

## WPLYW RODZAJU SUROWCA I KSZTAŁTU NOŻY NA PRZYROST TEMPERATURY W CZASIE KUTROWANIA

Marek Szelaǳ

*Katedra Inżynierii i Aparatury Przemysłu Spożywczego, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie*

**Streszczenie.** W artykule przedstawiono zależność pomiędzy kształtem noży i rodzajem rozdrabnianego surowca, a przyrostem temperatury podczas kutrowania mięsa. Prezentowane wyniki są kontynuacją badań autora poszerzoną o kolejny kształt noży rozdrabniających i dodatkowe rodzaje kutrowanego mięsa. Wyniki uzyskiwano stosując kuter laboratoryjny MA-DO Garant MTK 661, wyposażony w trzy komplety noży. W procesie kutrowania stosowano mięso wieprzowe (łopatka) oraz dwa rodzaje mięsa drobiowego (udko i filet), dodatki funkcjonalne i smakowe. Zakres badań obejmował przygotowanie z każdego z rodzajów surowca trzech farszów, stosując kolejno inny kształt noży rozdrabniających. Podczas trwania procesu dokonywano pomiaru temperatury farszu w sposób ciągły co sekundę. Otrzymane wyniki zostały przedstawione jako zmiana temperatury farszu w czasie i porównane w zależności od rozdrabnianego surowca i kształtu noży.

**Słowa kluczowe:** kutrowanie, farsz mięsny, kształt, nóż

### Wprowadzenie

Kutowanie jest podstawowym procesem przetwórstwa mięsa polegającym na rozdrabnianiu, wymieszaniu z przyprawami i substancjami pomocniczymi farszu, który stanowi surowiec do produkcji wysoko rozdrobnionych kielbas. W procesie kutrowania między rozdrabnianym mięsem a elementami roboczymi kutra, czyli nożami i misą, w której znajduje się mięso, podczas cięcia występuje tarcie, które objawia się przede wszystkim wzrostem temperatury rozdrabnianego materiału. Odpowiedni kształt krzywizny noży i kąt ostrza zmniejsza tarcie jednak nie na tyle, aby to całkowicie rozwiązywało problem wzrostu temperatury podczas kutrowania (Szelaǳ, 2011). Praca kutra opiera się na połączeniu dwóch prostopadłych ruchów: poziomego misy i pionowego noży. Ruch noży służy do rozdrabniania, nawadniania i emulgowania surowca, a ruch misy do mieszania i podawania surowca pod noże. Element tnący działa na zasadzie klina. Krzywizna noża sprawia, że proces wbijania klina przebiega płynnie i powoduje cięcie surowca. Charakterystycznym dla procesu cięcia w pracy kutra jest przemieszczanie się surowca w kierunku elementu tnącego, wykonującego ruch obrotowy (Tkacz, 2002). Kutrowanie powinno zapewnić jak

najwyzszy stopień rozdrobnienia tkanki mięśniowej, łącznej i tłuszczowej oraz równomierność wymieszania tłuszczu w fazie rozdrabnianej (Dolata, 1998). Znaczący wpływ na jakość farszów i wędlin ma kształt noży, a dokładniej – krzywizna ich krawędzi tnącej. Poprawa efektywności pracy noży daje obecnie 60 do 70% oszczędności czasu kutrowania przy takiej samej jakości produktu finalnego, oszczędzając energię i zwiększając żywotność noży (Micklisch i in., 2005). Kształty noży to nie wynik przypadku. Są one rezultatem badań nad budową maszyn z udziałem specjalistów z zakresu obróbki surowca z uwzględnieniem procesów zachodzących w farszu, ich wpływu na jakość produktu finalnego. Od lat trwają prace nad poprawą tradycyjnej techniki rozdrabniania „wilk i kuter”. Zawierają się one w znanych trendach zmierzających ku większej wydajności, zastosowaniu nowych zasad działania, zintegrowaniu w odpowiednie zamknięte linie produkcyjne i ciągle integrowanie funkcji dodatkowych (Schnäckel i in., 2004). W szczególności badania te skupiają się na analizie procesów cięcia, poprawie wzrostu efektywności i wytworzeniu noży o dużej trwałości.

Istotne znaczenie na przyrost temperatury farszu w czasie kutrowania oraz jakość modelowych wędlin ma kształt geometryczny krawędzi tnącej noża. Prowadzone do tej pory badania i uzyskane wyniki zarówno w warunkach laboratoryjnych i przemysłowych dowodzą, że istnieje duża różnica zdań i poglądów dotyczących zalecanego dla praktyki kształtu noży (Dolata, 1988, 1992, 1998). Nie tylko sam kształt krawędzi tnącej noża wpływa na uzyskanie lepszej jakości farszów i zmniejszenie zużycia energii. Podjęte nowe badania dotyczące tzw. „kutrowania z zawirowaniem” pokazują zdumiewające możliwości poprawy skuteczności i tworzą całkowicie nową jakość w produkcji drobno rozdrobnionych farszów przeznaczonych na kiełbasy parzone (Dolata, 2003). Noże z otworami, które jednoznacznie we wszystkich typach kutrów dają oszczędność czasu rzędu 20 do 25% przy takim samym zmniejszeniu liczby ich obrotów, stanowią znaczący postęp ku polepszeniu skuteczności kutrowania i zwiększeniu jakości farszu (Haack i in., 2002). Zastosowanie noży z otworami potwierdziło w praktyce swoją przydatność, udowodniło pozytywne działanie w różnorodnych typach kutrów i znalazło uznanie w branży mięsnej (Ehrle i in., 2004).

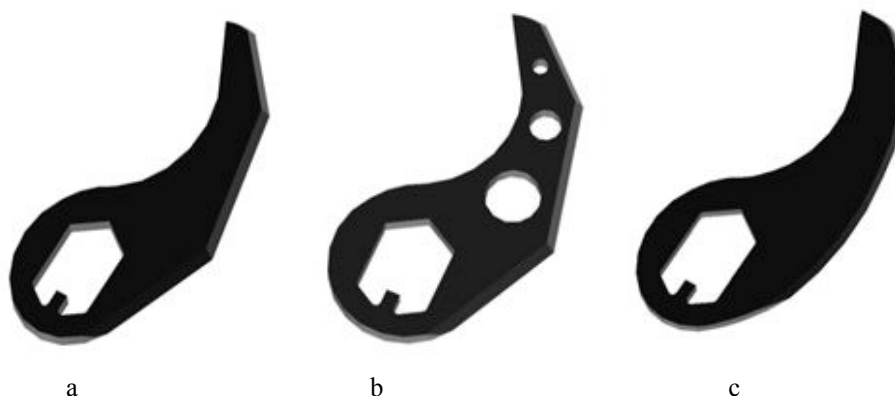
## Cel badań

Za cel badań przyjęto próbę określenia wpływu kształtu krawędzi tnącej noży na zmianę temperatury farszu w czasie kutrowania.

## Material i metodyka badań

Badania przeprowadzono na kutrze laboratoryjnym MADO Garant MTK 661 przedstawionym schematycznie na rysunku 2. Kuter ten w standardowym wyposażeniu posiada wał nożowy, na którym zamontowane są trzy noże. Ich prędkość obrotowa regulowana jest dwustopniowo w zakresie 1400/2800 obr·min<sup>-1</sup>. Również prędkość obrotowa misy regulowana jest dwustopniowo w zakresie 12/24 obr·min<sup>-1</sup>. Maksymalny jednorazowy wsad surowca do rozdrabniania wynosi 13 dm<sup>3</sup>.

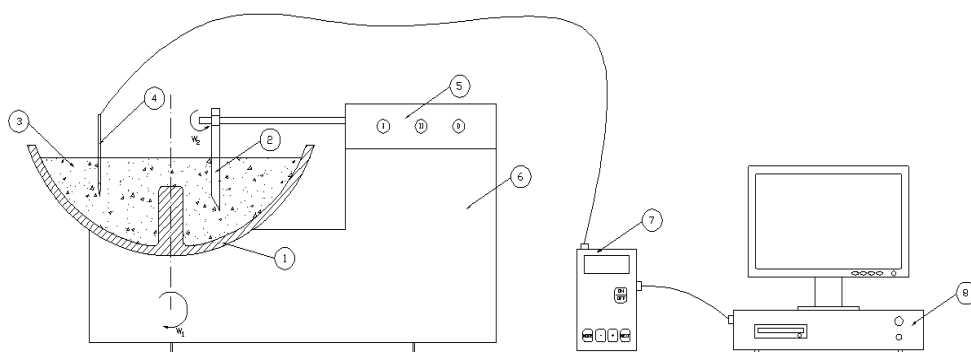
Badane noże wykorzystane w doświadczeniu wykonane były ze stali X39Cr13, jest to stal odporna na korozję, martenzytyczna. Twardość noży w obrębie ostrza oscylowała w granicach 500 HV30. Kąt zaostrenia krawędzi tnącej noży wynosił 20°. Maksymalny promień obrotu najbardziej oddalonego od środka obrotu wierzchołka noża wynosił 0,08 (m). Przedstawione na rysunkach 1b i 1c kształty noży były już przedmiotem badań autora (Zwolak i Szelaąg, 2013), ale w celu poszerzenia ich wyników wprowadzono trzeci kształt przedstawiony na rysunku 1a. Różnica pomiędzy pierwszymi dwoma nożami dotyczy ich powierzchni bocznej, która w pierwszym przypadku jest pełna, a w drugim posiada na swojej powierzchni otwory. Model noża przedstawiony na rysunku 1c prezentuje nóż oryginalny sierpowy, mający ostrze jednoelementowe o linii łukowej, z maksymalnym promieniem obrotu 0,08 m.



Rysunek 1. Badane kształty noży: a) autorski, b) autorski z otworami, c) oryginalny  
 Figure 1. Investigated knives shapes: a) author's shape, b) author's shape with openings, c) original

Układ doświadczalny (rys. 2) składał się z miernika ELMETRON CP-551 wyposażonego w czujnik temperatury PT-100. Miernik podłączony był do komputera poprzez port RS, a wyniki zapisywane w pliku tekstowym programu napisanego w oprogramowaniu Lab VIEW 2011. Interfejs programu umożliwiał zmianę częstotliwości pomiaru temperatury, domyślnie pomiar dokonywany był w sposób ciągły co sekundę. Badania przeprowadzono w trzech powtórzeniach dla każdego rodzaju noży.

Surowiec do produkcji farszów modelowych stanowiły dwa rodzaje mięsa drobiowego (udko i filet) oraz mięso wieprzowe (łopatka). Jednorazowy wkład do kutra stanowiło: mięso (2,5 kg), słonina (1,65 kg), lód (0,8 kg), dodatki funkcjonalne (Vitakut VFe Parówka Burgundzka II –10 g·kg<sup>-1</sup>, mieszanka peklująca –16 g·kg<sup>-1</sup>). Wstępne rozdrobnienie surowca odbywało się w wilku laboratoryjnym przez oczko siatki o średnicy 8 mm. Całkowity czas kutrowania wynosił 540 sekund. Odpowiednio po 90 sekundach kutrowania dodano połowę lodu, następnie po upływie 240 sekund resztę lodu, a po 270 sekundach tłuszcz.

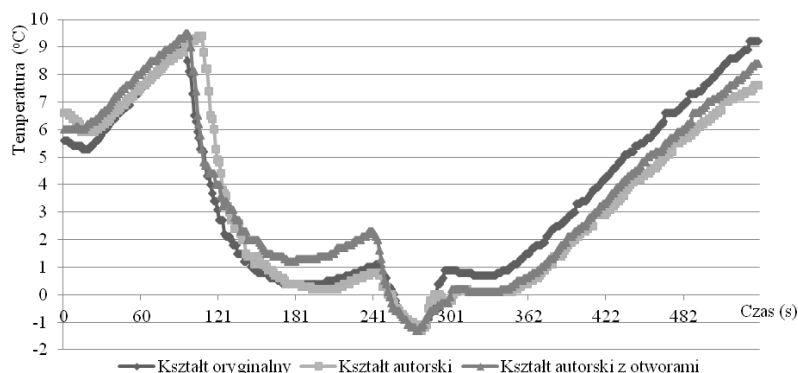


Rysunek 2. Schemat stanowiska badawczego: 1 – misa kutra, 2 – nóż rozdrabniający, 3 – farsz mięsny, 4 – czujnik temperatury, 5 – dwustopniowa regulacja obrotów miski i głowicy nożowej, 6 – korpus kutra wraz z napędem, 7 – miernik ELMETRON CP-551, 8 – komputer z Lab VIEW

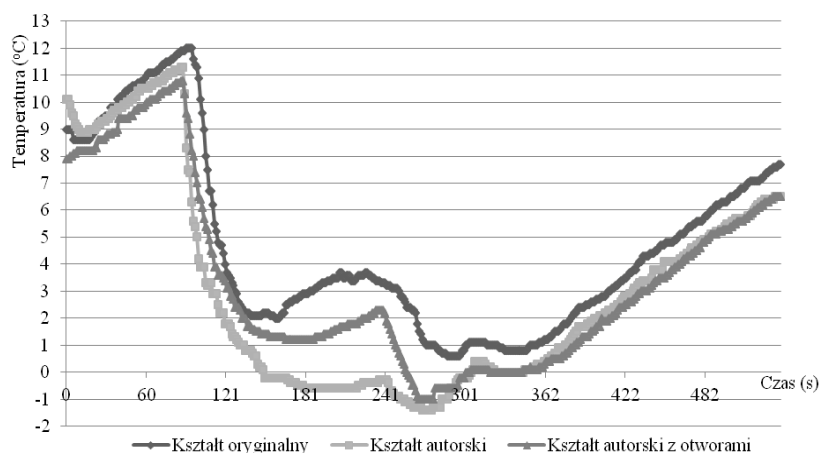
Figure 2. Schematic representation of the research stand: 1 – cutter bowl, 2 – cutting knife, 3 – meat filling 4 – temperature sensor, 5 – two-degree regulation of the bowl rotations and knife head, 6 – cutter body with drive, 7 – ELMETRON CP-551 meter, 8 – computer with Lab VIEW

## Wyniki badań

Zmianę temperatury farszu wieprzowego w czasie kutrowania przedstawiono na rysunku 3. Każda z krzywych odnosi się do innego kształtu noża rozdrabniającego. Początkowo 90 sekund pomiaru to wzrost temperatury od 5,5 do 9,5°C. Dodana w 90 sekundzie połowa lodu wpłynęła na błyskawiczne obniżenie temperatury rozdrabnianego surowca. Najniższą jej wartość odnotowano w 199 sekundzie kutrowania (0,2°C), stosując do rozdrabniania noże o kształcie autorskim, a najwyższą (1,3°C) stosując do rozdrabniania noże o kształcie autorskim z otworami. Kolejne 40 sekund kutrowania to ponowny wzrost temperatury do momentu dodania reszty lodu w 240 sekundzie. Dodany lód wpłynął na dalsze obniżenie temperatury, a jej minimalną wartość uzyskano dla noży autorskich z otworami (-1,3°C) w 274 sekundzie kutrowania. W 270 sekundzie rozdrabniania dodano tłuszcz, co spowodowało gwałtowny wzrost temperatury. Ostatni etap kutrowania przedstawia wyższość kształtów autorskich noży nad oryginalnym. Najniższą temperaturę farszu w ostatnim punkcie pomiarowym (7,5°C) uzyskano, stosując noże o kształcie autorskim, natomiast najwyższą (9,2°C) stosując noże oryginalne. Kolejny wykres (rys. 4) przedstawia zmianę temperatury podczas kutrowania farszu drobiowego (udko). Przebieg zmienności krzywych zbliżony jest do tych uzyskanych podczas rozdrabniania mięsa wieprzowego. Jednakże można zauważyć dwie zasadnicze różnice. Pierwsza z nich dotyczy przedziału od 120 do 240 sekundy kutrowania, w którym zauważyć można dużą rozbieżność wartości temperatur farszów mięsnych w zależności od kształtów noży, którymi były rozdrabniane.



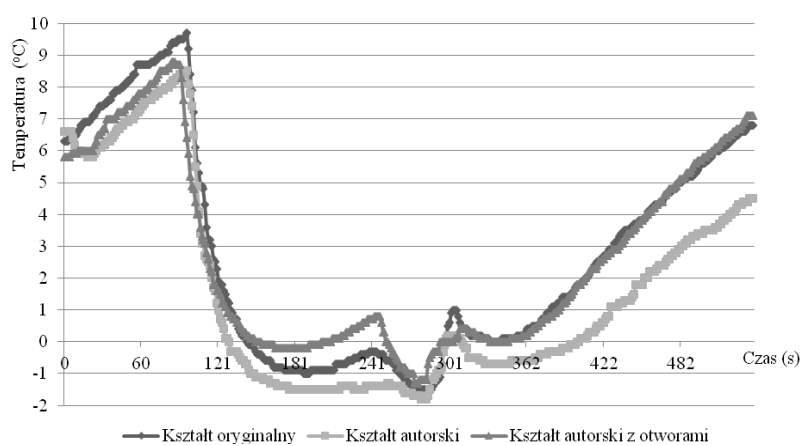
Rysunek 3. Zmiana temperatury farszu z mięsa wieprzowego (łopatka) w zależności od kształtu noży rozdrabniających  
Figure 3. Change of the pig meat (blade bone) filling temperature depending on the shape of cutting knives



Rysunek 4. Zmiana temperatury farszu z mięsa drobiowego (udko) w zależności od kształtu noży rozdrabniających  
Figure 4. Change of the poultry meat (thigh) filling temperature from depending on the shape of cutting knives

Najniższą jej wartość (-1,3°C) w tym przedziale odnotowano dla farszu rozdrabnianego nożami o kształcie autorskim, zaś najwyższą (3,6°C) dla farszu rozdrabnianego nożami oryginalnymi. Druga różnica dotyczy temperatur końcowych farszów uzyskanych z mięsa drobiowego (udko). Ich wartość była średnio niższa o 1,5°C w porównaniu z końcowymi

temperaturami uzyskanymi w farszach z mięsa wieprzowego, a najniższą ( $6,4^{\circ}\text{C}$ ) odnotowano dla farszu sporządzanego przy wykorzystaniu noży autorskich z otworami. W przypadku tych noży zachodzi zjawisko intensywne zawirowania farszu, które podczas wytwarzania emulsji i jej transportu doskonale dostosowuje się technologicznie do procesu kutrowania. Ostatni wykres (rys. 5) przedstawia zmiany temperatur farszów uzyskanych z mięsa drobiowego (filet).



Rysunek 5. Zmiana temperatury farszu z mięsa drobiowego (filet) w zależności od kształtu noży rozdrabniających  
 Figure 5. Change of the poultry meat filling temperature from (fillet) depending on the cutting knives shape

Zauważyć można w przedziale 120-240 sekund kutrowania podobną zależność jak na wykresie omówionym powyżej. Maksymalna różnica wartości temperatury poszczególnych farszów w zależności od kształtu noży rozdrabniających wynosiła  $2,2^{\circ}\text{C}$  w 240 sekundzie kutrowania. Druga różnica dotyczy temperatury farszu rozdrabnianego nożami o kształcie autorskim w przedziale 180-240 sekund, jej wartość praktycznie nie zmieniała się w porównaniu z istotnym wzrostem temperatury pozostałych farszów mięsnych. Kolejna różnica dotyczyła temperatur farszów po zakończeniu kutrowania. Najniższą z nich ( $4,4^{\circ}\text{C}$ ) uzyskano, stosując do rozdrabniania noże o kształcie autorskim. W przypadku dwóch pozostałych farszów sporządzonych przy pomocy noży oryginalnych i noży autorskich z otworami wykresy temperatur były zbliżone, a w końcowym etapie kutrowania praktycznie się pokrywały.

## Podsumowanie

1. Rodzaj rozdrabnianego mięsa wpływa na przyrost temperatury farszu podczas kutrowania. Najniższą temperaturę farszu (4,5°C) po 9 minutach kutrowania uzyskano, stosując noże o kształcie autorskim dla mięsa drobiowego (filet). Natomiast najwyższą temperaturę farszu (9,2°C) uzyskano stosując noże oryginalne dla mięsa wieprzowego (łopatka).
2. Istotne znaczenie na powstanie dużych różnic (od 1°C do 2°C) w temperaturze końcowej farszów, oprócz rodzaju rozdrabnianego surowca, ma również kształt noży rozdrabniających. Kształt ostrza noży oryginalnych powoduje większe opory podczas cięcia, aniżeli noże o kształcie autorskim.
3. Wprowadzone na powierzchni bocznej noży o kształcie autorskim otwory nie przyczyniły się do zauważalnego obniżenia temperatury farszu.

## Literatura

- Dolata, W. (1988). Effect of knife cutting edge shape on electric energy consumption Turing meat comminution in a mechanical cutter. *Acta Alim. Polonica*, 14(37), 139-143.
- Dolata, W. (1992). Wpływ niektórych parametrów technicznych kutra na kształtowanie jakości farszów i wędlin oraz energochłonność kutrowania. *Rocz. AR w Poznaniu, Rozpr. Nauk.*, 225.
- Dolata, W. (1998). Ocena efektywności pracy noży kutra o różnych krawędziach tnących. *Mięso i Wędliny*, 6, 48-52.
- Dolata, W. (2003). Kutrowanie z zawirowaniem z wykorzystaniem noży z otworami. *Mięso i Wędliny*, 2, 24-30.
- Ehrle, E.; Stoyanow, S.; Micklisch, I. (2004). Naht das Ende der Eisschüttung. *Fleischwirtschaft*, 5, 126-135.
- Haack, E.; Laska, W.; Schnäkel, W. (2002). Verwirbelungskuttern mit Lochmessern. *Fleischwirtschaft*, 9, 77-82.
- Micklisch, I.; Schnäkel, W.; Krickmeier, J.; Haack, E.; Ehrle, E. 2005. Kuttern mit Messern ohne Schneide. *Fleischwirtschaft*, 1, 41-47.
- Schnäkel, W.; Haack, E. (2004). Zusatzfunktionen immer beliebter. *Fleischwirtschaft*, 11, 41-45.
- Szeląg, M. (2011). Analiza teoretyczna procesu kutrowania w aspekcie termodynamicznym. *Inżynieria Rolnicza*, 4(129), 257-264.
- Zwolak, J.; Szeląg, M. (2013). Wpływ kształtu krawędzi tnących noży na rozkład temperatury w objętości farszu mięsnego. *Inżynieria Rolnicza*, 1(141), 305-310.
- Tkacz, K. (2002). Energochłonność kutrowania surowców mięsnych. *Technica Agraria*, 1(2), 73-79.

## **IMPACT OF THE TYPE OF RAW MATERIAL AND KNIVES SHAPE ON THE TEMPERATURE INCREASE DURING MECHANICAL MEAT CUTTING**

**Abstract.** The article presents dependence between the knives shape and the type of the cut raw material and the temperature increase during mechanical meat cutting. The presented results constitute a continuance of the author's research developed with a subsequent shape of cutting knives and additional types of the cut meat. The results were obtained with the use of a laboratory cutter MADO Garant MTK 661 equipped with three sets of knives. In the process of meat cutting pig meat (blade bone) and two types of poultry meat (thigh and fillet) as well as functional and taste additives were used. The scope of the research included preparing three fillings of each type of raw material, using subsequently another shape of cutting knives. During the process, temperature of the filling was measured each second. The obtained results were presented as the filling temperature change in time and the comparison depending on the cut material and the knives shape.

**Key word:**meat cutting, meat filling, shape, knife

**Adres do korespondencji:**

Marek Szelaĝ; e-mail: Marek.Szelag@ur.krakow.pl  
Katedra Inżynierii i Aparatury Przemysłu Spożywczego  
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie  
ul. Balicka 122  
30-149 Kraków