

EWA CZARNECKA-SKUBINA, BARBARA GOŁASZEWSKA

WPLYW PROCESU KULINARNEGO NA JAKOŚĆ WYBRANYCH WARZYW

Streszczenie

W pracy przedstawiono wpływ procesu kulinarnego, w tym obierania i gotowania, na jakość wybranych warzyw (brukselka, marchew, ziemniaki) z uwzględnieniem wartości odżywczej, jakości sensorycznej i poziomu zanieczyszczeń chemicznych. Zastosowano 3 metody gotowania z użyciem dużej ilości wody: w garnku przy rozpoczęciu procesu od wody zimnej i od wody wrzącej, w szybkowarze w wodzie oraz 3 metody z wykorzystaniem małej ilości wody: w kuchni mikrofalowej, w szybkowarze w parze, w garnku akutermicznym. Na podstawie badań stwierdzono, że metoda gotowania powinna być uzależniona od wartości odżywczej i poziomu zanieczyszczeń chemicznych. Do warzyw o niskim stopniu zanieczyszczenia korzystniej jest stosować metody gotowania z małą ilością wody, gdyż lepiej zachowują one wartość odżywczą, a usuwanie zanieczyszczeń nie ma tu znaczenia. Warzywa znacznie zanieczyszczone chemicznie lepiej gotować w dużej ilości wody, ze względu na elucjację zanieczyszczeń.

Wstęp

Warzywa stanowią jedną z podstawowych grup produktów żywnościowych, dostarczającą składników niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Wnoszą do naszej diety ponad 80% witaminy C, ponad 50% witaminy A i ponad 30% żelaza [25]. Obok składników pożądanых wprowadzają one do naszej diety również zanieczyszczenia chemiczne takie, jak: azotany, azotyny czy metale ciężkie. Według raportu PAN warzywa wnoszą do polskiej diety około 80% ogólnego pobrania azotanów i 20% azotynów [1]. Biorąc pod uwagę fakt, iż ogólne pobranie tych związków z dietą kształtuje się w naszym kraju na poziomie 70% dopuszczalnego dziennego spożycia w przypadku azotanów i aż 108% w przypadku azotynów, należy pamiętać, iż to właśnie warzywa dostarczają ich w największych ilościach. Warzywa, łącznie z ziemniakami, wprowadzają do naszej diety również około 70% całkowitego pobrania kad-

mu i ołowiu [17]. Mówiąc o jakości warzyw powinno się więc brać pod uwagę zarówno wartość odżywczą, jakość sensoryczną, jak i poziom substancji szkodliwych, czyli bezpieczeństwo zdrowotne. Celem niniejszej pracy była ocena wybranych warzyw, uwzględniająca wszystkie trzy elementy jakości oraz możliwości jej poprawy poprzez odpowiedni dobór parametrów obróbki kulinarnej.

Materiał i metody badań

Materiał badawczy stanowiły brukselka, marchew i ziemniaki, których odmiany, miejsce pochodzenia i warunki przechowywania przedstawiono w tab. 1.

Tabela 1

Materiał doświadczalny.

Experimental material.

| Surowiec Material | Odmiana Variety | Pochodzenie / Source | Warunki przechowywania Storing conditions |
|------------------------------|--------------------|---------------------------------|--|
| Brukselka Brussels sprout | Ikarus | producent z rejonu Sochaczewa | temp. 0°C, wilgotność względna 95% |
| Marchew Carrot | Perfekcja | producent z rejonu Warszawy | temp. +1°C, wilgotność względna 95% |
| Ziemniak Potato | Sokół | Instytut Ziemniaka w Jadwisinie | temp. +4°C, wilgotność względna 85% |

W celu wyjaśnienia kierunku migracji wybranych składników podczas obróbki wstępnej, określono ich rozkład w korzeniu marchwi i bulwie ziemniaka. Kolejne warstwy ziemniaka i marchwi oddzielano przez ich ścieranie na plastikowej tarce o małych oczkach, po uprzednim umyciu i osuszeniu. Skórkę w obu warzywach ścierano na grubość 2 mm. W ziemniaku przyjęto po około 30% przekroju bulwy na warstwy: zewnętrzną, środkową i centralną. W marchwi poszczególne warstwy stanowiły elementy anatomiczne korzenia (kora i rdzeń).

Badane warzywa gotowano w 500 g porcjach. Warunki prowadzenia procesu (ilość wody i czas gotowania) w przypadku poszczególnych warzyw przedstawiono w tab. 2. Czas gotowania ustalono eksperymentalnie, dla każdej z metod za pomocą skali werbalnej, na podstawie oceny konsystencji. Konsystencja była określana jako: zbyt twarda, twarda, właściwa, miękka, zbyt miękka. Czas gotowania uznawano za odpowiedni, gdy ponad 80% oceniających uznawało warzywo za ugotowane właściwe. Po wybraniu, w kilku eksperymentach, konsystencji właściwej, warzywa gotowano ponownie w trzech zbliżonych przedziałach czasu.

W badanych warzywach oznaczano: zawartość suchej masy metodą wagową według PN-90/A-75101/03, zawartość witaminy C według PN-90/A-75101/11, zawartość

karotenoidów według PN-90/A-75101/12, zawartość azotanów i azotynów metodą kolorymetryczną według PN-92/A-75112 oraz w przypadku marchwi metodą potencjometryczną, z wykorzystaniem elektrody jonoselektywnej przy użyciu aparatu Orion [12, 15, 29]. W ziemniakach zawartość kadmu i ołowiu oznaczano metodą atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej (ASA), po mineralizacji próbki w 450°C [31]. Badania przeprowadzono w Laboratorium Centralnego Biura Jakości Wyrobów. Zawartość kadmu i ołowiu w marchwi oznaczano po mineralizacji mikrofalowej w układzie zamkniętym, zliofilizowanych uprzednio próbek, w Zakładzie Analiz Fizykochemicznych SGGW, według metodyki opracowanej przez ten Zakład.

Tabela 2

Warunki prowadzenia procesu gotowania warzyw.

Cooking conditions for each method.

| Sposób gotowania Cooking method | Ilość użytej wody / Amount of water (cm ³) | | | Czas gotowania / Cooking time (min.) | | |
|---|--|-------------------|--------------------|--------------------------------------|-------------------|--------------------|
| | brukselka Brussels sprout | marchew carrot | ziemniak potato | brukselka Brussels sprout | marchew carrot | ziemniak potato |
| w garnku od wrzątku* in pot starting from boiling water | 1000 | 700 | 500 | 26 | 28 | 27 |
| w garnku od zimnej wody* in pot starting from cold water | | | | 38 | 30 | 32 |
| w szybkowarze w wodzie** in pressure cooker in water | | | | 8 | 11 | 11 |
| w szybkowarze w parze** in pressure cooker in steam | 200 | | | 8 | 10 | 13 |
| w kuchni mikrofalowej**** in microwave oven | 200 | 50 | | 20 | 18 | 16 |
| w garnku akutermicznym*** in acuthermal pot | | | | 30 | 30 | 26 |

* garnek emaliowany o średnicy 16 cm i poj. 2 dm³ / pot ϕ 16 cm, vol. 2 dm³.

** szybkowar o średnicy 22 cm i poj. 3 dm³ / pressure cooker ϕ 22 cm, vol. 3 dm³.

*** garnek akutermiczny o średnicy 16 cm i poj. 2 dm³ / acuthermal pot ϕ 16 cm, vol. 2 dm³.

**** kuchnia mikrofalowa o mocy 650 Wat, naczynie żaroodporne o poj. 2 dm³ / microwave oven – 650 W, heat-resisting pot vol. 2 dm³.

Ocenę sensoryczną ugotowanych warzyw przeprowadzał dziesięcioosobowy zespół pracowników Zakładu Technologii Gastronomicznej, przeszkolony w zakresie stosowanych metod. Ocenę jakości sensorycznej brukselki i marchwi przeprowadzano

metodami niestrukturowanej skali graficznej, stosując określenia brzegowe: bardzo niepożądana i bardzo pożądana. Jakość sensoryczną ziemniaków oceniano metodą pięciopunktową, wykorzystując tabelę zawierającą kryteria ocen dla poszczególnych wyróżników [30]. Porcje warzyw bezpośrednio po ugotowaniu odsączało i podawano do oceny na talerzu, po zakodowaniu. Każdorazowo oceny powtarzano trzykrotnie.

Całe doświadczenie przeprowadzano trzykrotnie, wykonując na każdym etapie eksperymentu analizy w trzech powtórzeniach.

Do analizy statystycznej wyników wykorzystano: test Q-Dixona do odrzucania wyników wątpliwych, odchylenie standardowe jako wskaźnik rozrzutu wyników oraz jednoczynnikową analizę wariancji na podstawie kryterium NIR, przy użyciu programu Statgraphics 5.

Wyniki i dyskusja

Charakterystyka badanych surowców

Charakterystykę badanych surowców przedstawiono w tab. 3.

Analizowana brukselka zawierała dużo witaminy C (ok. 190 mg/kg) i w niewielkim stopniu zanieczyszczona była azotanami i azotynami. Zawartości kadmu i ołowiu nie badano ze względu na ich nieznaczne ilości w tym surowcu, co potwierdzają dane literaturowe [3, 14].

Tabela 3

Charakterystyka badanych surowców.
Characteristic of investigated material.

| Surowiec Material | Wartość odżywcza / Nutritional value | | | Zanieczyszczenia chemiczne / Contaminants | | | |
|---------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---|---|--|----------------------------|-------------------------|
| | Sucha masa Dry matter (%) | Witamina C Vitamin C (mg/100 g) | Karotenoidy Carotenoides (mg/100 g) | Azotany Nitrates (mg KNO ₃ /kg) | Azotyny Nitrites (mg NaNO ₂ /kg) | Kadm Cadmium (mg/kg) | Ołów Lead (mg/kg) |
| Brukselka Brussels sprout | 17,0±0,2 | 191,9±1,0 | – | 58±2,5 | 1,2±0,05 | – | – |
| Marchew Carrot | 11,1±0,1 | – | 14,0±0,2 | 483±17 | 0,8±0,12 | 0,010 ±0,005 | 0,023 ±0,003 |
| Ziemniak Potato | 20,1±0,4 | 26,6±0,5 | – | 80,1±3,1 | – | 0,012 ±0,001 | 0,014 ±0,002 |

Wyniki dotyczą świeżej masy, ± odchylenie standardowe.

The results for raw material, ± standard deviation.

Marchew zawierała dużą ilość karotenoidów (14 mg/100 g), była istotnie zanieczyszczona azotanami (około 500 mg KNO_3/kg) i nieznacznie kadmem (0,010 mg/kg) oraz ołowiem (0,023 mg/kg).

Bulwy surowych ziemniaków charakteryzowały się stosunkowo dobrą jakością, na co składała się wysoka, dla tego warzywa, zawartość witaminy C (26,6 mg/100 g) oraz niski poziom zanieczyszczeń chemicznych (80,1 mg KNO_3/kg i 0,012–0,014 mg/kg kadmu i ołowiu). Obecności azotynów nie stwierdzono.

Rozkład badanych składników w korzeniu marchwi przedstawiono w tab. 4., a w bulwie ziemniaka odmiany Sokół w tab. 5.

Tabela 4

Rozkład badanych składników w korzeniu marchwi.
Distribution of investigated ingredients in carrot root.

| Badany składnik Investigated ingredient | Cały korzeń Whole root | Skórka Peel | Kora Cortex | Rdzeń Core |
|---|---------------------------|----------------|----------------|---------------|
| Udział wagowy (%) % of total weight | 100 | 15 – 15,2 | 43 – 43,2 | 41,8 – 42 |
| Sucha masa / Dry matter (%) | 11,1±0,1 | 13,2±0,2 | 10,8±0,1 | 9,9±0,1 |
| Karotenoidy / Carotenoides (mg/100g) | 14,0±0,2 | 14,3±0,2 | 17,2±0,3 | 11,9±0,2 |
| Azotany / Nitrates (mg KNO_3/kg) | 483±17 | 178±12 | 254±15 | 781±15 |
| Azotyny / Nitrites (mg NaNO_2/kg) | 0,80±0,12 | 0,76±0,08 | 0,60±0,10 | 0,85±0,07 |
| Ołów / Lead (mg/kg) | 0,023±0,003 | 0,074±0,002 | 0,017±0,001 | 0,015±0,001 |
| Kadm / Cadmium (mg/kg) | 0,010±0,005 | 0,015±0,004 | 0,009±0,002 | 0,008±0,002 |

± odchylenie standardowe.

± standard deviation.

Rozmieszczenie badanych składników w korzeniu marchwi było nierównomierne. Największą zawartość suchej masy stwierdzono w skórce, nieco mniejszą w korze i najmniejszą w rdzeniu. Z kolei najwięcej karotenoidów znajdowało się w korze, gdzie stanowiły one około 51% ich całkowitej zawartości, natomiast w rdzeniu i w skórce stanowiły one odpowiednio 34 i 14,7%. Najwięcej azotanów oznaczono w rdzeniu, gdzie stanowiły one około 70% całkowitej zawartości. W korze znajdowało się ich mniej, ok. 23%, a w skórce ok. 6% całkowitej zawartości. Azotyny były rozmieszczone w korzeniu marchwi równomiernie. Podobny rozkład azotanów i azotynów stwierdzili w badaniach inni autorzy [8, 20, 21, 22, 27].

Tabela 5

Rozkład badanych składników w bulwie ziemniaka.
Distribution of investigated ingredients in potato tuber.

| Badany składnik Investigated ingredient | Bulwa cała Whole tuber | Skórka Peel | Warstwa zewewnętrzna Outer layer | Warstwa środkowa Inner layer | Warstwa centralna Center layer |
|---|---------------------------|----------------|--|------------------------------------|--------------------------------------|
| Udział wagowy (%) % of total weight | 100 | 16,5 | 43,3 | 23,1 | 17,1 |
| Sucha masa / Dry matter (%) | 20,1±0,4 | 18,4±0,3 | 22,2±0,4 | 21,1±0,4 | 18,4±0,5 |
| Witamina C / Vitamin C (mg/100 g) | 27,6±0,5 | 16,3±0,6 | 31,8±1,8 | 28,1±1,9 | 23,7±0,6 |
| Azotany / Nitrates (mg KNO ₃ /kg) | 80,2±3,0 | 241,1±5,8 | 109,6±4,8 | 51,9±1,5 | 30,4±0,8 |
| Ołów / Lead (mg/kg) | 0,014±0,002 | 0,024±0,003 | 0,020±0,001 | 0,012±0,002 | – |
| Kadm / Cadmium (mg/kg) | 0,012±0,001 | 0,014±0,002 | 0,014±0,001 | 0,010±0,003 | 0,010±0,001 |

± odchylenie standardowe

± standard deviation.

Najwyższą zawartość kadmu i ołowiu stwierdzono w skórce marchwi, odpowiednio ok. 20% i ponad 40% całkowitej zawartości tych zanieczyszczeń w korzeniu. W korze i rdzeniu określono zbliżone zawartości zarówno kadmu, jak i ołowiu. Kadm jest kumulowany w tkankach korzeniowych i łatwo podlega transportowi w roślinie, co tłumaczy fakt mniejszego zróżnicowania jego zawartości w poszczególnych częściach. Ołów należy do pierwiastków mało ruchliwych i charakteryzuje się niską biodostępnością dla roślin przez system korzeniowy, dlatego też osadza się głównie w częściach zewnętrznych roślin. Pomimo jego słabej przyswajalności kumulowany jest również w korzeniach na skutek zatrzymywania na błonach komórkowych [13]. Według Wieczorek i Kostrzewy [28] podobnie, jak w przeprowadzonych badaniach, największe zawartości kadmu i ołowiu koncentrują się w skórce.

Zawartość witaminy C w bulwie ziemniaka była najwyższa w warstwie położonej tuż pod skórka (31,8 mg/100 g), podczas gdy sama skórka zawierała jej najmniej (16,3 mg/100 g). W pozostałej części ziemniaka zawartość tej witaminy zmniejszała się w kierunku środka bulwy. Analogiczny rozkład stwierdzono w przypadku suchej masy. Badania rozkładu zanieczyszczeń wykazały największą ich koncentrację w skórce (241 mg KNO₃/kg i 0,024 mg Pb/kg), a zawartość ich obniżała się w miarę przesuwania w głąb ziemniaka, do 30 mg /kg w przypadku azotanów i ilości niewykrywalnych w przypadku ołowiu. Wyjątek stanowił kadm, którego rozmieszczenie w bulwie było równomierne (0,01–0,014 mg /kg).

Wpływ obróbki wstępnej na jakość warzyw

Pierwszym etapem procesu kulinarnego, wpływającym na zmiany zawartości poszczególnych składników, była obróbka wstępna. Wyniki dotyczące jej wpływu na jakość badanych warzyw przedstawiono w tab. 6.

Tabela 6

Wpływ procesu obierania na zawartość wybranych składników w badanych warzywach.
Effect of peeling on investigated vegetables composition.

| Badany składnik Investigated ingredient | Zmiana zawartości po obraniu / Changes after peeling (%) | |
|--|--|-------------------|
| | Marchew / Carrot | Ziemniak / Potato |
| Sucha masa / Dry matter | ↑2,2 | ↓3,0* |
| Karotenoidy / Carotenoides | ↓6,7* | – |
| Witamina C / Vitamin C | – | ↓3,6* |
| Azotany / Nitrates | ↑15,1* | ↓36* |
| Azotyny / Nitrites | bez zmian | – |
| Kadm / Cadmium | ↓12,6* | ↓16,7 |
| Ołów / Lead | ↓56,8* | ↓28,6* |

* różnice statystycznie istotne na poziomie istotności 0,05 / differences statistically significant at the level $\alpha = 0,05$.

Rozmieszczenie składników w marchwi decydowało o większej zawartości azotanów w produkcie po obraniu (o 15%), ze względu na największy ich poziom w rdzeniu korzenia. Stwierdzono również statystycznie istotne obniżenie zawartości karotenoidów (7%), przy jednoczesnym usuwaniu kadmu (o ok. 13%) i ołowiu (o ok. 57%), których największa koncentracja występowała w warstwie zewnętrznej – skórce. Poziom azotynów w korzeniu był wyrównany, stąd po obraniu nie obserwowano zmian ich zawartości.

Proces obierania korzystnie wpływał na jakość ziemniaków (tab. 6), gdyż w niewielkim stopniu obniżał zawartość witaminy C (3–4%) i suchej masy, usuwając jednocześnie znacznie zawartość azotanów (ok. 35%) oraz ołowiu (29%) i kadmu (17%). Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ procesu obierania na obniżenie zawartości wszystkich badanych wyróżników, z wyjątkiem kadmu.

Podobny poziom strat witaminy C (3–8%) podczas obróbki wstępnej ziemniaków uzyskał Gołaszewski i wsp. [9]. W przypadku obniżenia zawartości kadmu i ołowiu (30%) zbliżone wyniki uzyskał również Nabrzyski i wsp. [19]. Niższe straty podczas obierania ziemniaków uzyskali natomiast Szponar i wsp. [26] oraz Markowska i wsp. [18], badając zawartość azotanów.

Wpływ sposobu obróbki termicznej na jakość warzyw

Kolejnym etapem procesu kulinarnego decydującym o jakości warzyw jest gotowanie, co wynika zarówno ze stosowania wysokich temperatur niszczących niektóre składniki odżywcze, jak i obecności wody wypłukującej składniki. Jednoczynnikowa analiza wariancji wykazała, że sposób gotowania istotnie wpływał na zawartość badanych składników we wszystkich ocenianych warzywach. Wyniki dotyczące wpływu sposobu gotowania na jakość warzyw przedstawiono w tab. 7–8.

Metody gotowania w małej ilości wody (tab. 7) nie wpływały na obniżenie zawartości azotanów, azotynów, kadmu i ołowiu w warzywach, powodując nawet ich niewielkie wzrosty, związane z przyrostem zawartości suchej masy podczas procesu. Stosowanie tych metod obniżało jednocześnie w niewielkim stopniu zawartość witaminy C, w brukselce o około 4–11% i w ziemniakach o 7–17% oraz zwiększało zawartość karotenoidów w marchwi o 3–18%. Przeliczanie wyników na suchą masę pozwoliło na ustalenie faktycznych zmian zawartości tych składników (tab. 7–8).

Metody gotowania w szybkowarze czy kuchni mikrofalowej sprzyjają lepszemu zachowaniu witaminy C poprzez skrócenie czasu obróbki i ograniczenie ilości wody użytej do gotowania. Gotując w mikrofalach unika się dodatkowo intensywnego wrzenia roztworu co zabezpiecza tkanki i komórki warzyw przed rozrywaniem, w związku z czym zmniejsza się wypłukiwanie witamin i soli mineralnych do roztworu. Ponadto gwałtowny wzrost temperatury wewnątrz produktu unieczynnia działanie enzymów utleniających.

Znacznie wyższe straty składników odżywczych spowodowane były stosowaniem metod z użyciem dużej ilości wody, które prowadziły do obniżenia zawartości witaminy C, w brukselce o 28–39%, w ziemniakach o 14–41% i karotenoidów, w marchwi o około 1–9%, dając jednocześnie lepsze efekty usuwania zanieczyszczeń. Obecności dużej ilości wody wpływała na zwiększoną elucjację zanieczyszczeń, będąc podstawową drogą ich usuwania.

Zawartość azotanów w ziemniakach była obniżona o 9–13%, a kadmu i ołowiu o 20–30% (w zależności od użytej metody). W brukselce, ze względu na nieznaczne ilości kadmu i ołowiu nie badano tych składników, natomiast po gotowaniu wymienionymi metodami stwierdzono obniżenie zawartości azotanów o 28–57%. W marchwi, gotowanej w dużej ilości wody, obniżenie zawartości azotanów wynosiło odpowiednio 50–60%, uzyskano też dość znaczne usunięcie kadmu (20–28%) i ołowiu (14–33%).

Omawiając wpływ gotowania na jakość warzyw należy zaakcentować niekorzystne oddziaływanie tradycyjnej metody gotowania w wodzie, z rozpoczęciem procesu od wody zimnej, tak często stosowanej w naszym kraju w gospodarstwach domowych. Stosując tę metodę uzyskujemy najwyższe straty witaminy C (41% w ziemniakach i 39% w brukselce), z uwagi na stworzenie optymalnych warunków dla działania askorbinazy odpowiedzialnej za rozkład tej witaminy, której optimum działania przypada na

Tabela 7

Wpływ sposobu gotowania na wartość odżywczą badanych warzyw.
Effect of cooking method on nutritional value of investigated vegetables.

| Surowiec Material | Badany składnik Investigated ingredient | Zawartość w surowcu Content in raw material | Zmiany zawartości po ugotowaniu / Changes after cooking (%) | | | | | | |
|----------------------------------|--|--|---|--|--|--|-----------------|--|--|
| | | | garnku od | | szybkowarze | | | kuchni mikro- falowej in microwave oven | garnku akutermicznym in acuthermal pot |
| | | | wrzątku in pot starting from boiling water | zimnej wody in pot starting from cold water | w wodzie in pressure cooker in water | w parze in pressure cooker in steam | | | |
| Brukselka Brussels sprouts | Sucha masa Dry matter (%) | 17,0±0,2 | ↓12,9 | ↓12,4 | ↓19,4 | ↑7,6 | ↑9,4 | ↑4,7 | |
| | Witamina C Vitamin C (mg/100 g) | 191,9±1,0 | ↓27,6 (↓16,8) | ↓38,6 (↓29,9) | ↓31,3 (↓14,8) | ↓7,7 (↓14,2) | ↓3,7 (↓12,0) | ↓10,6 (↓14,6) | |
| Marchew Carrot | Sucha masa Dry matter (%) | 12,0±0,1 | ↓6,7 | ↓8,3 | ↓2,5 | ↑8,3 | ↑26,6 | ↑4,2 | |
| | Karotenoidy Carotenoids (mg/100 g) | 14,0±0,5 | ↓7,1 (↓0,5) | ↓8,6 (↓0,3) | ↓1,4 (↑0,7) | ↑2,8 (↓5,1) | ↑17,9 (↓7,0) | ↑0,7 (↓3,3) | |
| Ziemiak Potato | Sucha masa Dry matter (%) | 19,4±0,2 | ↑11,2 | ↑8,6 | ↑8,6 | ↑19,8 | ↑22,9 | ↑19,3 | |
| | Witamina C Vitamin C (mg/100 g) | 26,6±1,3 | ↓20,3 (↓29,4) | ↓41,0 (↓45,7) | ↓26,3 (↓32,5) | ↓17,3 (↓32,6) | ↓7,5 (↓26,5) | ↓16,2 (↓31,0) | |

± odchylenie standardowe / ± standard deviation.

↑ ↓ kierunek zmian / trend of changes.

w nawiasach podano wyniki po przeliczeniu na suchą masę / results as % of dry matter are given in brackets.

Wpływ sposobu gotowania na poziom zanieczyszczeń w badanych warzywach.
Effect of cooking method on contamination level in investigated vegetables.

| Surowiec Material | Oznaczany składnik Investigated ingredient | Zawartość w surowcu Content in raw material | Zmiany zawartości po ugotowaniu / Changes after cooking (%) | | | | | | | |
|---------------------------------|---|--|--|--|---|---|--|---|----------------------|--|
| | | | w garnku od wrzątku in pot starting from boiling water | w garnku od zimnej wody in pot starting from cold water | w szybkowarze w wodzie in pressure cooker in water | w szybkowarze w parze in pressure cooker in steam | w kuchni mikrofalowej in microwave oven | w garnku akutermicznym in acuthermal pot | | |
| Brukselka Brussels sprout | Azotany / Nitrates (mg KNO ₃ /kg) | 58,0±2,5 | ↓55,3 (↓48,6) | ↓60,1 (↓54,5) | ↓50,3 (↓38,4) | ↑4,0 (↓3,5) | ↑8,4 (↓0,9) | ↑8,4 (↓0,9) | ↑5,0 (bez zmian) | |
| | Azotyny / Nitrites (mgNaNO ₂ /kg) | 1,2±0,05 | ↓16,7 (↓4,2) | ↓0,8 (↑13,3) | Bez zmian (↑24,2) | ↑11,7 (↑3,3) | ↑17,5 (↑7,5) | ↑17,5 (↑10,8) | ↑15,8 (↑10,8) | |
| | Azotany / Nitrates (mgKNO ₃ /kg) | 556±33 | ↓55,0 (↓51,8) | ↓56,8 (↓52,8) | ↓28,0 (↓26,2) | ↑8,4 (bez zmian) | ↑13,1 (↓10,7) | ↑13,1 (↓10,7) | ↓2,0 (↓5,9) | |
| Marchew Carrot | Azotyny / Nitrites (mgNaNO ₂ /kg) | 0,8±0,05 | ↓12,5 (↓6,3) | ↓25,0 (↓18,8) | ↓37,5 (↓36,3) | Bez zmian (↓7,5) | ↓6,2 (↓26,3) | ↓6,2 (↓26,3) | ↓25,0 (↓27,5) | |
| | Kadm / Cadmium (mg/kg) | 0,566±0,002 | ↓24,2 (↓12,9) | ↓27,7 (↓14,5) | ↓19,8 (↓9,4) | ↑25,3 (↓0,5) | ↑38,9 (↓2,3) | ↑38,9 (↓2,3) | ↑6,2 (↓1,2) | |
| | Ołów / Lead (mg/kg) | 0,146±0,003 | ↓22,6 (↓11,0) | ↓32,8 (↓20,5) | ↓14,4 (↓3,4) | ↑15,8 (↓8,2) | ↑26,0 (↓11,6) | ↑26,0 (↓11,6) | ↑8,9 (↑1,4) | |
| Ziemniak Potato | Azotany / Nitrates (mgKNO ₃ /kg) | 51,2±3,5 | ↓10,9 (↓18,8) | ↓10,4 (↓17,9) | ↓12,1 (↓18,7) | ↓0,4 (↓15,8) | ↑1,0 (↓16,1) | ↑1,0 (↓16,1) | ↑0,2 (↓14,9) | |
| | Kadm / Cadmium (mg/kg) | 0,010±0,003 | ↓20,0 (↓27,5) | ↓30,0 (↓35,3) | ↓20,0 (↓25,5) | ↑10,0 (↓9,8) | ↑10,0 (↓9,8) | ↑10,0 (↓9,8) | Bez zmian (↓15,7) | |
| | Ołów / Lead (mg/kg) | 0,010±0,001 | ↓30,0 (↓35,2) | ↓30,0 (↓35,2) | ↓30,0 (↓35,2) | Bez zmian (↓17,6) | ↑10,0 (↓9,8) | ↑10,0 (↓9,8) | Bez zmian (↓15,7) | |

± odchylenie standardowe / ± standard deviation.

↑↓ kierunek zmian / trend of changes.

w nawiasach podano wyniki po przeliczeniu na suchą masę / results as % of dry matter are given in brackets.

40–70°C.

Uzyskane wyniki potwierdzają również inni badacze [2, 10, 11, 23]. Stwierdzili oni wyższe straty witaminy C (do 55%) po gotowaniu brukselki w dużej ilości wody, a w metodach z małą ilością wody lub w parze do 22%. Nieliczne dane [6, 16] wskazują na obniżenie zawartości azotanów w brukselce, gotowanej w dużej ilości wody, o 47%, a zawartości azotynów dochodzące do 100%, przy niskim poziomie wyjściowym.

Wieczorek i wsp. [27, 28] podają w gotowanej marchwi wyższe niż w uzyskanych wynikach obniżenie zawartości karotenoidów nawet o 24% oraz usunięcie 35–44% azotanów i azotynów, ponad 40% kadmu i o 6–47% ołowiu, przy czym zaczynając proces od zimnej wody uzyskiwano wyższy stopień usunięcia tych składników.

Gołaszewski i wsp. [9] i Rumm – Kreuter i Demmel [20] podczas gotowania ziemniaków w garnku z dużą ilością wody od wrzątku, uzyskali straty witaminy C na poziomie 12–27%. Somogyi [24] i Cieślik [4] gotując ziemniaki w szybkowarze stwierdzili odpowiednio 28% i 20% strat tego składnika. Z kolei gotowanie ziemniaków w mikrofalach powodowało obniżenie zawartości tej witaminy o 8% [4] lub 12% [20]. Wyższe natomiast usuwanie azotanów (50%) określiły Cieślik [5] oraz Markowska i wsp. [18], podczas tradycyjnego gotowania w wodzie.

Jakość sensoryczna warzyw gotowanych różnymi metodami była stosunkowo wysoka, wykazując niewielkie zróżnicowanie między metodami „suchymi” i „mokrymi”. Wyniki dotyczące jakości ogólnej będącej wypadkową barwy, smaku, zapachu i konsystencji zamieszczono w tab. 9.

W przypadku gotowania brukselki, najlepszą jakością sensoryczną uzyskuje się przy gotowaniu w garnku od wody zimnej, ze względu na korzystną barwę. Barwa brukselki wydaje się być najważniejszym wskaźnikiem w ocenie sensorycznej. Przeprowadzona jednoczynnikowa analiza wariancji wykazała istotne różnice jedynie w barwie gotowanej różnymi sposobami brukselki i nieistotne różnice w przypadku innych wyróżników jakości sensorycznej. Na uzyskanie korzystnej barwy warzyw zielonych, podczas gotowania od wody zimnej, wpływa przedłużona działalność chlorofilazy, która w optimum temperaturowym 77°C przeprowadza chlorofil w intensywnie zieloną chlorofilinę. Metoda ta prowadzi jednak do znacznych strat witaminy C, do około 39%, ze względu na korzystne warunki także w przypadku działania askorbinazy [7]. Ze względu na fakt, że pozostałe metody gotowania prowadzą do uzyskania zbliżonej jakości produktu, przy wyborze sposobu gotowania brukselki należy kierować się miernikami wartości odżywczej, a nie jakością sensoryczną.

Najlepszą jakością sensoryczną marchwi uzyskano gotując ją w garnku od wrzącej wody, a także w metodach „suchych”. W przypadku ziemniaków nieco niższe oceny smaku i zapachu uzyskano przy zastosowaniu metod „mokrych” z uwagi na wyplukiwanie substancji smakowo-zapachowych do wywaru.

Tabela 9

Jakość sensoryczna gotowanych warzyw.
Sensory quality of boiled vegetables.

| Surowiec Material | Sposób gotowania / Cooking method | | | | | |
|-------------------------------|--|---|-------------------------------------|---------------------|---|--|
| | W garnku / In pot | | W szybkowarze In pressure cooker | | W garnku akutermicznym In acuthermal pot | W kuchni mikrofalowej In micro- wave oven |
| | Od zimnej wody Starting from cold water | Od wrzątku Starting from boiling water | W wodzie In water | W parze In steam | | |
| Brukselka* Brussels sprout | 8,5 ±1,1 | 7,0 ±1,2 | 7,0 ±0,8 | 6,9 ±1,1 | 8,0 ±0,9 | 7,3 ±0,9 |
| Marchew* Carrot | 7,6 ±0,5 | 8,3 ±0,4 | 7,7 ±0,4 | 8,0 ±0,3 | 7,9 ±0,6 | 7,8 ±0,3 |
| Ziemniak** Potato | 4,0 ±0,1 | 4,3 ±0,2 | 4,0 ±0,2 | 4,4 ±0,1 | 4,5 ±0,1 | 4,4 ±0,2 |

W tabeli podano wielkości średnie, ± odchylenie standardowe / Mean ± standard deviation, are presented in the table.

* jakość oceniana metoda niestrukturowanej skali graficznej (skala 10 cm).

** jakość oceniana metoda pięciopunktową (5pkt) / quality evaluated by the use of 5-score scale method.

Wnioski

1. Wybór właściwej obróbki technologicznej warzyw powinien być uzależniony od rodzaju surowca oraz stopnia zanieczyszczenia. W przypadku warzyw będących źródłem składników termolabilnych oraz w niewielkim stopniu zanieczyszczonych chemicznie, proces powinien być przeprowadzony w jak najkrótszym czasie, przy zastosowaniu niewielkiej ilości wody (np. brukselka i ziemniaki) – w kuchni mikrofalowej, w garnku akutermicznym lub w szybkowarze w parze.
2. W przypadku warzyw zawierających składniki bardziej odporne na działanie wysokiej temperatury oraz znacznie zanieczyszczonych chemicznie, takich jak marchew, należy stosować procesy z dużą ilością wody (tradycyjnie w garnku od wrzącej i od zimnej wody, w szybkowarze w wodzie), o wydłużonym czasie trwania procesu, co sprzyja eluacji zanieczyszczeń do roztworu, pozwalając jednocześnie zachować względnie wysoką wartość odżywczą.
3. Z uwagi na wysokie straty witaminy C (ok.40%) nie zaleca się gotowania od zimnej wody warzyw będących jej znaczącym źródłem (brukselka, ziemniak).

LITERATURA

- [1] Baryłko-Pikielna N., Tyszkiewicz S.: Chemiczne skażenia żywności. Stan i źródła. Ekspertyza PAN, 1991.
- [2] Bognar A.: Nährstoffverluste bei der haushaltsmäßigen Zubereitung von Lebensmitteln. Verbraucherdienst, **28**, 8, 1983, 161 i **28**, 9, 1983, 179.
- [3] Buliński R., Kot A., Błoniarczyk J., Koktyś N.: Badania zawartości niektórych pierwiastków śladowych w produktach spożywczych krajowego pochodzenia. cz.7. Zawartość ołowiu, kadmu, cynku, miedzi, wanadu i kobaltu w warzywach i owocach. Bromatol. Chem. Toksykol., **19**, 1, 1986, 21.
- [4] Cieślak E.: Zmiany zawartości witaminy C podczas obróbki kulinarnej ziemniaków. Przeg. Gastr., **45**, 5, 1991, 14.
- [5] Cieślak E.: Zmiany azotanów i azotynów podczas obróbki kulinarnej ziemniaków. Przem. Spoż., **46**, 10, 1992, 266.
- [6] Czarniecka E., Kowalska K., Zalewski S.: Effect of Cooking Methods on Vitamin C, Nitrates and Nitrites Contents and Sensory Quality in Brussels Sprout. Pol. J. Food Nutr. Sci., **2/43**, 4, 1992, 85.
- [7] Czarniecka-Skubina E., Sałek M.: Zmiany barwy produktów żywnościowych podczas przygotowywania potraw. W: Podstawy technologii gastronomicznej, pod redakcją S. Zalewskiego, WNT, Warszawa, 1997, 96.
- [8] Denechere M., Boudoux L., Dupont O.: Resultats analytiques de carottes fraiches et de produits derives. Ann. Fals. Chim., **79**, 63, 1986, 845.
- [9] Gołaszewski K., Stegman J., Zalewski S.: Wpływ cyklu przechowalniczego i procesu technologicznego na wartość odżywczą i jakość ziemniaków gotowanych z wody. Przem. Spoż., **43**, 6, 1988, 187.
- [10] Herrmann K., Thuman I., Suter G., Nebe G.: Einfluss der Gartechniken auf den Ascorbinsäuregehalt von Kohlrabi, Rosenkohl, Blumenkohl, Bohnen und Kartoffeln. Ernähr. Umsch., **20**, 11, 1973, 438.
- [11] Iłow R., Regulska-Iłow B., Szymczak J.: Ocena strat witaminy C w wybranych warzywach gotowanych metodami konwencjonalnymi oraz w kuchence mikrofalowej. Bromatol. Chem. Toksykol., **28**, 4, 1995, 317.
- [12] Instrukcje obsługi: Orion - laboratory products group bench top pH/ISE meter instruction manual. Model 920A, Orion Research Incorporated, 1990;
Model 90-02. Double junction reference electrode instruction manual;
Model 93-07. Nitrate Electrode Instruction manual, Orion Research Incorporated, 1990.
Kabata-Pendias A., Pendias H.: Biogeochemia pierwiastków śladowych, PWN, Warszawa, 1993, 137-149, 192-209.
- [13] Kot A., Buliński R.: Zawartość pierwiastków śladowych w warzywach, owocach oraz ich przetworach. Przem. Fern., **12**, 1988, 26.
- [14] Krzysik K., Nurczyk S.: Zastosowanie szybkiej metody oznaczania azotanów za pomocą jonoanalyzera Orion, Przem. Fern., **1**, 1992, 7.
- [15] Lisiewska Z., Kmiecik W.: Zawartość azotanów i azotynów w świeżej i mrożonej kapuście brukselskiej. Bromatol. Chem. Toksykol., **22**, 2, 1989, 115.
- [16] Marchwińska E., Kucharski R.: Zawartość mikroelementów w wybranych warzywach w zależności od poziomu zanieczyszczeń powietrza, Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., **242**, 1983, 659.
- [17] Markowska A., Furmanek W.: Azotany i azotyny w warzywach. Przeg. Gastr., **6**, 1995, 7.
- [18] Nabrzyski M., Gajewska R.: Zawartość rtęci, kadmu i ołowiu w owocach, warzywach oraz w glebie. Roczn. PZH, **33**, 3, 1982, 121.
- [19] Rumm - Kreuter D., Demmel I.: Comparison of Vitamin C Losses in Vegetables Due to Various Cooking Methods. J. Nutr. Sci. Vitaminol., **36**, 1990, S7.

- [20] Schuster B.E., Lee K.: Nitrate and Nitrite Methods of Analysis and Levels in Raw Carrots, Processed Carrots and in Selected Vegetables and Grain Products. *J. Food Sci.*, **52**, 6, 1987, 1632.
- [21] Sokołow O.A.: Osobiennosti raspredielenija nitratow w owoszczach. *Kartoffel i Owoszczy*, **6**, 1987, 21.
- [22] Somogyi J.C.: Einfluss der Zubereitungsweise auf den Vitamin C – Gehalt von Kartoffeln und Gemüse. *Ernahr. Umsch.*, **22**, 2, 1975, 42.
- [23] Somogyi J.C.: Influence of Food Preparation on Nutritional Quality. *J. Nurt. Sci. Vitaminol.*, **36**, 1990, S1.
- [24] Szponar I, Respondek W.: Spożycie witamin i mikroelementów przez wybrane grupy ludności w Polsce. Materiały konferencji n.t. „Witaminy i mikroelementy w żywieniu człowieka - biodostępność i stan odżywienia”. Warszawa, 2 - 3.06.1998.
- [25] Szponar L., Traczyk I.: Azotany i azotyny w żywności, racjach pokarmowych i płynach biologicznych. I Krajowy Kongres: *Żywność, żywienie i zdrowie.*, 30.05 – 1.06.1994.
- [26] Wieczorek C., Motyka M., Pecka W., Zalewski S.: Effect of culinary processes on nitrate, nitrite and carotenoids content in carrot. *Pol. J. Food Nutr.Sci.*, **3/44**, 3, 1994, 127.
- [27] Wieczorek C., Kostrzewa M.: Wpływ procesu kulinarnego na zawartość ołowiu i kadmu w marchwi, *Rocz. PZH*, **48**, 2, 1997, 187-192.
- [28] Wieczorek C: Metodyka oznaczania azotanów w warzywach, Materiały niepublikowane.
- [29] Zalewski S.: Ocena przydatności odmian warzyw na przykładzie ziemniaków. W: *Podstawy technologii gastronomicznej*, WNT Warszawa, 1997, 257.
- [30] Zawadzka T., Wojciechowska-Mazurek M., Starska K., w: *Metoda oznaczania zawartości ołowiu, kadmu, miedzi i cynku w produktach spożywczych techniką płomieniowej absorpcyjnej spektrometrii atomowej*. Wydawnictwo Metodyczne PZH, Warszawa, 1996.

EFFECT OF CULINARY PROCESS ON SELECTED VEGETABLES QUALITY

S u m m a r y

Effect of peeling and cooking method on selected vegetables quality described by nutritional value, sensory quality and contamination level was investigated. Six cooking methods were used: in pot starting process from cold and boiling water; in pressure cooker in water and in steam; in microwave oven and in acuthermal pot. Cooking method should be depended on nutritional value and contamination level. For noncontaminated vegetables cooking methods with small amounts of water should be used because it allows to retain nutrients. Cooking methods with a lot amount of water should be advised for contaminated vegetables. ☒