

SZYMON ANDRZEJWSKI, ANNA SYLWIA TARCZYŃSKA

**POZIOM MARNOTRAWSTWA SUROWCÓW ROŚLINNYCH NA ETAPIE
OBRÓBKİ WSTĘPNEJ BRUDNEJ W GASTRONOMII – STUDIUM
PRZYPADKU RESTAURACJI HOTELOWEJ**

Streszczenie

Wprowadzenie. Obróbka wstępna brudna surowców roślinnych stanowi podstawowy etap procesu technologicznego w gastronomii, przygotowując surowiec do dalszych etapów produkcji potraw. Etap ten może generować istotny poziom ubytków surowcowych, które mają znaczenie technologiczno-ekonomiczne, dlatego ich monitorowanie stanowi ważny element racjonalnego gospodarowania żywnością w zakładach gastronomicznych. Celem badania było określenie poziomu marnotrawstwa surowców pochodzenia roślinnego powstającego na etapie obróbki wstępnej brudnej w gastronomii. Dodatkowym celem było zidentyfikowanie surowców generujących największe ubytki oraz określenie ich poziomu zarówno w ujęciu ilościowym, jak i ekonomicznym. Badania przeprowadzono w kuchni restauracyjnej działającej w obiekcie hotelowym w północno-wschodniej Polsce, obsługującej gości indywidualnych, hotelowych oraz przyjęcia okolicznościowe. Pomiary prowadzono przez 7 dni w maju 2025 roku, w okresie wysokiej intensywności pracy kuchni. Rejestrowano masę surowców roślinnych przed obróbką wstępną brudną i po niej, na podstawie czego określono wielkość strat (kg i %). Dodatkowo oszacowano wartość ekonomiczną strat na podstawie cen jednostkowych z dokumentacji księgowej zakładu. Obróbka surowców była prowadzona manualnie.

Wyniki i wnioski. Łączna masa analizowanych surowców roślinnych wyniosła 298,33 kg, z czego po obróbce wstępnej uzyskano 231,39 kg półproduktów. Masa ubytków wyniosła 66,94 kg (22,44 %), a ich wartość ekonomiczna została oszacowana na 389,98 zł przy całkowitej wartości surowców 1903,58 zł. Największe ubytki masowe dotyczyły ziemniaków, natomiast najwyższe ubytki procentowe odnotowano w przypadku ananasa i kiwi, co wynikało głównie z dużego udziału części niejadalnych oraz konieczności ich usuwania podczas obróbki ręcznej. Uzyskane wyniki wskazują, że obróbka wstępna surowców roślinnych może stanowić istotne źródło marnotrawstwa żywności w gastronomii, a ich monitorowanie może wspierać działania ograniczające marnotrawstwo, m.in. poprzez dobór metod obróbki, jak i zagospodarowanie produktów ubocznych.

Słowa kluczowe: obróbka wstępna, straty technologiczne, surowce roślinne, marnotrawstwo żywności, gastronomia, case study

*Mgr inż. S. Andrzejewski ORCID: 0000-0001-7019-5235; dr hab. inż. prof. UWM A.S. Tarczyńska ORCID: 0000-0003-2144-544X, Katedra Mleczarstwa i Zarządzania Jakością, Wydział Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, ul. M. Oczapowskiego 7, 10-719 Olsztyn.
Kontakt: szymon.andrzejewski@doktorant.uwm.edu.pl*

Wprowadzenie

Marnowanie żywności stanowi istotny problem środowiskowy, ekonomiczny oraz społeczny współczesnych systemów żywnościowych. Zgodnie z definicją FAO marnotrawstwo żywności obejmuje zmniejszenie ilości lub jakości żywności na różnych etapach łańcucha żywnościowego, w tym na poziomie sprzedaży detalicznej, gastronomii oraz konsumentów, prowadzące do jej niewykorzystania zgodnie z pierwotnym przeznaczeniem [5]. Zjawisko to wiąże się nie tylko z utratą surowców i wartości odżywczej żywności, lecz również z nieuzasadnionym zużyciem zasobów naturalnych wykorzystywanych w procesie jej produkcji, takich jak woda, energia czy nakłady pracy, co dodatkowo zwiększa presję środowiskową systemów żywnościowych [4, 25].

Istotnym ogniwem łańcucha żywnościowego generującym marnotrawstwo żywności jest sektor gastronomiczny, w którym zjawisko to występuje zarówno na etapie magazynowania, produkcji potraw, jak i dystrybucji oraz konsumpcji [15, 16]. Szczególne znaczenie w tym zakresie ma etap przygotowania surowców do dalszych procesów technologicznych, obejmujący operacje takie jak sortowanie, mycie, obieranie, przycinanie oraz usuwanie części niejadalnych [13]. Operacje te stanowią standardowy element procesu technologicznego w gastronomii, jednak ich niewłaściwa organizacja lub brak standaryzacji może prowadzić do powstawania istotnych ubytków surowcowych [15].

Surowce pochodzenia roślinnego należą do grup szczególnie narażonych na marnotrawstwo w końcowych etapach łańcucha żywnościowego. W strukturze marnowanej żywności znaczący udział stanowią warzywa i owoce, które ze względu na wysoką zawartość części niejadalnych, podatność na uszkodzenia mechaniczne oraz ograniczoną trwałość przechowalniczą wykazują podwyższoną podatność na powstawanie ubytków technologicznych i organizacyjnych [25]. W warunkach produkcji gastronomicznej dodatkowym czynnikiem wpływającym na wielkość strat jest konieczność uzyskania odpowiedniej jakości surowca do dalszych procesów kulinarnych, co często wiąże się z usuwaniem znacznej części surowca w trakcie obróbki wstępnej.

Etap obróbki wstępnej brudnej surowców roślinnych obejmuje przede wszystkim operacje przygotowawcze mające na celu usunięcie zanieczyszczeń oraz części niejadalnych, a także nadanie surowcowi formy umożliwiającej jego dalsze wykorzystanie w procesie technologicznym [12]. W badaniach wskazano, że wielkość ubytków powstających na tym etapie zależy od rodzaju surowca, stopnia jego dojrzałości, jakości handlowej, sposobu przeprowadzania czynności oraz kompetencji personelu wykonującego operacje technologiczne [23, 24, 26]. Ubytki te obejmują zarówno frakcję niejadalną wynikającą z właściwości morfologicznych surowca, jak i część jadalną traconą w wyniku nieoptymalnego przebiegu procesu technologicznego. Skala marnotrawstwa żywności w gastronomii hotelowej pozostaje w ścisłym związku z organizacją produkcji potraw, planowaniem zakupów oraz zarządzaniem zapasami

surowców. Do marnotrawstwa żywności w obiektach hotelarskich dochodzi na różnych etapach funkcjonowania zaplecza gastronomicznego, przy czym istotnym obszarem jego generowania jest etap przygotowania technologicznego surowców. Identyfikacja tych miejsc stanowi jeden z podstawowych elementów działań ograniczających marnotrawstwo żywności w gastronomii hotelowej [3].

W warunkach gastronomicznych ograniczanie ubytków surowcowych stanowi istotny element racjonalnego gospodarowania żywnością oraz poprawy efektywności ekonomicznej produkcji potraw. Wdrażanie standaryzowanych procedur przygotowania surowców, szkolenie personelu oraz wykorzystanie produktów ubocznych powstających podczas obróbki wstępnej jako komponentów bulionów lub półproduktów kulinarnych wskazywane są jako skuteczne narzędzia ograniczania marnotrawstwa żywności w zakładach gastronomicznych [3, 15, 17, 19]. Pomimo rosnącego zainteresowania problematyką marnotrawstwa żywności w sektorze HoReCa (Hotel, Restaurant, Catering/Café) nadal obserwuje się ograniczoną liczbę badań dotyczących ilościowej oceny strat surowców powstających na etapie obróbki wstępnej w rzeczywistych warunkach funkcjonowania zakładów gastronomicznych, szczególnie w odniesieniu do obiektów hotelowych.

Obróbka wstępna brudna surowców roślinnych stanowi jeden z kluczowych etapów procesu technologicznego w gastronomii. Etap ten może generować istotny poziom ubytków surowcowych, wpływających zarówno na koszty funkcjonowania zakładu gastronomicznego, jak i ilość wytwarzanych bioodpadów oraz organizację i dokładność realizacji operacji obróbki wstępnej w warunkach gastronomicznych. Badania wskazują, że znaczna część marnotrawstwa żywności w gastronomii powstaje już na etapie przygotowania i przechowywania surowców, a nie dopiero podczas ekspedycji potraw [6, 7, 9].

W związku z powyższym celem niniejszego badania było określenie poziomu marnotrawstwa surowców pochodzenia roślinnego powstających na etapie obróbki wstępnej brudnej w warunkach produkcyjnych restauracji hotelowej oraz identyfikacja surowców generujących największe straty masowe i ekonomiczne.

Kontekst i metodologia badania

Charakterystyka obiektu

Badanie zostało przeprowadzone w kuchni restauracyjnej funkcjonującej w obiekcie hotelowym zlokalizowanym w południowej części średniej wielkości miasta wojewódzkiego w północno-wschodniej Polsce. Obiekt ten usytuowany jest w spokojnej, zielonej okolicy, w pobliżu uczelni wyższej i głównych tras komunikacyjnych, co czyni go dogodnym miejscem zarówno dla gości indywidualnych, jak i grup zorganizowanych. Hotel dysponuje bazą noclegową oraz zapleczem gastro-

miczno-konferencyjnym, umożliwiającym obsługę gości hotelowych oraz uczestników przyjęć, bankietów i szkoleń. Szczególnie istotną rolę odgrywa restauracja, która codziennie obsługuje gości hotelowych w formule bufetu śniadaniowego, serwuje dania à la carte dla gości indywidualnych, a także organizuje liczne przyjęcia okolicznościowe, takie jak komunie, chrzciny, jubileusze i przyjęcia firmowe. Badanie zostało przeprowadzone w maju – miesiącu charakteryzującym się zwiększoną liczbą wydarzeń rodzinnych i indywidualnych uroczystości, co wiązało się ze wzmożoną pracą kuchni i dużą różnorodnością przygotowywanych potraw. Okoliczność ta miała istotne znaczenie dla obserwowanego poziomu strat, gdyż przy wysokim natężeniu produkcji gastronomicznej zarządzanie surowcami i dokładność realizacji etapów obróbki surowców nabierają szczególnego znaczenia.

Zakres i metody badania

Badanie objęło analizę ubytków surowców pochodzenia roślinnego na etapie obróbki wstępnej brudnej, realizowanej w warunkach rzeczywistego funkcjonowania kuchni restauracyjnej. Skupiono się wyłącznie na surowcach nieprzetworzonych, dostarczanych do zakładu w stanie surowym, wymagających ręcznego oczyszczania, obierania lub usuwania niejadalnych części, takich jak skórki, gniazda nasienne, łodygi czy tzw. końcówki. Badaniem nie objęto ubytków związanych z niewykorzystaniem produktów po obróbce, ubytków magazynowych, wynikających z błędów technologicznych ani odpadów pokonsumpcyjnych. Analizie poddano wyłącznie ubytki powstające podczas obróbki wstępnej surowców roślinnych, która w badanym obiekcie odbywa się manualnie, bez użycia urządzeń mechanicznych.

Dane były zbierane codziennie przez siedem kolejnych dni maja 2025 roku, w dniach wzmożonej pracy kuchni związanej z obsługą licznych przyjęć rodzinnych i okolicznościowych. Pomiarów dokonywano bez ingerencji w standardowy przebieg pracy kuchni, co pozwoliło na uzyskanie obiektywnego obrazu strat w warunkach intensywnej produkcji gastronomicznej.

Pomiar obejmował:

1. ważenie surowców przed obróbką (masa całkowita),
2. ważenie surowców po obróbce (masa części jadalnej),

Pomiarów dokonywano przy użyciu precyzyjnej wagi elektronicznej (CAS SW-II, Polska). Dane zapisywano w przygotowanej wcześniej karcie ewidencyjnej, zawierającej takie elementy jak: nazwa produktu, masa przed obróbką i po niej. Rejestracji danych dokonywał wyznaczony pracownik kuchni.

Na podstawie uzyskanych wyników pomiarów oraz danych dotyczących cen jednostkowych surowców obliczono następujące wskaźniki strat surowcowych i ekonomicznych:

1. masę ubytków surowców,

2. udział procentowy ubytków masowych,
3. wartość strat ekonomicznych,
4. udział strat ekonomicznych w strukturze analizowanych grup surowców,
5. średnią jednostkową wartość strat ekonomicznych.

Obliczenia przeprowadzono z wykorzystaniem zależności przedstawionych w Tabeli 1.

Tabela.1. Wskaźniki zastosowane do analizy strat surowcowych

Table 1. Indicators used for the analysis of raw material losses

Nazwa wskaźnika/ Indicator	Wzór/ Formula	Opis/ Description
Masa ubytków surowcowych [kg] / Mass of raw material losses [kg]	$m_u = m_p - m_j$	różnica pomiędzy masą surowca przed obróbką a masą części jadalnej po obróbce / difference between raw material mass before processing and edible portion mass after processing
Udział ubytków masowych [%] / Share of mass losses [%]	$S_u = \frac{m_u}{m_p} \times 100$	udział masy ubytków w masie początkowej surowca / share of losses relative to initial raw material mass
Wartość strat ekonomicznych [zł] / Economic loss value [PLN]	$S_e = m_u \times c$	wartość strat obliczona na podstawie masy ubytków i ceny jednostkowej surowca / economic losses calculated based on loss mass and unit price
Udział strat ekonomicznych [%] / Share of economic losses [%]	$U_e = \frac{S_{e,i}}{S_{e,tot}} \times 100$	udział strat ekonomicznych danego surowca lub grupy surowców w całkowitej wartości strat ekonomicznych wszystkich analizowanych surowców / share of economic losses of a given raw material or raw material group in total economic losses of all analyzed raw materials
Średnia jednostkowa wartość strat ekonomicznych [zł/kg] / Mean unit economic loss [PLN/kg]	$S_{e,j} = \frac{\sum S_e}{\sum m_p}$	średnia wartość strat ekonomicznych przypadająca na 1 kg surowca przed obróbką w analizowanym surowcu lub grupie surowców / mean economic loss per 1 kg of raw material before processing in a given raw material or raw material group

Objaśnienia / Explanatory notes: m_u - masa ubytków surowca [kg] / mass of raw material losses [kg]; m_p - masa surowca przed obróbką [kg] / raw material mass before processing [kg]; m_j - masa części jadalnej po obróbce [kg] / edible portion mass after processing [kg]; S_u - udział ubytków masowych [%] / share of mass losses [%]; S_e - wartość strat ekonomicznych [zł] / economic loss value [PLN]; c - cena jednostkowa surowca [zł/kg] / unit price of raw material [PLN/kg]; $S_{e,i}$ - wartość strat ekonomicznych analizowanego surowca lub grupy surowców [zł] / economic loss value of a given raw material or raw material group [PLN]; $S_{e,tot}$ - całkowita wartość strat ekonomicznych wszystkich analizowanych surowców [zł] / total economic losses of all analyzed raw materials [PLN]; $S_{e,j}$ - średnia jednostkowa wartość strat ekonomicznych [zł/kg] / mean unit economic loss [PLN/kg].

Wyniki i dyskusja

Struktura analizowanych surowców roślinnych

W przeprowadzonym badaniu analizą objęto łącznie 298,33 kg surowców roślinnych, w tym 270,23 kg warzyw oraz 28,10 kg owoców, poddanych obróbce wstępnej

brudnej w kuchni restauracyjnej. Całkowita masa odrzuconych surowców lub ich części wyniosła 66,94 kg, co odpowiada 22,44 % masy surowców wejściowych. Uzyskany poziom był związany z charakterem operacji obejmujących obieranie, przycinanie oraz usuwanie części niejadalnych surowców roślinnych w gastronomii (Tabela 2, Tabela 3).

Tabela 2. Bilans masowy i ekonomiczny marnotrawionych surowców roślinnych powstających podczas obróbki wstępnej brudnej

Table 2. Mass and economic balance of plant raw material waste generated during preliminary processing

Parametr / Parameter	Wartość / Value
Masa surowców przed obróbką / Mass of raw materials before processing	298,33 kg
Masa surowców po obróbce / Mass of raw materials after processing	231,39 kg
Masa odrzuconych surowców lub ich części / Mass of discarded raw materials or their parts	66,94 kg
Udział odrzuconych surowców lub ich części / Share of discarded raw materials or their parts	22,44 %
Wartość analizowanych surowców / The value of the analyzed raw materials	1903,58 PLN
Wartość odrzuconych surowców lub ich części / Value of discarded raw materials or their parts	389,98 PLN
Udział strat ekonomicznych / Share of economic losses	20,49 %

Uzyskany poziom odrzuconych surowców lub ich części wskazuje, że obróbka wstępna brudna stanowi jeden z kluczowych etapów generowania strat technologicznych surowców roślinnych w produkcji gastronomicznej. Z badań przeprowadzonych przez zespół Papargyropoulou [20] wynika, że etap przygotowania jest tym, na którym żywność marnowana jest w największym stopniu.

Struktura marnotrawstwa w podziale na warzywa i owoce

Analiza struktury marnotrawstwa surowców roślinnych poddanych obróbce wstępnej wykazała wyraźną dominację warzyw w badanym materiale. Ich udział wynosił 90,58 % całkowitej masy surowców (270,23 kg), natomiast owoce stanowiły jedynie 9,42 % (28,10 kg) ogólnej ilości surowców poddanych obróbce wstępnej. Tak znacząca przewaga warzyw wynika ze specyfiki produkcji gastronomicznej w analizowanym obiekcie, w której surowce te stanowią podstawowy składnik przygotowywanych potraw, w szczególności jako element dodatków warzywnych, komponentów skrobiowych oraz półproduktów wykorzystywanych do sporządzania zup i dań zasadniczych.

Struktura materiału badawczego miała istotny wpływ na całkowity poziom marnotrawstwa, ponieważ warzywa, jako dominująca grupa surowców, w największym stopniu determinowały końcowy poziom ubytków surowcowych powstających na etapie obróbki wstępnej. Jednocześnie analiza wykazała wyraźne różnice pomiędzy grupami surowców pod względem udziału ubytków masowych (Tabela 3). W przypadku warzyw udział ten wynosił 22,03 %, natomiast dla owoców był wyższy i osiągnął poziom 26,41 %. Wyższy udział ubytków w grupie owoców wynika przede wszystkim z dużego udziału części niejadalnych (skórki, rdzenie, nasiona) oraz konieczności intensywniejszego przycinania surowców przeznaczonych do bezpośredniej konsumpcji. Należy jednak podkreślić, że mimo wyższego procentowego udziału ubytków w grupie owoców, ich wpływ na całkowity poziom marnotrawstwa był ograniczony ze względu na niewielki udział tej grupy surowców w strukturze materiału badawczego. Zależność ta znalazła również odzwierciedlenie w strukturze strat ekonomicznych, w której dominowały warzywa odpowiadające za 75,80 % całkowitej wartości strat ekonomicznych, podczas gdy udział strat owoców wyniósł 24,20 % (Tabela 3).

Zróźnicowanie marnotrawstwa w obrębie warzyw

Największy udział masowy w analizowanym materiale miały ziemniaki (115,00 kg), które jednocześnie generowały najwyższe ubytki masowe (34,73 kg). Ubytek procentowy w tej grupie wyniósł 30,20 %, co jest związane z koniecznością usuwania grubej warstwy skórki i oczek. W badanym okresie mogło to wynikać z wykorzystywania ziemniaków ubiegłorocznych wymagających intensywniejszego doczyszczania - oraz ubytkami wynikającymi z wyrównywania kształtu surowca (Tabela 3). Z technologicznego punktu widzenia ziemniaki należą do surowców o wysokim potencjale generowania ubytków obierkowych, szczególnie w przypadku obierania ręcznego. Uzyskane wyniki są zgodne z obserwacjami Betz i wsp. [2], którzy wykazali, że ubytki powstające na etapie przygotowania surowców w zakładach gastronomicznych obejmujące głównie obierki warzyw i owoców – mogą stanowić istotny udział w całkowitej strukturze marnowanej żywności, osiągając od około 10 % do ponad 30 % w zależności od poziomu wykorzystania surowców świeżych i stopnia zastosowania półproduktów.

Należy jednak zaznaczyć, że surowiec o największym udziale masowym w analizowanym materiale nie musi jednocześnie generować najwyższej jednostkowej wartości strat ekonomicznych. W analizowanym przypadku, mimo najwyższych ubytków masowych ziemniaków, jednostkowa wartość strat była relatywnie niska (0,84 zł/kg). Natomiast w przypadku rzodkiewki, charakteryzującej się najwyższym udziałem ubytków (34,29 %), ich wartość wyniosła 10,29 zł/kg. Wskazuje to, że interpretacja skali marnotrawstwa surowców wyłącznie na podstawie ich udziału masowego może być niewystarczająca (Tabela 3).

Jak przedstawiono w Tabeli 3, relatywnie wysokie ubytki odnotowano również dla: cukinii (23,93 %), cebuli (20,93 %), marchwi (18,75 %), selera (17,87 %) oraz korzenia pietruszki (17,40 %). Wysokie wartości dla rzodkiewki wynikają głównie z usuwania części liściowej oraz fragmentów o niskiej jakości sensorycznej, natomiast w przypadku warzyw korzeniowych dominującym czynnikiem jest udział skórki i konieczność doczyszczania powierzchni surowca. Najniższe ubytki odnotowano dla: pieczarek (1,00 %), pora (4,17 %), sałaty (4,67 %), kapusty chińskiej pak choi (8,33 %) i pomidorów (9,82 %). Surowce te charakteryzują się relatywnie niewielkim udziałem części niejadalnych lub ograniczonym zakresem operacji obróbki wstępnej (Tabela 3). Szczególnie istotnym wynikiem był brak odnotowanych ubytków w przypadku natki pietruszki, kielków oraz świeżego szpinaku, co wskazuje na ich wykorzystanie w całości lub bardzo ograniczony zakres ingerencji technologicznej podczas przygotowania. Analiza organizacji procesu produkcyjnego wykazała, że łodygi natki pietruszki oraz kopru wykorzystywano jako surowiec aromatyzujący do przygotowania wywarów, co pozwalało na ich pełne zagospodarowanie. Świeży szpinak dostarczany był w formie produktu typu RTE (ready-to-eat) i nie wymagał dodatkowej obróbki wstępnej, natomiast kielki stosowano głównie jako element dekoracyjny potraw, co również ograniczało konieczność ich przygotowania technologicznego. Uzyskane obserwacje wskazują, że odpowiednia organizacja wykorzystania surowców oraz stosowanie półproduktów o wyższym stopniu przygotowania technologicznego może istotnie ograniczać poziom marnotrawstwa żywności na etapie obróbki wstępnej w warunkach produkcji gastronomicznej.

Marnotrawstwo w grupie owoców

W analizowanej grupie owoców największy udział ubytków masowych odnotowano w przypadku kiwi (60,00 %) oraz ananasa (54,41 %) (Tabela 3). Wysokie wartości ubytków w przypadku ananasa wynikają przede wszystkim z dużego udziału części niejadalnych, obejmujących grubą skórkę oraz zdrewniały rdzeń owocu, które muszą zostać usunięte na etapie obróbki wstępnej. Surowiec ten należy do owoców generujących wysoki poziom strat technologicznych, co potwierdzają obserwacje praktyki gastronomicznej.

Relatywnie wysoki udział ubytków odnotowanych dla kiwi może wynikać z wysokiego stopnia dojrzałości surowca, utrudniającego jego obróbkę wstępną z zachowaniem wysokiego uzysku części akceptowalnej sensorycznie oraz zwiększającego zakres koniecznego przycinania. Należy jednak podkreślić, że skórka kiwi, mimo charakterystycznej owłosionej powierzchni, jest uznawana za część jadalną i stanowi istotne źródło związków bioaktywnych [1]. Jej usuwanie wynika przede wszystkim z przyjętych standardów sensorycznych i praktyki gastronomicznej, a nie z konieczności technologicznej, co może stanowić obszar ograniczania marnotrawstwa surowców.

Tabela 3. Ubytki masowe i ekonomiczne surowców roślinnych powstające podczas obróbki wstępnej
Table 3. Mass and economic losses of plant raw materials during preliminary processing

Surowiec / Raw material	Masa surowca [kg] / Raw material mass [kg]	Masa ubytków [kg] / Mass losses [kg]	Poziom ubytków [%] / Share of losses [%]	Straty ekonomiczne [zł] / Economic losses [PLN]	Straty ekonomiczne [%] / Economic losses [%]	Straty ekonomiczne jed- nostkowe [zł/kg] Economic losses per unit [PLN/kg]
Warzywa / Vegetables						
Ziemniaki / Potatoes	115,00	34,73	30,20	96,20	24,67	0,84
Burak / Beetroot	20,00	2,20	11,00	4,40	1,12	0,22
Marchew / Carrot	24,00	4,50	18,75	27,00	6,92	1,13
Seler / Celeriac	15,00	2,68	17,87	15,41	3,95	1,03
Korzeń pietruszki / Parsley root	15,00	2,61	17,40	20,88	5,35	1,39
Cukinia / Zucchini	11,20	2,68	23,93	24,12	6,18	2,15
Cebula / Onion	15,00	3,14	20,93	12,65	3,24	0,84
Kapusta / Cabbage	14,50	2,12	14,62	11,66	2,99	0,80
Pomidory / Tomatoes	17,00	1,67	9,82	22,96	5,89	1,35
Rzodkiewka / Radish	3,50	1,20	34,29	36,00	9,23	10,29

Ogórek zielony / Cucumber	8,00	0,98	12,25	8,82	2,26	1,10
Papryka / Sweet pepper	3,00	0,58	19,33	5,22	1,34	1,74
Por / Leek	2,40	0,10	4,17	1,38	0,35	0,57
Koper / Dill	1,50	0,15	10,00	3,90	1,00	2,60
Salata / Lettuce	1,50	0,07	4,67	2,03	0,52	1,35
Kapusta chińska / Pak choi	1,20	0,10	8,33	2,83	0,73	2,36
Pieczarki / Mushrooms	1,00	0,01	1,00	0,13	0,03	0,13
Pietruszka - nać / Parsley leaves	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kielki / Sprouts	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Szpinak świeży / Fresh spinach	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Razem (grupa) / Group total	270,23	59,52	22,03*	295,59	75,80**	1,09***
Owoce / Fruit						
Kiwi / Kiwi fruit	4,00	2,40	60,00	38,40	9,85	9,60
Ananas / Pineapple	3,40	1,85	54,41	23,31	5,98	6,86
Cytryna / Lemon	8,20	1,77	21,59	15,58	3,99	1,90
Pomarańcza / Orange	5,00	0,80	16,00	9,60	2,46	1,92
Melon /	2,50	0,60	24,00	7,50	1,92	3,00

Melon						
Gruszka / Pear	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Razem (grupa) / Group total	28,10	7,42	26,41*	94,39	24,20**	3,36***

Objaśnienia / Explanatory notes:

* udział ubytków masowych w odniesieniu do masy surowców danej grupy / share of mass losses relative to the total mass of raw materials within a given group

** udział strat ekonomicznych danej grupy w całkowitej wartości strat ekonomicznych wszystkich analizowanych surowców / share of economic losses of a given group in the total economic loss value of all analyzed raw materials

*** średnia jednostkowa wartość strat ekonomicznych wyrażona w zł/kg surowca, obliczona jako iloraz sumy strat ekonomicznych i sumy masy surowców w danej grupie / mean unit economic loss expressed in PLN/kg of raw material, calculated as the ratio of total economic loss value to the total mass of raw materials within a given group

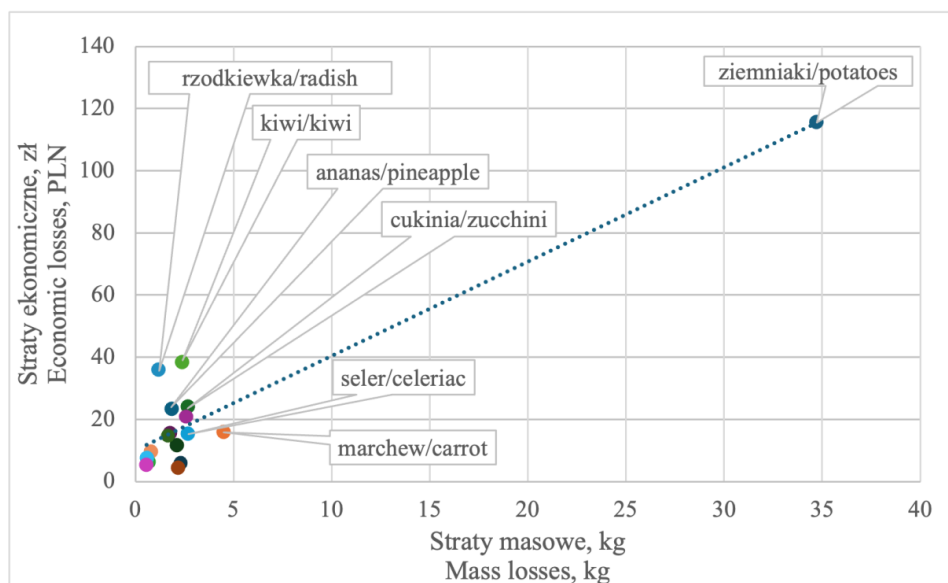
Niższe wartości ubytków odnotowano w przypadku melona (24,00 %), cytryny (21,59 %) oraz pomarańczy (16,00 %), co wynika przede wszystkim z mniejszego udziału części niejadalnych w stosunku do masy całkowitej owocu oraz sposobu ich wykorzystania w produkcji gastronomicznej (Tabela 3). Brak ubytków na etapie obróbki wstępnej w przypadku gruszek wynikał ze sposobu ich dystrybucji w analizowanym obiekcie gastronomicznym. Owoce te były serwowane w całości w ramach bufetu śniadaniowego oraz jako element zestawów śniadaniowych na wynos dla gości opuszczających obiekt we wczesnych godzinach porannych. W związku z tym nie podlegały one obróbce wstępnej, a ewentualne odpady powstawały dopiero na etapie konsumpcji i należy je klasyfikować jako odpady pokonsumpcyjne, a nie straty surowcowe powstające na etapie przygotowania produkcji.

Straty ekonomiczne powstające podczas obróbki wstępnej surowców

Analiza strat ekonomicznych wykazała, że całkowita wartość surowców utraczonych na etapie obróbki wstępnej wyniosła 389,98 zł, co stanowiło 20,49 % wartości analizowanych surowców roślinnych. Oznacza to, że niemal co piąta złotówka przeznaczona na zakup surowców roślinnych była tracona już na etapie przygotowania produkcji gastronomicznej. Dodatkowa analiza struktury strat ekonomicznych wykazała, że dominującą grupę stanowiły warzywa, których udział w całkowitej wartości strat ekonomicznych wyniósł 75,80 %, natomiast udział strat owoców wyniósł 24,20 %. Wynik ten pozostaje spójny z dominującym udziałem warzyw w strukturze masy analizowanych surowców wykorzystywanych w produkcji gastronomicznej. (Tabela 3). Największy udział w strukturze strat ekonomicznych odnotowano w przypadku ziemniaków (115,56 zł), które odpowiadały za 24,67 % całkowitej wartości strat ekonomicznych wszystkich analizowanych surowców. Było to związane przede wszystkim z ich dominującym udziałem w strukturze masy analizowanych surowców (38,55 % całkowitej masy surowców), stosunkowo wysokiego poziomu strat technologicznych (30,20 %) oraz ich powszechnego wykorzystania w produkcji gastronomicznej, jako podstawowego dodatku skrobiowego do dań à la carte, bufetowych oraz podczas przyjęć okolicznościowych. Wynik ten wskazuje, że surowce o dużym udziale masowym w produkcji gastronomicznej mogą generować najwyższe straty ekonomiczne nawet przy relatywnie niskiej cenie jednostkowej.

Istotne straty ekonomiczne odnotowano również w przypadku surowców o wyższej wartości jednostkowej, takich jak kiwi (38,40 zł), rzodkiewka (36,00 zł) oraz ananas (23,31 zł). W ich przypadku poziom strat determinowany był przede wszystkim dużym udziałem części niejadalnych oraz koniecznością intensywnej obróbki wstępnej. Analiza jednostkowej wartości strat ekonomicznych potwierdziła wysoki poziom strat ekonomicznych w przeliczeniu na jednostkę masy tych surowców, który wyniósł odpowiednio 9,60 zł/kg dla kiwi, 10,29 zł/kg dla rzodkiewki oraz 6,86 zł/kg dla anana-

sa. Relatywnie wysokie straty ekonomiczne odnotowano także w przypadku cukinii (24,12 zł) oraz korzenia pietruszki (20,88 zł), co wynikało z połączenia umiarkowanie wysokiego udziału masowego oraz charakterystyki morfologicznej surowca wymagającej doczyszczania powierzchni.



Rycina 1. Zależność pomiędzy ubytkami masowymi a stratami ekonomicznymi surowców roślinnych podczas obróbki wstępnej

Figure 1. The relationship between mass losses and economic losses of plant raw materials during pre-treatment

Zaobserwowano tendencję wskazującą, że większym ubytkom masowym towarzyszył wyższy poziom strat ekonomicznych, co sugeruje, że wielkość ubytków masowych może wpływać na poziom strat ekonomicznych powstających podczas obróbki wstępnej surowców roślinnych (Rycina 1). Jednocześnie obserwowano przypadki surowców o relatywnie niewielkiej masie ubytków, lecz istotnym znaczeniu kosztowym, co potwierdza wpływ ceny jednostkowej na końcowy bilans strat ekonomicznych. Uzyskane wyniki wskazują, że poziom strat ekonomicznych w gastronomii determinowany jest jednocześnie przez dwa zasadnicze czynniki: udział masowy danego surowca w strukturze produkcji oraz jego wartość jednostkową. Potwierdza to konieczność równoległego monitorowania strat zarówno w ujęciu ilościowym, jak i ekonomicznym w procesie zarządzania efektywnością wykorzystania surowców w produkcji gastronomicznej.

Zgodnie z analizą efektywności przedstawioną przez Papargyropoulou i wsp. [20] surowce charakteryzujące się jednocześnie wysokim udziałem ubytków oraz wy-

soką wartością ekonomiczną powinny stanowić priorytet działań ograniczających marnotrawstwo żywności. Analizowane w niniejszym badaniu surowce pochodzenia roślinnego, mimo wysokiego udziału masowego, należą zazwyczaj do kategorii o średniej ekoefektywności ze względu na relatywnie niską wartość jednostkową. Oznacza to, że ograniczanie ich marnotrawstwa może mieć istotne znaczenie środowiskowe oraz organizacyjne, choć w mniejszym stopniu ekonomiczne.

Znaczenie technologiczne uzyskanych wyników

Badania dotyczące marnotrawstwa surowców w gastronomii wskazują jednoznacznie, że obróbka wstępna stanowi jeden z kluczowych etapów generowania strat technologicznych, zwłaszcza w przypadku warzyw i surowców nieprzetworzonych. Ich wielkość zależy od: cech morfologicznych surowca, stopnia standaryzacji procesów technologicznych, poziomu mechanizacji prac, organizacji pracy kuchni i kwalifikacji personelu. Należy pamiętać, że manualna obróbka wstępna zwiększa zmienność i poziom strat technologicznych, ponieważ zależy od doświadczenia pracownika i ergonomii stanowiska pracy [10].

Badania prowadzone w sektorze HoReCa wykazały, że nieefektywne procedury przygotowania surowców oraz brak standaryzacji operacji technologicznych należą do przyczyn strat powstających w kuchniach zbiorowego żywienia [22]. Konarzewska zauważa, że zastosowanie urządzeń mechanicznych (np. obieraczek) może przyczyniać się do ograniczenia ubytków surowcowych poprzez zwiększenie powtarzalności procesu, skrócenie czasu przygotowania oraz ograniczenie nadmiernego usuwania części jadalnych. Wskazuje, że w przypadku ziemniaków obróbka mechaniczna może wiązać się z niższym poziomem odpadów w porównaniu z obieraniem ręcznym [13].

Istotne znaczenie ma również poziom przygotowania personelu. Badania Okumus i wsp. [18] wskazują, że szkolenia pracowników kuchni w zakresie racjonalnej gospodarki surowcami oraz technik ograniczania strat mogą znacząco zmniejszać ilość marnowanej żywności. Ponadto wskazuje się, że styl zarządzania kuchnią oraz zaangażowanie kadry kierowniczej odgrywają istotną rolę w ograniczaniu strat technologicznych poprzez kształtowanie kultury organizacyjnej ukierunkowanej na minimalizację marnotrawstwa żywności [7, 15, 21].

Możliwości ograniczenia ubytków surowcowych

Jednym z podstawowych sposobów ograniczenia marnotrawstwa surowców jest zastosowanie mechanicznego obierania warzyw z wykorzystaniem obieraczek bębnowych lub płuczko-obieraczek. W analizowanym obiekcie wszystkie operacje realizowano manualnie, co mogło sprzyjać zwiększonemu poziomowi ubytków, zwłaszcza w przypadku ziemniaków, które generowały najwyższy udział ubytków masowych. Mechanizacja procesu pozwala na ograniczenie usuwania części jadalnych surowca,

a tym samym zmniejszenie ubytków technologicznych. Ubytki powstające podczas mechanicznego obierania ziemniaków wynoszą zazwyczaj około $17 \div 22$ %, podczas gdy w przypadku obierania ręcznego mogą osiągać poziom $27 \div 50$ %, w zależności od jakości surowca oraz umiejętności personelu [6].

Istotnym kierunkiem ograniczania marnotrawstwa jest również zagospodarowanie produktów ubocznych powstających podczas obierania warzyw, np. poprzez wykorzystanie obierek do przygotowania wywarów lub wyrobów fermentowanych. Działania tego typu wpisują się w koncepcję zagospodarowania produktów ubocznych, przetwarzania żywności i stanowią jeden z elementów zwiększania efektywności wykorzystania surowców w gastronomii [11, 27].

W warunkach ograniczeń przestrzeni produkcyjnej lub organizacyjnych alternatywą może być również zastosowanie półproduktów w postaci surowców wstępnie przygotowanych do dalszej obróbki technologicznej, co pozwala ograniczyć ilość bioodpadów powstających w zapleczu produkcyjnym oraz zwiększyć powtarzalność procesu przygotowania potraw [23]. Dodatkowo w badaniach wskazano, że standaryzacja technik obróbki oraz szkolenia personelu stanowią istotny element ograniczania strat surowcowych na etapie przygotowania surowców w gastronomii [8, 14, 15]. Warto podkreślić, że ograniczenie marnotrawstwa surowców może być również osiągnięte poprzez zastosowanie prostych rozwiązań organizacyjno-technologicznych, takich jak rezygnacja z obierania wybranych surowców w sytuacjach, w których nie jest to technologicznie konieczne. Przykładem może być wykorzystanie ziemniaków w mundurkach jako dodatku skrobiowego w serwisie bufetowym. Rozwiązanie to ma szczególne znaczenie w odniesieniu do surowców generujących najwyższe ubytki masowe podczas obróbki wstępnej, takich jak ziemniaki, w przypadku których usuwanie skórki stanowi główne źródło ubytków technologicznych.

Podejście polegające na racjonalnym wykorzystaniu surowców, w tym także części tradycyjnie uznawanych za mniej wartościowe kulinarnie, znajduje odzwierciedlenie również w praktyce współczesnej gastronomii wysokiej jakości. Massimo Bottura, włoski szef kuchni restauracji Osteria Francescana wyróżnionej trzema gwiazdkami Michelina, podkreśla rolę kreatywności kucharzy w przekształcaniu składników pomijanych lub niedocenianych w pełnowartościowe elementy potraw, wskazując, że jednym z przywilejów zawodu kucharza jest „przekształcanie tego, co jest pomijane, w coś niezwykłego” [28, 29]. Podejście to dobrze wpisuje się w ideę ograniczania marnotrawstwa żywności poprzez świadome i odpowiedzialne gospodarowanie surowcami w gastronomii.

Konieczne są dalsze badania dotyczące poziomu marnotrawstwa żywności w sektorze HoReCa, uwzględniające poszczególne etapy procesu technologicznego, rodzaje wykorzystywanych surowców, stosowane metody przetwarzania oraz organizację procesu produkcyjnego.

Wnioski

1. Obróbka wstępna brudna surowców roślinnych stanowi istotny etap generowania strat technologicznych w produkcji gastronomicznej. W analizowanym obiekcie gastronomii hotelowej udział ubytków wyniósł 22,44 % masy surowców wejściowych, co potwierdza znaczenie tego etapu w strukturze powstawania bioodpadów w zapleczu produkcyjnym.
2. Największy udział ubytków masowych odnotowano w przypadku ziemniaków (30,20 %), co wynikało z ich dominującej obecności w strukturze surowcowej produkcji oraz konieczności usuwania skórki i części uszkodzonych podczas obróbki ręcznej.
3. Wyższy udział procentowy ubytków stwierdzono w grupie owoców (26,41 %) niż w grupie warzyw (22,03 %), co było związane z większym udziałem części niejadalnych, stopniem dojrzałości owoców oraz koniecznością dokładniejszego usuwania części niejadalnych w przypadku surowców przeznaczonych do bezpośredniej konsumpcji.
4. Wykazano zależność pomiędzy wielkością strat masowych a poziomem strat ekonomicznych, co potwierdza, że udział masowy surowca stanowi główny czynnik determinujący skalę strat ekonomicznych w warunkach produkcji gastronomicznej.
5. Wykorzystanie surowców w całości lub zastosowanie produktów wstępnie przygotowanych technologicznie może istotnie ograniczać poziom marnotrawstwa żywności powstającego na etapie przygotowania.
6. Monitorowanie ubytków surowcowych w ujęciu ilościowym i ekonomicznym, prowadzone na poziomie poszczególnych etapów procesu technologicznego, w tym obróbki wstępnej brudnej, może stanowić skuteczne narzędzie wspierające racjonalne gospodarowanie surowcami oraz działania ograniczające marnotrawstwo żywności w zakładach gastronomicznych.

Literatura

- [1] Alim A., Li T., Nisar T., Ren D., Zhai X., Pang Y., Yang X.: Antioxidant, antimicrobial, and anti-proliferative activity-based comparative study of peel and flesh polyphenols from *Actinidia chinensis*. Food Nutr. Res., 2019, 26, #63.
- [2] Betz A., Buchli J., Göbel C., Müller C.: Food waste in the Swiss food service industry – Magnitude and potential for reduction. Waste Manag., 2015, 35, 218-226.
- [3] Bugdol M., Puciato D.: Sposoby zapobiegania marnotrawstwa żywności w hotelach. Tur. Zarządzanie Adm. Prawo, 2023, 1, 39-35.
- [4] Conrad Z.: Daily cost of consumer food wasted, inedible, and consumed in the United States, 2001–2016. Nutr. J., 2020, 19(1), #35.
- [5] FAO. 2019. The State of Food and Agriculture 2019. Moving forward on food loss and waste reduction. Rome. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

- [6] Filimonau V., De Coteau D. A.: Food waste management in hospitality operations: A critical review. *Tour. Manag.*, 2019, 71, 234-245.
- [7] Gładysz B., Buczacki A., Haskins C.: Lean Management Approach to Reduce Waste in HoReCa Food Services. *Resources*, 2020, 9(12), #144.
- [8] Goonan S., Miroso M., Spence H.: Getting a Taste for Food Waste: A Mixed Methods Ethnographic Study into Hospital Food Waste before Patient Consumption Conducted at Three New Zealand Foodservice Facilities. *J. Acad. Nutr. Diet.*, 2014, 114(1), 63-71.
- [9] Heikkilä L., Reinikainen A., Katajajuuri J.-M., Silvennoinen K., Hartikainen H.: Elements affecting food waste in the food service sector. *Waste Manag.*, 2016, 56, 446-453.
- [10] Hennchen B.: Knowing the kitchen: Applying practice theory to issues of food waste in the food service sector. *J. Clean. Prod.*, 2019, 225, 675-683.
- [11] Janiszewska-Turak E., Rybak K., Pobiega K., Nikodem A., Gramza-Michałowska A.: Sustainable Production and Characteristics of Dried Fermented Vegetables. *Fermentation*, 2022, 8, 11, #659.
- [12] Kohli D., Champawat P. S., Mudgal V. D., Jain S. K., Tiwari B. K.: Advances in Peeling Techniques for Fresh Produce. *J. Food Process Eng.*, 2021, 44, 10, e13826.
- [13] Konarzewska M.: *Technologia gastronomiczna z towaroznawstwem*. Gastronomia., 1. wyd., t. II. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa, 2014.
- [14] Malefors C., Callewaert P., Hansson P.-A., Hartikainen H., Pietiläinen O., Strid I., Strotmann C., Eriksson M.: Towards a Baseline for Food-Waste Quantification in the Hospitality Sector – Quantities and Data Processing Criteria. *Sustainability*, 2019, 11(13), #3541.
- [15] Martin-Rios C., Demen-Meier C., Gößling S., Cornuz C.: Food Waste Management Innovations in the Foodservice Industry. *Waste Manag.*, 2018, 79, 196-206.
- [16] Martin-Rios C., Hofmann A., Mackenzie N.: Sustainability-Oriented Innovations in Food Waste Management Technology. *Sustainability*, 2020, 13(1), #210.
- [17] Martin-Rios C., Meier C.D., Pasamar S.: Sustainable Waste Management Solutions for the Foodservice Industry: A Delphi Study. *Waste Manag. Res. J. Sustain. Circ. Econ.* 2022, 40(9), 1412-1423.
- [18] Okumus B., Taheri B., Giritlioglu I., Gannon M.J.: Tackling food waste in all-inclusive resort hotels. *Int. J. Hosp. Manag.*, 2020, 88, #102543.
- [19] Ospina-Maldonado S.L., Martin- Gómez H., Cardoso- Ugarte G.A.: From Waste to Wellness: A Review on the Harness of Food Industry by-Products for Sustainable Functional Food Production. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 2024, 59(11), 8680-8692.
- [20] Papargyropoulou E., Wright N., Lozano R., Steinberger J., Padfield R., Ujang Z.: Conceptual framework for the study of food waste generation and prevention in the hospitality sector. *Waste Manag.*, 2016, 49, 326-336.
- [21] Papargyropoulou E., Steinberger J. K., Wright N., Lozano R., Padfield R., Ujang Z.: Patterns and Causes of Food Waste in the Hospitality and Food Service Sector: Food Waste Prevention Insights from Malaysia. *Sustainability*, 2019, 11(21), #6016.
- [22] Pirani S.I., Arafat H.A.: Reduction of food waste generation in the hospitality industry. *J. Clean. Prod.*, 2016, 132, 129-145.
- [23] Rocha A., Mota C.C.A., Morais A.M.M.: Physico- chemical Qualities of Minimally Processed Carrot Stored Under Vacuum. *J. Foodserv.*, 2007, 18, 23-30.
- [24] Sahoo A., Dwivedi A., Madheshiya P., Kumar U., Sharma R.K., Tiwari S.: Insights Into the Management of Food Waste in Developing Countries: With Special Reference to India. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 2022, 31(12), 17887-17913.
- [25] Spang E.S., Moreno L.C., Pace S.M., Achmon Y., Donis-Gonzalez I., Gosliner W.A., Jablonski-Sheffield M.P., Momim M.A., Quested T.E., Winans K.S. Tomich T.P.: Food Loss and Waste: Measurement, Drivers, and Solutions. *Annu. Rev. Environ. Resour.*, 2019, 44, 117-156.

- [26] Talodhikar V.P., Potdukhe P.A.: Design, Experimentation and Performance Testing of Innovative Potato Processor. *Int. J. Res. Advent Technol.*, 2019, 7(4), 53-55.
- [27] Źródło internetowe 1, „Rescue Kitchen”, Food for Soul. Dostęp: 30 marca 2026. [Online]. Dostępne na: <https://foodforsoul.it/rescue-kitchen/>
- [28] Źródło internetowe 2, „For chef Massimo Bottura, tackling food waste is about “creating beauty through respect””. Dostęp: 30 marca 2026. [Online]. Dostępne na: <https://www.unep.org/news-and-stories/story/chef-massimo-bottura-tackling-food-waste-about-creating-beauty-through>
- [29] Źródło internetowe 3, „Massimo Bottura”, Osteria Francescana. Dostęp: 30 marca 2026. [Online]. Dostępne na: <https://osteriafrancescana.it/massimo-bottura/>

LEVEL OF PLANT RAW MATERIAL WASTE DURING PRELIMINARY PROCESSING IN FOODSERVICE OPERATIONS – A CASE STUDY OF A HOTEL RESTAURANT

S u m m a r y

Background. Preliminary processing of plant raw materials constitutes a fundamental stage of the technological process in foodservice operations, preparing raw materials for subsequent stages of meal production. This stage may generate a substantial level of raw material waste with technological and economic implications; therefore, the monitoring of such waste represents an important element of rational food management in catering establishments. The aim of the study was to determine the level of plant raw material waste generated during preliminary processing in foodservice operations. An additional objective was to identify the raw materials generating the highest losses and to determine their magnitude in both quantitative and economic terms. The study was conducted in a restaurant kitchen operating within a hotel facility located in north-eastern Poland, serving individual guests, hotel residents and special events. Measurements were carried out over a period of seven days in May 2025, during a period of high kitchen workload. The mass of plant raw materials before and after preliminary processing was recorded, enabling the determination of waste levels (kg and %). In addition, the economic value of waste was estimated based on unit prices obtained from the accounting documentation of the facility. Raw material processing was performed manually.

Results and conclusions. The total mass of analyzed plant raw materials amounted to 298.33 kg, of which 231.39 kg of semi-processed products were obtained after preliminary processing. Waste mass amounted to 66.94 kg (22.44 %), and its economic value was estimated at PLN 389.98, out of a total raw material value of PLN 1,903.58. The highest mass losses were observed for potatoes, whereas the highest percentage losses were recorded for pineapple and kiwi, mainly due to the high proportion of inedible parts and the necessity of their removal during manual processing. The results indicate that preliminary processing of plant raw materials may constitute a significant source of food waste in foodservice operations, and that its monitoring may support waste-reduction measures, including the selection of appropriate processing methods and the utilization of by-products.

Key words: preliminary processing, technological losses, plant raw materials, food waste, foodservice operations, case study ☒