 g, seler korzeniowy 1000 g); ogórek kiszony – 1000 g; składniki konserwowane z puszki metalowej (groszek – 250 g, kukurydza 250 g); majonez – 1100 g. Nie stosowano soli i przypraw, aby wyeliminować ich wpływ na trwałość oraz aby móc wyraźniej obserwować oddziaływanie warunków pakowania. Po wymieszaniu składników, porcje 150 g sałatki pakowano w przezroczyste, otwarte pojemniki z polipropylenu, następnie umieszczano je w woreczkach z wielowarstwowej folii poliamidowo – polietylenowej. Ze względu na sposób ochrony przygotowano cztery grupy opakowań: pojemniki w otwartych woreczkach, pojemniki w woreczkach zgrzewanych po wytworzeniu próżni 95%, pojemniki w woreczkach zgrzewanych po wytworzeniu próżni i następnie wprowadzeniu do opakowania dwutlenku węgla lub azotu. Fotografie próbek przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Widok próbek sałatek: a - w pojemnikach, b - pojemnik w woreczku z próżnią, c - w torebce wypełnionej CO<sub>2</sub> lub azotem

Fig. 1. Salad samples view: a - in container, b - container in vacuum bag, c - bag with carbon dioxide or nitrogen

Sałatkę oceniano sensorycznie i przeprowadzono badania fizykochemiczne, charakterystyczne ze względu na zmiany składników sałatki. W ramach oceny sensorycznej wzorowano się na normie PN-A-82016:1998. Poszukiwano wyróżników utraty świeżości i przydatności do spożycia. Produkt dyskwalifikowało: zmiany zabarwienia, jełki i kwaśny zapach, pojawienie się zapleśnień, kleista konsystencja. Nie oceniano smaku. Zakres badań fizykochemicznych obejmował pomiary pH oraz oznaczenie degradacji tłuszczu metodą oznaczenia liczby tłuszczowej (kwasowości miareczkowej KOH, frakcji tłuszczowej ekstrahowanej mieszaniną alkoholu etylowego i eteru etylowego zobojętnianego

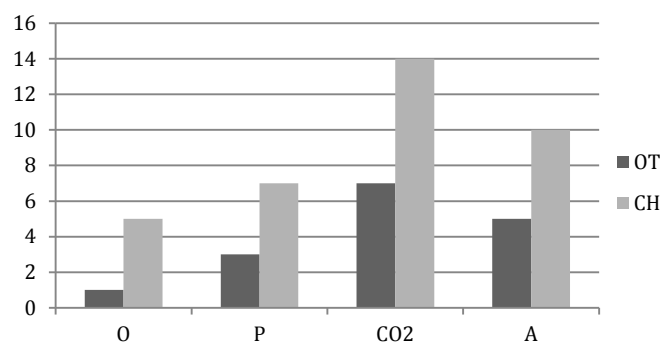
wodorotlenkiem potasu (KOH) (Klepacka 1998). Oznaczenia wykonywano w trzech powtórzeniach.

Sałatkę przetrzymywano w warunkach otoczenia (ok. 20°C) oraz przechowywano w warunkach chłodniczych (6°C). Obserwację i ocenę sensoryczną przeprowadzono po: 1., 3., 5., 7., 10., 14., 17., 21. dniach. Badania fizykochemiczne wykonano w dniu przygotowania i po 3., 7., 10., 14., 21. dniach.

## Wyniki i ich omówienie

Dla sałatki świeżej pomierzono zawartość wody na wago suszarce oraz zawartość tłuszczu metodą Soxhleta. Udział wody mieścił się w zakresie 76,6 – 79,2% a zawartość tłuszczu wynosiła 9,1 – 9,5%.

Przy wypełnieniu opakowania azotem przez cały czas utrzymywał się pierwotny poduszkowaty (napompowany) kształt torebki a w końcowym czasie obserwowano zwiększenie ciśnienia, co może świadczyć o procesach fermentacyjnych. W przypadku wytworzenia próżni, w trakcie przechowywania zmniejszało się obkurczanie a nawet obserwowano lekkie wypełnianie torebki. Dla atmosfery CO<sub>2</sub>, pierwotny, po zapakowaniu, poduszkowaty kształt, już w pierwszych dniach lekko obkurczył się, co świadczy o wiązaniu dwutlenku węgla w strukturze sałatki.



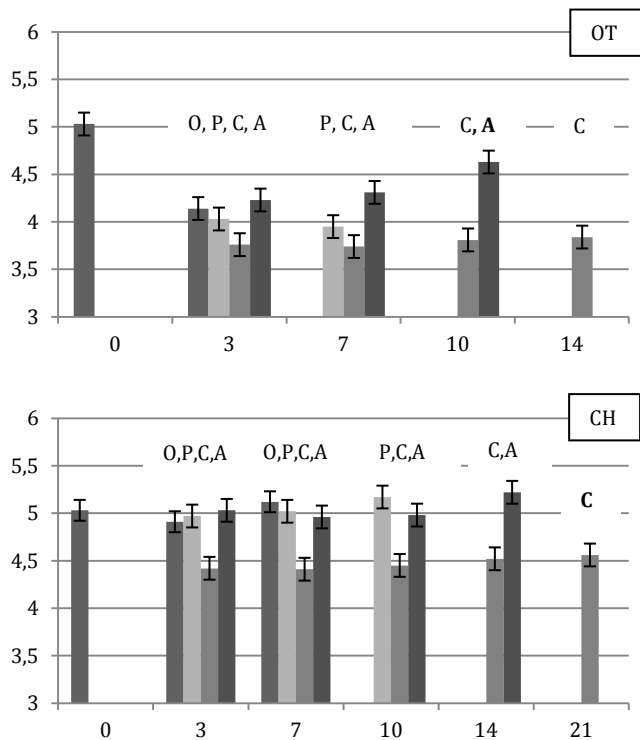
Rys. 2. Trwałość sałatki warzywniej, określona w dniach, ocenianej sensorycznie: OT - warunki otoczenia, CH - warunki chłodnicze, dla torebek: O - otwartej, P - z próżnią, CO<sub>2</sub> - wypełnionej dwutlenkiem węgla, A - wypełnionej azotem

Fig. 2. Vegetable salad stability in days, evaluated by sensory method: OT - environmental conditions, CH - cooling conditions for bags, O - open, P - in vacuum conditions, CO<sub>2</sub> - in carbon dioxide atmosphere, A - in nitrogen

Określone sensorycznie terminy trwałości – przydatności do spożycia zestawiono na rysunku 2. Podano terminy, po których nie wystąpiły jeszcze oznaki utraty przydatności do spożycia, a w następnym badanym terminie wystąpiły już takie oznaki. Pierwszymi objawami utraty świeżości była zmiana barwy. Z czasem pojawiały się kwaśny oraz jełki zapach, co zaobserwowano w sałatce, w atmosferze otoczenia i otwartym opakowaniu w trzecim dniu. Trwałość dla tych warunków oceniono na jeden dzień. Zmiany zabarwienia i rozwodnienie struktury wystąpiły w opakowaniu próżniowym, w otoczeniu po pięciu dniach – uznano trzy dni trwałości. Po siedmiu dniach (5 dni trwałości) dla opakowania otwartego, w warunkach chłodniczych oprócz zmiany barwy pojawiły się również zapleśnienia, natomiast po tym czasie w opakowaniu z azotem i w warunkach otoczenia zauważono zmianę konsystencji na niejednorodną, kleistą. Trwałość oceniona na 7 dni uzyskały sałatki pako-

wane w próżni i przechowywane w warunkach chłodniczych oraz w atmosferze CO<sub>2</sub> przetrzymywane w temperaturze otoczenia. W warunkach próżni pojawiły się zapleśnienia. Symptodem utraty jakości w atmosferze CO<sub>2</sub> były kwaskowaty zapach i widoczny podciek wody. Najdłuższą trwałość 14 dni osiągnęła sałatka pakowana w atmosferze CO<sub>2</sub> i przechowywana w warunkach chłodniczych. Najmniejsze zmiany zabarwienia występowały dla sałatki w atmosferze CO<sub>2</sub> i azotu.

Pomiary kwasowości (pH) oraz liczby tłuszczowej prowadzono w terminach do pojawienia się wyraźnych oznak sensorycznych dyskwalifikacji sałatki.

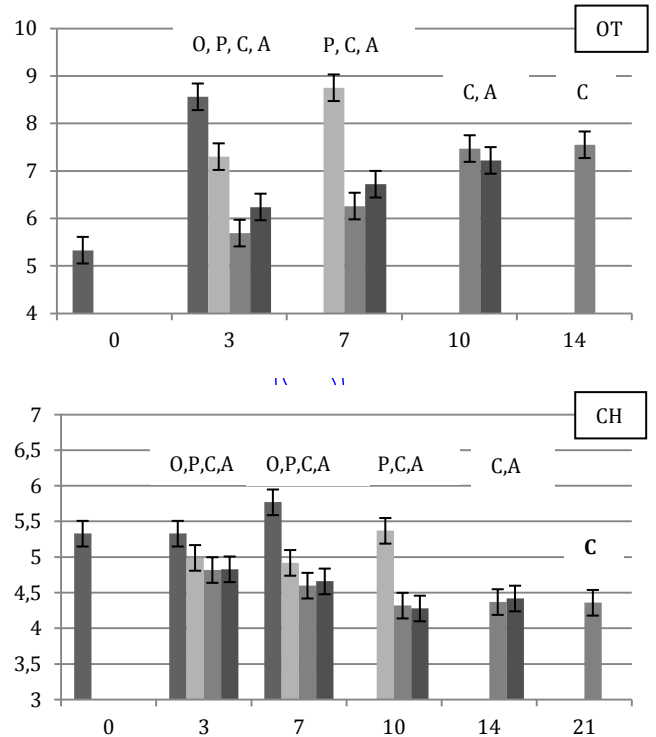


Rys. 3. Kwasowość czynna (pH) sałatki warzywnej przechowywanej w warunkach: otoczenia (OT) i chłodniczych (CH), w trakcie przechowywania w poszczególnych dniach, dla torebek: O – otwartej, P – z próżnią, C – wypełnionej dwutlenkiem węgla, A – wypełnionej azotem

Fig. 3. Active acidity (pH) of vegetable salad stored in environmental (OT) and cooling (CH) conditions in days for bags: O – open, P – with vacuum, C – with carbon dioxide, A – with nitrogen

Zmiany wartości pH w trakcie przechowywania przedstawiono na wykresach (rys. 3). Świeża sałatka charakteryzowała się wartością 5,03 pH. Stosunkowo wysoka wartość pH wynikała z małej ilości składników kwasowych i nie wprowadzeniu dodatków zakwaszających. Przechowywanie w warunkach otoczenia zasadniczo obniżyło pH w pierwszych dniach, co świadczy o zainicjowaniu naturalnego zakwaszania bakteriynego. Najniżej (pH = 4,42) osiągnęła kwasowość w opakowaniu z dwutlenkiem węgla. Wystąpiło tu zakwaszenie przez wiązanie dwutlenku węgla, co spowodowało zaobserwowane częściowe obkurczenie torebki foliowej. Procesy zakwaszania początkowo nie są degradacyjne, a nawet są korzystne, jeżeli mają charakter fermentacji mlekowej. W trakcie przechowywania obserwuje się wzrost kwasowości przechodzący w stan degradacji, przy tym wzrost kwasowości może być skutkiem procesów pleśniowych, w efekcie czego następuje wyczu-

wanie kwaśno – jełkiego zapachu. Prawie stały poziom kwasowości sałatki, na poziomie pH 3,7 – 3,9 obserwuje się w opakowaniach z dwutlenkiem węgla.



Rys. 4. Wartości liczby tłuszczowej (mgKOH/g tłuszczu) sałatki warzywnej przechowywanej w warunkach: otoczenia (OT) i chłodniczych (CH), w trakcie przechowywania w poszczególnych dniach, dla torebek: O – otwartej, P – z próżnią, C – wypełnionej dwutlenkiem węgla, A – wypełnionej azotem

Fig. 4. Acid number values (mgKOH/g of fat) of vegetable salad stored in environmental (OT) and cooling (CH) conditions in days for bags: O – open, P – with vacuum, C – with carbon dioxide, A – with nitrogen

Przechowywanie w warunkach chłodniczych nie powoduje zasadniczo obniżenia kwasowości. Oznacza to, że warunki chłodnicze ograniczają rozwój bakterii fermentacji kwasowej. Obniżenie, i utrzymywanie się kwasowości, ale mniejsze niż w warunkach otoczenia (na poziomie pH 4,4 – 4,7), występuje dla atmosfery z CO<sub>2</sub>. Ten składnik atmosfery stwarza korzystne warunki obniżonej kwasowości przeciwdziałającej niekorzystnym procesom biochemicznym. W trakcie przechowywania chłodniczego obserwuje się wzrost pH. Świadczy to o niekorzystnych procesach biotechnologicznych związanych z rozwojem pleśni. Oznaki pleśni wystąpiły po 10 dniach w warunkach próżni oraz po 14 dniach dla atmosfery azotu. Nie zaobserwowano pleśni w opakowaniu z CO<sub>2</sub>.

Warunki próżni w niewielkim stopniu przeciwdziałają procesom biochemicznym, których skutki powodują zmiany kwasowo zasadowe. Atmosfera azotu w większym stopniu stabilizuje te procesy. Natomiast najkorzystniejsze jest oddziaływanie dwutlenku węgla.

Istotnym wskaźnikiem trwałości sałatki z majonezem są przemiany i degradacja tłuszczów, które są jednym z mniej trwałych składników produktów spożywczych. Wyniki oznaczeń liczby tłuszczowej świadczą o degradacji tłuszczów w sałatce przedstawiono na rysunku 4.

Liczba kwasowa świeżej sałatki wynosiła 5,33 mgKOH/g tłuszczu. Przechowywanie w warunkach otoczenia powo-

dowało wzrost wartości tego wskaźnika dla sałatki we wszystkich opakowaniach. Oczywistym jest znaczący wzrost liczby tłuszczowej dla sałatki w opakowaniu otwartym. Nieznacznie ograniczają degradację tłuszczów warunki próżni. W porównywalnym stopniu oddziałuje atmosfera azotu i dwutlenku węgla. Warunki chłodnicze zasadniczo obniżyły wartość liczby tłuszczowej. Niewielki wzrost wystąpił tylko dla przypadków otwartych opakowań oraz dla sałatki w warunkach próżni, ale dopiero w dziesiątym dniu przechowywania. Natomiast dla wszystkich pozostałych warunków pakowania, które ograniczały dostęp zewnętrznej atmosfery, pomierzone wartości liczby kwasowej są mniejsze od oznaczonej dla sałatki świeżej. Obniżenia wartości liczby kwasowej jest wynikiem nieoczekiwanym. Mia nowicie musiały wystąpić procesy wiązania wolnych kwasów tłuszczowych, które występują nawet naturalnie, przez składniki sałatki. Natomiast atmosfera azotu i dwutlenku węgla skutecznie ogranicza utlenianie i rozkład tłuszczów występujących w sałatce.

### Podsumowanie

1. Sałatka jarzynowa jest produktem o krótkiej trwałości i wymaga aktywnych technik umożliwiających przedłużenie okresu przydatności do spożycia tak, aby możliwa była ich dystrybucja i handel
2. Najwcześniejszym objawem niekorzystnych procesów jest zmiana koloru, jako następstwo utleniania zwłaszcza majonezu, w następnych etapach następuje pojawienie się kwaśnego a później jełko – pleśniowego zapachu oraz śluzowatość jako następstwa procesów mikrobiologicznych, w pierw bakteryjnych a dalej pleśniowych.
3. Warunki próżni niewiele zwiększają trwałość sałatki.
4. Atmosfera azotu i dwutlenku węgla znacznie wydłuża trwałość, w tym najkorzystniejsze jest oddziaływanie dwutlenku węgla, który przeciwdziała niekorzystnym procesom mikrobiologicznym lekko i dopuszczalnie zakwaszając produkt.
5. Warunki chłodnicze zdecydowanie wydłużają trwałość sałatki, korzystnie działają w powiązaniu z atmosferą azotu i dwutlenku węgla.
6. W składzie sałatki nie było soli i dodatków smakowych jak pieprz i regulatory kwasowości jak kwas mlekowy, cytrynowy, askorbinowy. Zakres badań nie obejmował mikrobiologii.

7. Celowe jest kontynuowanie badań uwzględniających jednocześnie oddziaływanie konserwujące naturalnych dodatków soli i przypraw oraz badań obecności i rozwoju flory mikrobiologicznej.

### Bibliografia

1. Biller E. 2005. *Technologia żywności wybrane zagadnienia*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
2. Cichoń M. 1996. *Opakowalność w towaroznawstwie, marketingu i ekologii*. Wydawnictwo Ossolineum. Wrocław-Warszawa-Kraków.
3. Cichoń Z. 1996. *Nowoczesne opakowalność żywności*. Wydawnictwo Akademia Ekonomiczna w Krakowie, Kraków.
4. Czapski J., Graja W., Pospiecha E. 1999. *Surowce, technologia i dodatki a jakość żywności*. Wydawnictwo Akademii Rolniczej, Poznań.
5. Czapski J., Kidoń M. 2009. *Zastosowanie gazów w przemyśle spożywczym*. *Przemysł Spożywczy* 4, 12 – 165.
6. Czerniewski B., Michniewicz J. 1998. *Opakowania do żywności*. Wydawnictwo AgroFood Technology. Czeladź 1998
7. Czerniawski B., Sarzyński W. 1996. *System pakowania produktów żywnościowych w atmosferze modyfikowanej (MAP)*. *Opakowanie*, 2, 17 – 20.
8. Klepacka M. 1998. *Analiza żywności*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
9. Lisińska - Kuśnierz M., Ucherek M. 2003. *Postęp techniczny w opakowalności*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Kraków.
10. Polska Norma PN-A-82016:1998 Wyroby garmazeryjne. Sałatki.
11. Radziejowska-Kubzdela E., Biegańska-Marecik R. 2009. *Pakowanie mało przetworzonych owoców i warzyw w atmosferze modyfikowanej*. *Przemysł Spożywczy*, 6.
12. Rydzkowski T., Michalska-Požoga I. 2013. *Wpływ pakowania w atmosferze modyfikowanej na jakość sensoryczną pieczarek przechowywanych w warunkach chłodniczych*. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 1, 69 – 74.
13. Zalewski S. 1997. *Podstawy technologii gastronomicznej*. WNT, Warszawa.
14. Zina M., 2008. *Utrwalanie i przechowywanie żywności*. Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów.

**Jarosław Diakun**

Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego

Politechnika Koszalińska

e-mail: [jaroslaw.diakun@tu.koszalin.pl](mailto:jaroslaw.diakun@tu.koszalin.pl)