

LUBOSŁAWA NOWACZYK

OCENA JAKOŚCI I PRZYDATNOŚCI TECHNOLOGICZNEJ PAPRYKI (*CAPSICUM SPP.*) LINII MIĘKKOMIĘKISZOWEJ (SOFT-FLESH)

Streszczenie

Formy miękkomięszowe papryki przeznaczone są do produkcji przecierów zachowujących w pełni walory smakowe i odżywcze surowca. Materiałem badawczym były owoce pochodzące z dwóch linii soft-flesh wyselekcjonowanych z mieszańca międzygatunkowego *Capsicum frutescens* L. × *Capsicum annuum* L. Oceniano owoce, perykarp, puree uzyskane z przecierania i wyciskania owoców oraz pozostałości po przecieraniu i wyciskaniu. Owoce badanych linii różniły się pod względem średniej masy oraz szerokości. Wydajność technologiczna, rozumiana jako procentowy udział puree w stosunku do masy surowca, była jednakowa niezależnie od linii owoców, a jednocześnie większa przy zastosowaniu wyciskania. Technika HPLC wykazano, że najwięcej kapsaicyny i dihydrokapsaicyny znajdowało się w puree. O około połowę niższy poziom kapsaicynoidów stwierdzono w perykarpie owoców. Zdecydowanie najmniej było ich w pozostałościach po separacji miękkiej tkanki perykarpu. Zasadnicza część kapsaicynoidów przenikała w czasie przecierania lub wyciskania z łożyska, będącego miejscem ich syntezy, do puree. Stwierdzono, że w ocenianym materiale udział kapsaicyny był większy niż dihydrokapsaicyny.

Słowa kluczowe: kapsaicyna, dihydrokapsaicyna, puree, mechaniczna separacja

Wprowadzenie

Czynnikami warunkującymi rozwój przetwórstwa roślin są innowacje technologiczne oraz wprowadzanie nowych odmian surowców. W celu rozszerzenia zmienności o nowe kombinacje genów i warunkowanych przez nie cech wykorzystuje się hybrydyzację międzygatunkową. W obrębie rodzaju *Capsicum* możliwe jest tworzenie mieszańców między *C. annuum* L. i *C. frutescens* L. Dotyczy to głównie potencjału produkcyjnego pierwszego z nich i zróżnicowania morfologicznego i technologicznego owoców drugiego. Dobrze plonujące linie miękkomięszowe (soft-flesh) wyprowa-

dzone z takich mieszańców stanowią surowiec do produkcji przecierów i koncentratów.

Przetwory te w pełni zachowują walory sensoryczne i żywieniowe surowca. Wynika to z możliwości mechanicznej separacji tkanki perykarpu od części niejadalnych bez konieczności stosowania wysokiej temperatury do maceracji surowca. Wyniki badań nad termiczną obróbką surowca [4, 10] wskazują jednoznacznie, że ten sposób przetwarzania jest przyczyną wielu zmian biochemicznych, mimo systematycznego doskonalenia technologii produkcji.

Dziedziczenie umiejętności syntezy kapsaicynoidów, grupy metabolitów wtórnych specyficznych dla *Capsicum*, opisano jako monogeniczne, zależne od obecności allela dominującego. Tak prosty sposób przekazywania informacji genetycznej wskazywałby, że w naturze mogą funkcjonować albo formy ostre albo słodkie, pozbawione kapsaicynoidów. W rzeczywistości istnieje bardzo duża liczba odmian uprawnych, lokalnych i form dzikich różniących się znacznie ostrością owoców. Należy zatem przyjąć, że obecność genu *S* jest konieczna do syntezy omawianych związków. Jednak efektywność działania zależy od interakcji z innymi elementami genomu [3] oraz od stopnia dojrzałości owoców. Ponadto, poziom kapsaicynoidów modyfikowany jest dodatkowo warunkami środowiska [1, 7, 17]. W celu uzyskania wymaganej ostrości smaku możliwe jest także tworzenie mieszańców przy wykorzystaniu linii lub odmian o znanym poziomie kapsaicynoidów [2].

Miejscem syntezy kapsaicynoidów są komórki łożyska, z których przenikają do innych tkanek owocu, przede wszystkim do perykarpu, stanowiącego część jadalną. Obserwuje się także dystrybucję do organów wegetatywnych to znaczy łodyg i liści [8]. Przedstawiony opis wskazuje, że poziom kapsaicynoidów, warunkowany przez tak wiele czynników środowiskowych, może być niestabilny, a surowiec lub uzyskany produkt trudny do standaryzacji. Ustalenie korelacji między istotnymi cechami technologicznymi [12] stanowić może pewne ułatwienie w tym zakresie.

Celem podjętych badań była ocena przydatności technologicznej, a przede wszystkim zawartości kapsaicyny i dihydrokapsaicyny w perykarpie oraz produktach uzyskanych z zastosowaniem dwóch sposobów mechanicznej separacji miękkiej tkanki perykarpu z owoców. Ocenie podlegały także pozostałości po oddzieleniu tkanki owocni od części niejadalnych.

Material i metody badań

Materiałem badawczym były owoce linii 12 i 18, wyprowadzone z mieszańca *Capsicum frutescens* L. × *C. annum* L., charakteryzujące się owocami typu soft-flesh. Pochodziły one z upraw w nieogrzewanym namiocie foliowym, w stacji doświadczalnej Katedry Genetyki i Biotechnologii Roślin Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy. Zbiory przeprowadzono w fazie pełnej dojrzałości,

a owoce poddano analizie biometrycznej, określając średnią masę, długość, szerokość i grubość ścian, zawartość ekstraktu oraz suchej masy. Oceny dokonano w trzech powtórzeniach po 10 owoców. Ustalono także wydajność technologiczną wyrażoną procentowym udziałem puree w masie surowca (owoce bez szypulek). Z plonów każdej linii wydzielono 7 prób losowo wybranych owoców po około 1 kg każda. W pierwszej, z owoców wycięto łożyska z nasionami i przegrody wewnętrzne pozostawiając perykarp. Zawartość substancji rozpuszczalnych, to jest ekstraktu, mierzono za pomocą refraktometru. Zawartość suchej masy oznaczano metodą suszarkową w temp. 105 °C. Z pozostałych, wcześniej umytych owoców przygotowano 6 jednokilogramowych prób. Trzy z nich rozdrobniono w mikserze i przetarto przez sito. Trzy pozostałe poddano wyciskaniu w wyciskarce do soku. Na podstawie różnic masy surowca i produktu ustalono wydajność technologiczną. Z uzyskanych materiałów: perykarp (PE), puree przecierane (PP), puree wyciskane (PW), pozostałości po przecieraniu (RP) i wyciskaniu (RW) wydzielono około 100 g porcje. Wysuszono je w suszarce z nawiewem powietrza o temp. 60 °C i ciśnieniu atmosferycznym. Proces suszenia trwał 3 doby.

Zawartość kapsaicyny i dihydrokapsaicyny oznaczano metodą HPLC, zgodnie z procedurą opisaną przez Collins i wsp. [6] w odniesieniu do standardowych form hard-flesh. Różnice dotyczyły opisanego wyżej sposobu przygotowania próbek. Wysuszony materiał mielono bezpośrednio przed ekstrakcją kapsaicynoidów. Próbkę proszku o masie 1,5 g zalewano 15 ml acetonitrylu w probówkach o pojemności 50 ml. Ekstrakcję prowadzono w łaźni wodnej, w temp. 80 °C przez 4 h, wstrząsając ręcznie co godzinę. Uzyskany supernatant filtrowano przez filtry Waters-Millex 0,45 µm zakładane na strzykawkę 10 ml. Filtrat używano do analiz HPLC w aparacie Perkin-Elmer, Series 200, z autosamplerem. Zastosowano kolumnę typu reverse-phase Nova-Pak 100 × 5 mm, wypełnioną żelalem krzemionkowym C18. Jako eluent stosowano metanol. Standardy: 8-methyl-N-vanillyl-6-nonemamide (kapsaicyna) i N-vanillylnonemamide (dihydrokapsaicyna) pochodziły z firmy Sigma-Aldrich.

Wyniki badań poddano analizie statystycznej. Za pomocą testu Tukey'a weryfikowano istotność różnic między wartościami średnimi przy $p = 0,05$.

Wyniki i dyskusja

W pracach nad hybrydyzacją międzygatunkową *C. frutescens* L. × *C. annuum* L., w ramach tematu badawczego nad genetycznym doskonaleniem roślinnych źródeł surowcowych do produkcji nutraceutyków, uwzględniono aspekty technologiczne i ekologiczne. Założono, że proces technologiczny uzyskanego surowca powinien być energooszczędny. Miękki miąższ dojrzałych owoców pozwala na bardzo prostą, mechaniczną separację tkanki perykarpu od części niejadalnych. Zbędna jest maceracja owoców w wysokiej temperaturze. W rezultacie uzyskuje się jednorodny, homogeniczny produkt, charakteryzujący się określonym stopniem ostrości smaku. Poziom tej

cechy uzależniony jest od ogólnej zawartości kapsaicynoidów oraz ich przenikania do puree w trakcie przecierania lub wyciskania owoców.

Różnice cech morfologicznych badanych linii dotyczyły średniej masy oraz szerokości owoców (tab. 1). Większą masą i szerszymi owocami wyróżniła się linia 18. Pod względem technologicznym owoce soft-flesh powinny charakteryzować się na tyle małą masą, aby nie ulegały uszkodzeniom podczas transportu. Jednocześnie wiadomo [12], że masa owoców tych form jest istotnie dodatnio skorelowana z grubością ścian. Właściwość ta korzystnie wpływa na wydajność technologiczną. W pracach nad tworzeniem nowych odmian konieczne jest zatem poszukiwanie optymalnego poziomu tych cech.

Tabela 1

Charakterystyka morfologiczna owoców papryki linii miękkomiększowych (*Capsicum* spp.)
Morphological profile of *Capsicum* spp. fruits of soft-flesh capsicum lines.

Linia Line	Masa [g] Weight [g]	Długość [mm] Length [mm]	Szerokość [mm] Width [mm]	Grubość ścian [mm] Wall thickness [mm]
12	9,38 ^a	51,2 ^a	25,6 ^a	2,95 ^a
18	10,6 ^b	52,3 ^a	29,4 ^b	3,07 ^a

Objaśnienie / Explanatory note:

Wartości średnie w kolumnach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie / Mean values in the columns denoted by the same letters do not differ statistically significantly.

Twardoowocowe odmiany papryki ostrej różnią się pod względem rozmiarów i masy owocu. Zazwyczaj są to jednak genotypy o drobnych jagodach. W badaniach Cisneros-Pinedy i wsp. [5] nad zawartością kapsaicynoidów oceniono także inne cechy surowca. Masa owocu odmiany Habanero orange (*Capsicum chinense* Jacq.), jednej z najbardziej ostrych form papryki, nie przekroczyła 7 g. W tureckich odmianach papryki ostrej [15] wahała się ona od 0,75 g w Cin (*Capsicum frutescens* L.) do 2,57 g, w Maras (*Capsicum annuum* L.). Polskie odmiany papryki ostrej charakteryzują się większą masą owoców [9].

Badane linie nie różniły się pod względem zawartości suchej masy owocni (tab. 2), a jej poziom był niższy od obserwowanej wśród twardoowocowych odmian i mieszańców hiszpańskich oraz węgierskich form papryki ostrej [2], ocenianych w zakresie przydatności do produkcji suszonych przypraw. Natomiast zbliżoną zawartość suchej masy oznaczyły Perucka i wsp. [14] w półostrej odmianie Capel hot. Nie stwierdzono różnic między liniami w zakresie wydajności technologicznej surowca. Bardzo duży wpływ na poziom tej cechy miał sposób pozyskiwania puree. Zdecydowanie efektywniejszy okazał się proces wyciskania.

Tabela 2

Charakterystyka technologiczna owoców papryki linii miękkomięszowych *Capsicum* spp.
Technological profile of *Capsicum* spp. fruits of soft-flesh capsicum lines.

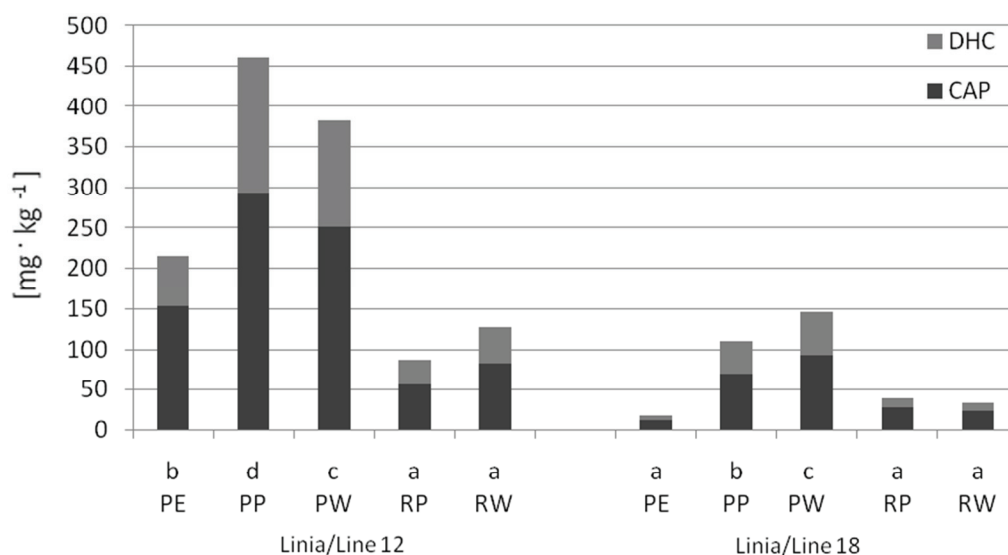
Linia Line	Zawartość ekstraktu Content of soluble solids [%]	Zawartość suchej masy Dry matter content [%]	Wydajność technologiczna Technological performance [%]	
			przecieranie sieving	wyciskanie squeezing
12	7,53 ^a	8,80 ^a	58 ^a	69 ^a
18	8,51 ^a	8,71 ^a	57 ^a	69 ^a

Objaśnienie jak pod tab. 1. / Explanatory note as in Tab. 1.

Na rys. 1. przedstawiono zawartość kapsaicynoidów w perykarpie, w puree, a także w pozostałościach po separacji tkanki perykarpu. Puree uzyskane w wyniku zastosowanych metod charakteryzowało się największą zawartością każdego z badanych metabolitów, jak i w odniesieniu do sumy obu związków. Istotnie mniej tych związków zawierał produkt otrzymany w wyniku wyciskania miąższu z owoców. Kilkakrotnie mniejsza była ilość kapsaicyny i dihydrokapsaicyny w pozostałościach po przecieraniu i wyciskaniu, w relacji do ilości oznaczonych w puree.

Podejmując próbę wyjaśnienia obserwowanych wyników należy wskazać, że miejscem syntezy kapsaicynoidów jest tkanka łożyska oraz w pewnym zakresie przegrody [16]. W badaniach nad obecnością kapsaicynoidów w owocach kilku odmian papryki uprawianej w Meksyku [5] stwierdzono, że ich zawartość w łożysku była kilkunastokrotnie większa niż w perykarpie. W dwóch z nich w perykarpie stwierdzono tylko ilości śladowe, mimo bardzo dużej zawartości tych metabolitów w łożysku. Odnosząc te dane do własnych badań należałoby się spodziewać, że pozostałości tkanki łożyska w resztkach po przecieraniu i wyciskaniu powinny być bogate w kapsaicynę i dihydrokapsaicynę. Okazało się jednak, że zastosowane sposoby oddzielania miękkiej tkanki perykarpu od łożyska, nasion, przegród i skórki spowodowały uwolnienie badanych związków do puree. Można zatem przedstawić sugestię, że ilość kapsaicyny, dihydrokapsaicyny oraz sumy tych związków w puree i pozostałościach, odpowiednio dla dwóch sposobów separacji, powinna być jednakowa lub co najmniej zbliżona. Jednak większą zawartość stwierdzono w puree, a także w pozostałościach po procesie przecierania niż w produktach uzyskanych przez wyciskanie. Był to niewątpliwie efekt różnej struktury pozostałości po przecieraniu i wyciskaniu, a w konsekwencji przygotowania próbek do analiz z różnym udziałem resztek perykarpu, łożyska, nasion i skórki. Jako uwagę uzupełniającą i modyfikującą do metody opracowanej przez Collins i wsp. [6] w stosunku do standardowych form twardoowocowych należy podać, że

próbki do analiz z pozostałości po separacji należy przygotowywać z większych ilości materiału, tak aby były one w pełni reprezentatywne. Masa przed suszeniem nie powinna być mniejsza niż 100 g.



Dane dotyczące sumy kapsaicynoidów oznaczone takimi samymi literami w obrębie linii nie różnią się statystycznie istotnie / Data concerning the sum of capsaicinoids denoted by the same letters within one line do not differ statistically significantly.

Rys. 1. Zawartość kapsaicyny (CAP) i dihydrokapsaicyny (DHC) w perykarpie (PE), puree przecieranym (PP), pure wyciskanym (PW), pozostałościach po przecieraniu (RP) i pozostałościach po wyciskaniu (RW) owoców dwóch linii soft-flesh *Capsicum* spp.

Fig. 1 Content of capsaicin (CAP) and dihydrocapsaicin (DHC) in pericarp (PE), sieved puree (PP), squeezed puree (PW), sieved leftovers (RP), and squeezed leftovers (PW) of fruits of two soft-flesh *Capsicum* spp. lines.

Ze względów praktycznych celowe staje się porównanie zawartości omawianych związków między badanymi materiałami a standardową, polską odmianą papryki. Według badań Peruckiej i Materskiej [13] zawartość kapsaicyny i dihydrokapsaicyny w owocach odmiany Bronowicka ostra sięga poziomu 880 mg/kg⁻¹. Porównując tę wartość z poziomem tej cechy w badanych puree stwierdzono, że linia 12 charakteryzowała się o około połowę mniejszą zawartością kapsaicynoidów. Koncentracja metabolitów w puree uzyskanych z owoców linii 18 była wielokrotnie mniejsza.

W tab. 3. przedstawiono stosunki ilościowe między kapsaicyną i dihydrokapsaicyną w badanych materiałach. Stwierdzone różnice nie były duże. Można jednak zauważyć, że najbardziej stabilne relacje zawartości tych metabolitów były typowe dla obu rodzajów puree. Zróżnicowanie omawianych zależności w owocach odmian twar-

doowocowych, będących przedmiotem badań już opublikowanych [2, 5, 9, 15], jest zdecydowanie większe i waha się w granicach 0,3 do 7,8 zależnie od ogólnego poziomu kapsaicynoidów.

Tabela 3

Relacje ilościowe kapsaicyny do dihydrokapsaicyny w analizowanym materiale linii soft-flesh *Capsicum* spp.

Quantitative relationships between capsaicin and dihydrocapsaicin in assessed material of *Capsicum* spp. soft-flesh lines.

Linia Line	Perykarp Pericarp	Puree przecierane Sieved puree	Puree wyciskane Squeezed puree	Pozostałości po przecieraniu Leftovers after sieving	Pozostałości po wyciskaniu Leftovers after squeezing
12	2,47	1,74	1,90	1,82	1,80
18	2,00	1,75	1,75	2,25	2,30

Wnioski

1. Zróżnicowanie genetyczne będące efektem hybrydyzacji międzygatunkowej *Capsicum* spp. pozwoliło na wyhodowanie stabilnych genetycznie genotypów papryki miękkoowocowej (soft-flesh) o różnym poziomie kapsaicynoidów.
2. Uzyskane w wyniku mechanicznej separacji puree z owoców papryki dwóch linii miękkoowocowych wykazywało taką zawartość wymienionych metabolitów, która klasyfikuje je odpowiednio, jako ostre i półostre.

Literatura

- [1] Antonious G.F., Berke T., Jarret R.L.: Pungency in *Capsicum chinense*: Variation among countries of origin. J. Environment. Sci. Health, Part B, 2009, **44**, 179-184.
- [2] Ayuso M.C., Bernalte M.J., Lozano M., Garcia M.I., Montero de Espinosa V., Perez Hernandez M.T., Somogyi N.: Quality characteristics of different red pepper cultivars (*Capsicum annuum* L.) for hot paprika production. Euro. Food Res. Tech., 2008, **227**, 557-563.
- [3] Ben-Chaim A., Borovsky Y., Falise M., Mazourek M., Kang B-Ch., Paran I., Jahn M.: QTL analysis for capsaicinoid content in *Capsicum*. Theoretical Appl. Genet., 2006, **113**, 1481-1490.
- [4] Castro S.M., Saraiva J.A., Domingues F.M.J., Delgado I.: Effect of mild pressure treatments and thermal blanching on yellow bell peppers (*Capsicum annuum* L.). LWT-Food Sci. Technol., 2011, **44**, 363-369.
- [5] Cisneros-Pineda O., Torres-Tapia L.W., Gutierrez-Pacheco L.C., Contreras-Martin F., Gonzales-Estrada T., Peraza-Sanchez S.R.: Capsaicinoids quantification in chilli peppers cultivated in the state of Yucatan, Mexico. Food Chem., 2007, **104**, 1755-1760.
- [6] Collins M.D., Wasmund L.M., Bosland P.W.: Improved method for quantifying capsaicinoids in *Capsicum* using high – performance Liquid Chromatography. Hort. Sci., 1995, **30**, **1**, 137-139.

- [7] Contreras-Padilla M., Yahia E.M.: Changes in capsaicinoids during development, maturation, and senescence of chilli peppers and relation with peroxidase activity. *J. Agric. Food Chem.*, 1998, **46**, 2075-2079.
- [8] Estrada B., Bernal M.A., Diaz J., Pomar F., Merino F.: Capsaicinoids in vegetative organs of *Capsicum annuum* L. in relation to fruiting. *J. Agric. Food Chem.*, 2002, **50**, 1188-1191.
- [9] Golcz A., Kujawski P.: Analysis of yielding and selected biometric parameters of the fruit of several hot pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars. *Rocz. AR w Poznaniu*, 2004, **38**, 31-36.
- [10] Ismail N., Revathi R.: Studies on the effects of blanching time, evaporation time, temperature and hydrocolloid on physical properties of chili (*Capsicum annuum* var. kulai) puree. *LWT-Food Sci. Technol.*, 2006, **39**, 91-97.
- [11] Kurian A.L., Starks A.N.: HPLC analysis of capsaicinoids extracted from whole orange habanero chili peppers. *J Food Sci.*, 2002, **67**, 956-962.
- [12] Nowaczyk L., Nowaczyk P., Banach-Szott M.: Relationship between technological characters in *Capsicum* spp. soft -flesh forms. *Veget. Crops Res. Bull.*, 2009, **70**, 31-36.
- [13] Perucka I., Materska M.: Antioxidant activity and content of capsaicinoids isolated from paprika. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2003, **12/53**, **2**, 15-18.
- [14] Perucka I., Materska M., Jachacz L.: Ocena jakościowa preparatów otrzymanych z wysuszonych owoców papryki (*Capsicum annuum* L.). *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2010, **1 (68)**, 30-39.
- [15] Poyrazoglu E.S., Yemis O., Kadakal C., Artik N.: Determination of capsaicinoid profile of different chilli peppers grown in Turkey. *J. Sci. Food Agric.*, 2005, **85**, 1435-1438.
- [16] Stewart C., Kang B., Mazourek M., Liu K., More S.L., Paran I., Jahn M.M.: The Pun1 gene or pungency I pepper encodes a putative acyltransferase. *Plant J.*, 2005, **42**, 675-688.
- [17] Zewdie Y., Bosland P.W.: Evaluation of genotype, environment, and genotype by environment interaction for capsaicinoids in *Capsicum annuum* L. *Euphytica*, 2000, **111**, 185-190.

ASSESSING QUALITY AND PROCESSING USEFULNESS OF *CAPSICUM* SPP. SOFT-FLESH LINES

S u m m a r y

Soft-flesh forms of capsicums are used as a raw material in producing purees that retain, in full, the taste of fresh fruits and all the nutritive properties. The research material comprised fruits of two *Capsicum* spp. soft-flesh lines selected from a *Capsicum frutescens* L. and *C. annuum* L. interspecific hybrid. The following was assessed: fruits, pericarp, puree made of fruits that were sieved and squeezed, and leftovers thereof. The fruits of the lines studied varied in their mean fruit weight and their width. Regardless of the fruit lines, the technological performance, expressed as a per cent content of puree in the raw material weight, was the same, and, at the same time, it was higher when the fruits were squeezed. With the use of an HPLC analysis, it was proved that the highest contents of capsaicin and dihydrocapsaicin were in the puree. The content of capsaicinoids in the pericarp of fruits was lower: ca. half of that in the puree, and in the soft tissue separation leftovers, it was definitely the lowest. During sieving or squeezing processes, the main part of capsaicinoids diffused from placenta that was a place of their synthesis, into the puree. It was found that in the material assessed, the per cent content of capsaicin was higher than that of dihydrocapsaicin.

Key words: capsaicin, dihydrocapsaicin, puree, mechanical separation ☒