

Inż. Weronika MARCZAK
Dr hab. inż. Agnieszka CIURZYŃSKA
Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Wydział Nauk o Żywności
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

OPRACOWANIE PROCESU TECHNOLOGICZNEGO OTRZYMANIA LIOFILIZOWANEJ ZIELONEJ HERBATY®

The development of technological process of obtaining freeze-dried green tea®

Słowa kluczowe: zielona herbata, liofilizacja, suszenie sublimacyjne, napar.

Według licznych sondaży herbata jest jednym z najbardziej popularnych napojów na świecie. Na polskim rynku można ją spotkać w różnych formach, ale nie w formie liofilizowanego naparu, który ze względu na zalety procesu liofilizacji byłby nadal bogaty w cenne dla zdrowia składniki bioaktywne, które uległyby zniszczeniu w dużo większym stopniu przy zastosowaniu tradycyjnych metod suszenia, takich jak np. suszenie konwekcyjne, z wykorzystywaniem gorącego powietrza. Biorąc pod uwagę popularność liofilizowanej kawy i wygodę jej przyrządzania, bardzo prawdopodobne jest, że liofilizowana zielona herbata także zdobyłaby wielu zwolenników.

Key words: green tea, freeze-drying, infusion.

According to numerous polls, tea is one of the most popular beverage in the world. It can be found on the polish market in different forms, but not in the form of a freeze-dried infusion, which due to the benefits of freeze-drying process would still be rich in bioactive compounds valuable for human health, which would be destroyed in greater extent in the case of traditional drying methods such as for example convective drying, in which hot air is used. Given the popularity of freeze-dried coffee and convenience of its preparation it is highly probable, that freeze-dried green tea would also get many supporters.

WPROWADZENIE

Kawa i herbata należą do najpopularniejszych napojów na świecie. Biorąc pod uwagę liczne sondaże przeprowadzane wśród Polaków kawa ma nieznacznie więcej zwolenników, ale oba napoje cechują się wieloma właściwościami prozdrowotnymi, a dodatkowo mają działanie pobudzające ze względu na zawartość kofeiny.

Wraz z rozwojem cywilizacji forma w jakiej oferowano te dwa napoje stawała się coraz bardziej wygodna, co miało na celu ich szybsze i łatwiejsze przyrządzenie. Przygotowywanie naparu herbaty ze świeżych lub suszonych liści może być dość uciążliwe dla „niecierpliwych smakoszy”, dlatego w tym przypadku „wygodniejszym” wyborem jest herbata ekspresowa, która nie wymaga specjalnej techniki parzenia i ogranicza czas przygotowania. Herbata ekspresowa często nie jest najlepszej jakości, a po jej zaparzeniu, otrzymany mocny napar może niekorzystnie wpływać na wygląd zębów, zostawiając nieestetyczny osad. Zdecydowanie lepszymi cechami charakteryzuje się sypana zielona herbata. Niestety często przy końcowym etapie procesu parzenia pojawia się problem z oddzieleniem liści od reszty naparu (specjalny sprzęt do parzenia tego typu herbat może być pomocny w takiej sytuacji), dlatego bardzo korzystnym rozwiązaniem byłaby zielona herbata w proszku. Kluczowym problemem jest sposób wysuszenia naparu z liści zielonej herbaty, aby nie stracić jej cennych

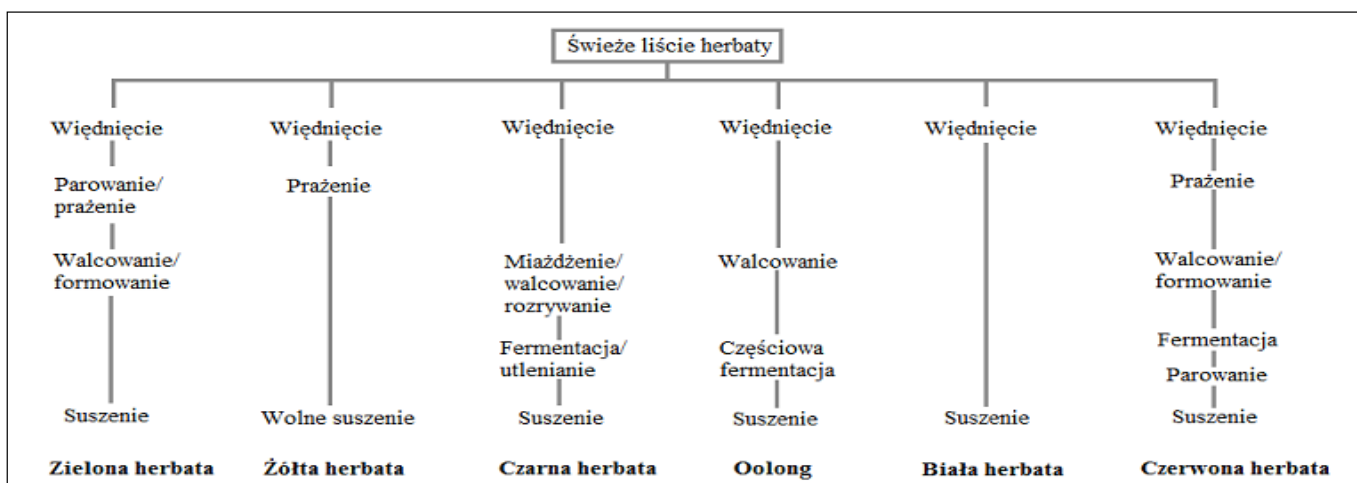
właściwości. Liofilizacja wydaje się być idealnym procesem, który może posłużyć w osiągnięciu założonego celu, ponieważ nie powoduje degradacji prozdrowotnych składników, a uzyskany produkt jest wysokiej jakości.

Kolejnym, istotnym powodem, który wskazuje na zasadność rozpoczęcia produkcji liofilizowanej zielonej herbaty na skalę przemysłową jest fakt, iż kawa otrzymana przez zastosowanie tego procesu zyskała ogromną popularność na całym świecie. Wydaje się wysoce prawdopodobne, iż liofilizowana zielona herbata również zdobyłaby wielu zwolenników.

Celem artykułu jest przedstawienie uzyskanych wyników badań dotyczących otrzymania liofilizowanej zielonej herbaty, która spełnia określone wymagania zarówno pod względem właściwości fizycznych, jak i organoleptycznych.

ZIELONA HERBATA – CHARAKTERYSTYKA

Herbata to roślina z gatunku *Camellia sinensis* (syn. *Thea sinensis*), której liczne odmiany są wykorzystywane do produkcji różnego typu herbat suchych poprzez użycie nie tylko liści, ale również pączków. Z drugiej jednak strony herbata to napar przyrządzany z suchych liści krzewu herbaty po odpowiedniej obróbce i niekiedy z dodatkiem owocowym [17].



Rys. 1. Procesy technologiczne otrzymania poszczególnych rodzajów herbat.

Fig. 1. Technological processes of obtaining particular kinds of teas.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [8]

Source: The own study based on [8]

Ze względu na stosowanie różnych technik obróbki liści herbaty powstało dużo rodzajów tego napoju o różnym działaniu biologicznym (rys.1) [21]. Właściwości liści zależą głównie od sposobu ich obróbki, ale pochodzenie również jest istotne. Obecnie największymi producentami herbaty są Indie oraz Chiny [7, 12].

W procesie technologicznym otrzymywania zielonej herbaty nie ma etapu fermentacji, który występuje podczas wytwarzania większości innego typu herbat. Ze względu na specyfikę tego etapu skład chemiczny liści herbaty poddanej fermentacji i nie poddanej fermentacji znacząco się różni [13]. Zielona herbata ma bardzo podobny skład chemiczny do składu liści świeżych. Reakcje enzymatyczne są główną przyczyną tych niewielkich zmian, chociaż są one szybko hamowane poprzez oddziaływanie na zwiędnięte liście parą wodną i ich suszenie, czego skutkiem jest inaktywacja oksydazy polifenolowej (enzymu katalizującego reakcje utleniania i hydroksylacji) oraz uniknięcie utraty cennych składników odżywczych, takich jak witaminy [2, 4].

Przy przygotowywaniu naparu istotną rolę odgrywa czas parzenia oraz temperatura wody. Stosując krótszy czas parzenia (5-10 minut) należy zalać liście gorącą wodą, o temperaturze ok. 90°C, natomiast przy dłuższym czasie parzenia (do 20 minut) zaleca się niższą temperaturę wody, ok. 60-80°C [9]. Efektem jest odpowiednio pobudzający i relaksujący napar. Nie powinno się stosować wody wrzącej, gdyż mogłoby to doprowadzić do zwiększenia zawartości szczawianów w naparze. Szczawiany to substancje przeciwżywniowe, które mają niekorzystny wpływ na zdrowie i mogą być przyczyną licznych dolegliwości takich jak na przykład kamica nerkowa, zaburzenie bilansu wapnia w organizmie, a w konsekwencji krzywica u dzieci lub osteoporoza u dorosłych, a także inne dolegliwości związane z układem krążenia, wątrobą i stawami. Ponadto ważne jest oddzielenie liści od naparu po wskazanym czasie parzenia [6, 22].

W związku z licznymi badaniami nad składem poszczególnych herbat, zielona herbata oceniana jest jako bardziej korzystna dla zdrowia niż popularna herbata czarna [1]. Między innymi ze względu na dużą aktywność przeciwutleniającą

zielona herbata ma korzystny wpływ nie tylko na prawidłowy przebieg procesów trawienia, ochronę przed drobnoustrojami czy utrzymanie młodego wyglądu skóry, ale również przyczynia się do redukcji zmęczenia oraz senności, poprawy koncentracji, a także obniża ryzyko zapadalności na cukrzycę i choroby układu krążenia. Opisane właściwości powinny skłaniać do częstszego spożywania tego napoju w ilości 3-4 filiżanek dziennie [5, 7, 14].

LIOFILIZACJA

Liofilizacja, czyli suszenie sublimacyjne to proces, w którym w warunkach obniżonego ciśnienia z zamrożonego materiału zostaje usunięta woda. Składa się on z trzech głównych etapów [3, 10, 18]:

Zamrażanie surowca – pożądane jest szybkie zamrożenie materiału w bardzo niskiej temperaturze, ponieważ w takich warunkach powstają małe kryształy lodu, dzięki czemu nie uszkadzają struktury komórek, co z kolei pozwala na otrzymanie suszu lepszej jakości.

Sublimacja lodu – na tym etapie obniżane jest ciśnienie do około 60-70 Pa. Konieczne jest stałe, kontrolowane dostarczanie ciepła aby podtrzymać proces, a także wymrażanie usuwanej pary wodnej. Dzięki temu, iż suszony materiał ma postać stałą, a temperatura utrzymywana jest na niskim poziomie, otrzymany produkt jest wysokiej jakości. Dzieje się to dlatego, że we wspomnianych warunkach nie zachodzi utlenianie ani inne niekorzystne zmiany chemiczne, a zamrożona woda podczas trwania procesu stanowi ochronę dla kształtu i struktury produktu.

Dosuszanie – celem tego etapu jest otrzymanie produktu o żądanej wilgotności końcowej. Dopływ powietrza zostaje zahamowany, co jest korzystne dla surowca, chociaż podwyższona temperatura i minimalna zawartość wody sprawiają, że pojawiają się ubytki składników odżywczych oraz następuje pogorszenie cech sensorycznych. Nie są to jednak zmiany porównywalne do tych, jakie obserwuje się w przypadku konwencjonalnych metod suszenia powodujących m.in. utlenianie witamin i barwników, czy zniszczenie struktury.

MATERIAŁ I METODYKA

Material

Surowcem do otrzymania liofilizowanego naparu z zielonej herbaty była herbata firmy „Big Active”- Pure green, pochodząca z Chin. Powodem wyboru tego produktu był wygląd liści, które są wystarczająco rozdrobnione i w większości zwinięte, co jest bardzo ważne, kiedy celem jest uzyskanie naparu z dużą mocą przeciwutleniającą już po pierwszym parzeniu. Zwinięcie liści nadaje im miękkość i rozluźnia tkankę, a tym samym liście mogą stosunkowo szybko „oddać” najcenniejsze składniki [23].

Przygotowanie naparu

Otrzymano dwa warianty liofilizowanej zielonej herbaty (rys. 2). Na początku procesu technologicznego każdego z wariantów przygotowywano napar z 15 g liści zielonej herbaty i 1 l wody o temperaturze 90°C. Są to inne proporcje niż te zalecane przez producenta. Celem było otrzymanie naparu o większej mocy. W przypadku pierwszego wariantu po wskazanym przez producenta czasie parzenia (2-3 minuty) liście zostały oddzielone od naparu przy użyciu sita, a gdy napar osiągnął temperaturę pokojową został przelany na tace liofilizatora i zamrożony w zamrażarce Irinox (Włochy) w temperaturze -40 °C przez 2 godziny. Natomiast w drugiej wersji procesu technologicznego, po ostudzeniu napar był przed liofilizacją zagęszczany w wyparce Büchi Waterbath B-480 pod ciśnieniem 100 hPa i temperaturze łaźni wodnej ok. 70°C. Usunięto 40% wody podczas zagęszczenia naparu w wyparce.

Liofilizacja

Oba zamrożone rodzaje naparów zostały umieszczone w liofilizatorze firmy Christ ALPHA 1-4 LSC plus (Niemcy). Łączny czas trwania procesu suszenia sublimacyjnego wyniósł 25 godzin. Temperatura suszenia podczas liofilizacji wzrastała od -40 °C, do maksymalnie 20 °C. Natomiast minimalne ciśnienie procesu wynosiło 12 Pa, zaś maksymalne 217 Pa. Ciśnienie bezpieczeństwa utrzymywane było na poziomie 70 Pa, ale w fazie dosuszania sięgnęło 301 Pa.

Metody analityczne

Uzyskane susze sublimacyjne poddano ocenie aktywności wody, zawartości suchej substancji oraz barwy. **Aktywność wody** została zmierzona za pomocą urządzenia HydroLab

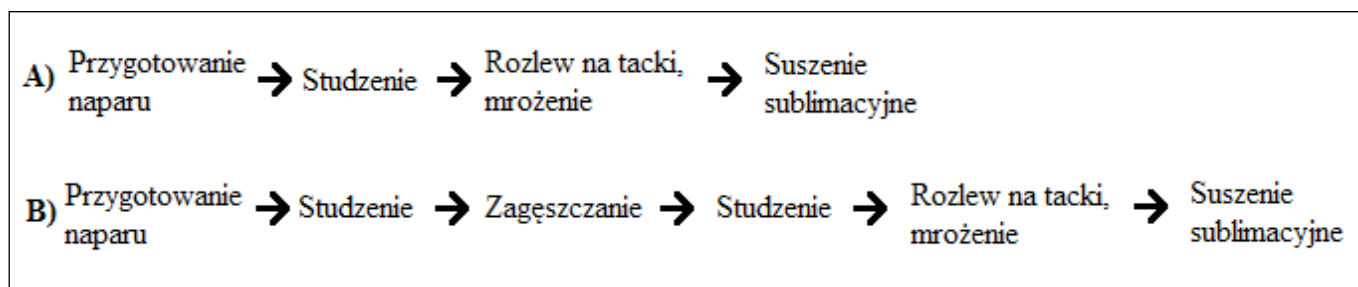
C1 Bench- Top Indicator (Szwajcaria) zgodnie z instrukcją producenta, w czterech powtórzeniach dla każdego suszu. **Zawartość suchej substancji** oznaczono poprzez umieszczenie około 0,5 g próbki (liofilizat i liście zielonej herbaty) w naczynkach wagowych, a następnie wysuszenie próbek w suszarce laboratoryjnej WAMED SUP 65W/G (Polska) w temperaturze 60°C. Po 24 godzinach próbki ponownie zważono, co pozwoliło na obliczenie zawartości suchej substancji. **Barwa** otrzymanych suszy, jak i sporządzonych z nich naparów została zmierzona w 5 powtórzeniach za pomocą urządzenia Minolta CR-A70 (Japonia) w systemie CIE L*a*b*. **Ocena organoleptyczna** napoju otrzymanego z liofilizowanego naparu herbaty zielonej została przeprowadzona wśród studentów Wydziału Nauk o Żywności SGGW metodą skali 5-punktowej [16]. Grupa oceniających liczyła 20 osób. Wyróżniono takie cechy jak: barwa, smak oraz aromat. Podane wyróżniki oceniono w skali od 1 do 5, gdzie 1 to najniższa nota, a 5 najwyższa. Ocenie zostały poddane 3 próbki, w tym herbata zielona sypana, jako próbka kontrolna, liofilizowana herbata zielona nie poddana zagęszczeniu oraz liofilizowana herbata zielona poddana zagęszczeniu. Napary zakodowano jako: próbka 1, próbka 2 i próbka 3. Napar z sypanej zielonej herbaty został przygotowany zgodnie z instrukcją zamieszczoną na opakowaniu (około 2 g liści na 200 ml wody o temperaturze 90 °C). Natomiast do uwodnienia liofilizatów użyto ok. 0,3 g proszku na 200 ml wody o temperaturze 90 °C.

W celu oceny stopnia zróżnicowania próbek pod względem uzyskanych wyników została przeprowadzona analiza statystyczna wybranych właściwości fizycznych w programie Statgraphics XVII. W tym celu wykorzystano test ANOVA oraz określono grupy homogeniczne na podstawie średnich (test NIR – najmniejszych istotnych różnic) na poziomie istotności równym 5%.

WYNIKI

Stwierdzono, że **aktywność wody (a_w)** liści herbaty użytej do przygotowania naparu wyniosła $0,513 \pm 0,002$, podczas gdy herbata liofilizowana (bez zagęszczania) uzyskała a_w na poziomie $0,223 \pm 0,003$, a herbata liofilizowana z zagęszczeniem $0,147 \pm 0,003$ (rys. 3).

Analiza statystyczna wykazała, że istnieją istotne różnice pomiędzy wartościami aktywności wody każdej z próbek na poziomie istotności równym 5%. Sposób przygotowania



Rys. 2. Schematy technologiczne otrzymania liofilizowanej zielonej herbaty bez zagęszczenia (A) oraz z zagęszczeniem naparu (B).

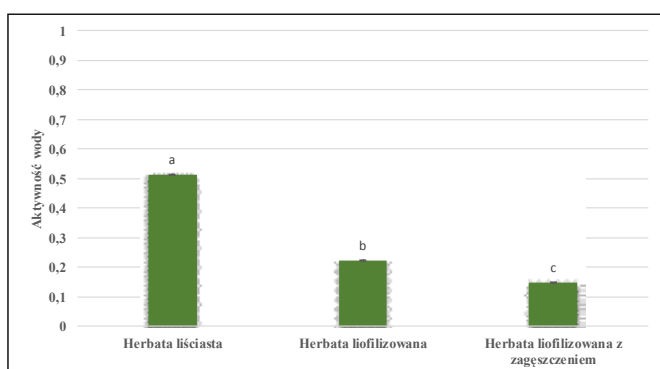
Fig. 2. The technological diagrams of freeze-dried green tea without concentration (A) and with the infusion concentration (B).

Źródło: Badania własne

Source: The own study

liofilizatów wpłynął na różnice uzyskanych wyników. Zagęszczanie naparu przed liofilizacją pozwoliło na istotne statystycznie obniżenie aktywności wody suszu sublimacyjnego w porównaniu do liofilizatu uzyskanego bez wstępnego zagęszczania.

Aktywność wody liofilizatów w granicach 0,20-0,40 zapewnia stabilność w reakcjach brązowienia, utleniania czy reakcjach enzymatycznych. Badania zielonej herbaty w proszku (Matcha) wykazały, że aktywność wody tego produktu wynosi 0,31-0,36 [20]. Liofilizowana zielona herbata różni się pod względem aktywności wody od innych herbat w proszku, ale są to wyniki właściwe dla produktów liofilizowanych. Żywność sucha, czyli o niskiej zawartości wody, charakteryzuje się a_w na poziomie 0,00-0,55 [11], więc ten parametr dla liści zielonej herbaty użytej do sporządzenia naparów także jest na właściwym poziomie.



Rys. 3. Wykres przedstawiający aktywność wody poszczególnych rodzajów herbat zielonych. Występowanie tych samych liter (abc) w poszczególnych słupkach świadczy o braku statystycznie istotnej różnicy między próbkami (poziom istotności 0,05).

Fig. 3. A graph showing the water activity of particular types of green teas. The occurrence of the same letters (abc) in individual bars indicates that there is no statistically significant difference between the samples (significance level 0,05).

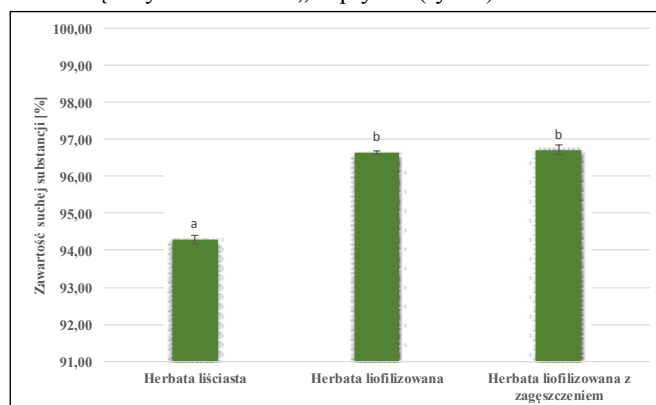
Źródło: Badania własne

Source: The own study

Wykazano, że sposób przygotowania liofilizatów nie wpłynął na znaczące różnice w zawartości suchej substancji liofilizowanych naparów zielonej herbaty, natomiast liście herbaty, z których przyrządzono napary zawierały istotnie więcej wody (rys. 4). Dla wszystkich próbek zawartość suchej substancji mieściła się w granicach ok. 94-97%. Otrzymane susze zawierały tylko ok. 3% wody, co pozwala na stwierdzenie, iż w takim produkcie nie rozwiną się drobnoustroje, tym bardziej, że aktywność wody tych produktów jest bardzo niska (rys. 3) [15]. Uzyskane wyniki są zbliżone do tych jakie charakteryzują herbatę zieloną suszoną rozpyłowo z dodatkiem maltodekstryny jako nośnika (zawartość wody w zakresie 4,40-4,87%) [19]. Natomiast w badaniach na herbacie w proszku (Matcha) zawartość wody kształtowała się na poziomie 2,79-3,26% [20].

Przeprowadzona wzrokowa ocena barwy liofilizowanych naparów zielonej herbaty wykazała, że próbka herbaty liofilizowanej bez zagęszczania (B) jest nieco jaśniejsza w porównaniu do herbaty liofilizowanej z zagęszczeniem (A),

natomiast próbka (A) charakteryzuje się większym „połyskiem” w porównaniu do matowej próbki B, która także posiada większy udział barw „ciepłych” (rys. 5).

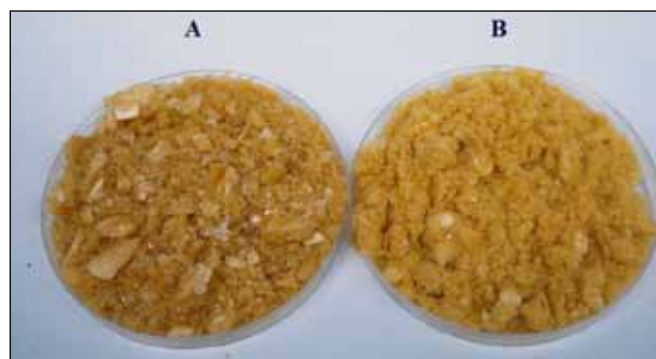


Rys. 4. Wykres przedstawiający zawartość suchej substancji w poszczególnych rodzajach herbat zielonych. Występowanie tych samych liter (ab) w poszczególnych słupkach świadczy o braku statystycznie istotnej różnicy między próbkami (poziom istotności 0,05).

Fig. 4. A graph showing the content of dry matter in particular types of green teas. The occurrence of the same letters (ab) in individual bars indicates the lack of statistically significant difference between samples (significance level 0,05).

Źródło: Badania własne

Source: The own study



Rys. 5. Liofilizowana herbata zielona (A – napar zagęszczony, B – napar bez zagęszczania).

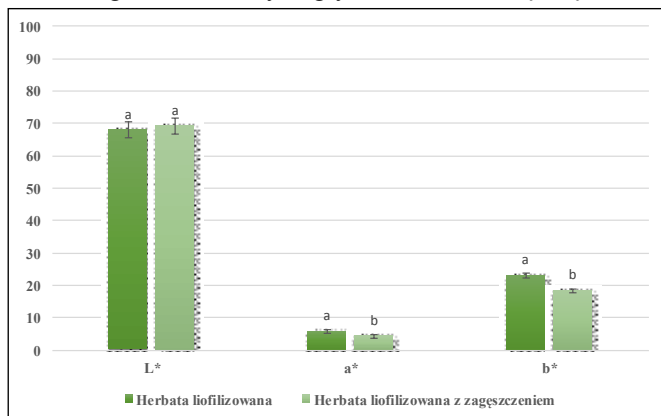
Fig. 5. A freeze-dried green tea (A – concentrated infusion, B – infusion without concentration).

Źródło: Zdjęcie własne

Source: The own photo

Sposób przygotowania naparów herbaty zielonej do suszenia sublimacyjnego wpływa na istotne statystycznie różnice parametrów barwy a^* (współczynnik barwy czerwonej) oraz b^* (współczynnik barwy żółtej) liofilizatów, które znacząco się od siebie różnią na poziomie istotności równym 5%, natomiast nie stwierdzono istotnych różnic dla współczynnika jasności L^* (rys. 6). Susantikarn i Donlao [19] wykazali, że parametry barwy $L^*a^*b^*$ zmierzone dla herbaty suszonej rozpyłowo z dodatkiem maltodekstryny jako nośnika, wyniosły odpowiednio: 31,58; 2,24; 9,12. Wyniki uzyskane w omawianej pracy dla herbaty liofilizowanej wykazują znaczne różnice w porównaniu do herbaty suszonej rozpyłowo

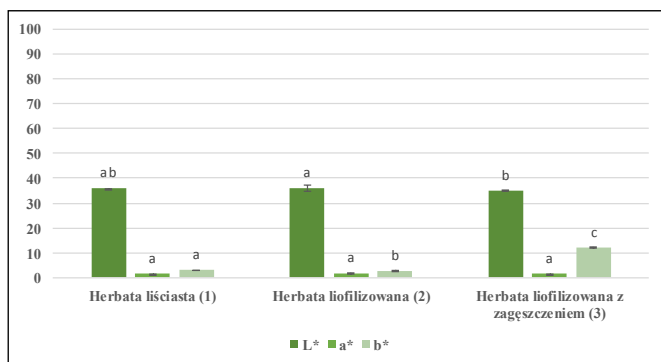
szczególnie pod względem jasności, ponieważ herbata liofilizowana okazała się dużo ciemniejsza, a poza tym posiadała większy udział barwy czerwonej oraz żółtej. Powodem tych różnic prawdopodobnie jest inny sposób otrzymania proszków, biorąc przede wszystkim pod uwagę fakt, że do produkcji herbaty suszonej rozpyłowo została użyta maltodekstryna. Również gatunek herbaty odgrywa bardzo ważną rolę.



Rys. 6. Wykres przedstawiający wyniki pomiaru barwy otrzymanych liofilizatów w systemie L*a*b*. Występowanie tych samych liter (ab) w poszczególnych słupkach świadczy o braku statystycznie istotnej różnicy między próbkami (poziom istotności 0,05).

Fig. 6. A graph showing the results of color measurement of the obtained freeze-dried teas in the L*a*b* system. The occurrence of the same letters (ab) in individual bars indicates the lack of statistically significant difference between samples (significance level 0,05).

Źródło: Badania własne
Source: The own study



Rys.7. Wykres przedstawiający wyniki pomiaru barwy otrzymanych naparów herbaty zielonej w systemie L*a*b*. Występowanie tych samych liter (abc) w poszczególnych słupkach świadczy o braku statystycznie istotnej różnicy między próbkami (poziom istotności 0,05).

Fig. 7. A graph showing the results of color measurement of the obtained infusions of green tea in the L*a*b* system. The occurrence of the same letters (abc) in individual bars indicates the lack of statistically significant difference between samples (significance level 0,05).

Źródło: Badania własne
Source: The own study

Zmierzono także barwę naparów przygotowanych z liofilizowanej zielonej herbaty i porównano je z barwą naparu przygotowanego z herbaty liściastej, będącego próbą kontrolną (rys. 7). Wykazano, że jasność (L*) naparów przygotowanych z liofilizowanej zielonej herbaty nie różni się istotnie statystycznie od jasności próby kontrolnej i jest istotnie statystycznie najwyższa dla próbki nr 2. Uzyskane wyniki świadczą o tym, że sposób przygotowania naparu do liofilizacji wpływa istotnie na jakość uwodnionego suszu. Parametr barwy żółtej (b*) naparu (3) był największy w porównaniu do pozostałych napojów, a parametr barwy czerwonej (a*) przyjmuje największą wartość dla próbki nr 2, ale różnice nie były istotne statystycznie w przypadku tego współczynnika barwy.

Wyniki oceny organoleptycznej trzech wersji naparów z zielonej herbaty przedstawiono w tabeli nr 1.

Tabela 1. Wyniki oceny organoleptycznej naparów z zielonej herbaty

Table 1. Results of organoleptic evaluation of infusions of green tea

Cecha	Ocena (średnia±odchylenie standardowe)*		
	Próbka nr 1	Próbka nr 2	Próbka nr 3
Barwa	4,05±0,76	3,65±1,09	3,45±1,19
Smak	4,15±0,67	3,30±1,26	2,80±1,20
Aromat	4,00±1,03	3,25±1,07	2,70±0,92

* Skala ocen: 1-zła, 2-niedostateczna, 3-dostateczna, 4-dobra, 5-bardzo dobra

Gdzie:

Próbka nr 1 – herbata zielona sypana (próbka odniesienia).

Próbka nr 2 – herbata zielona liofilizowana bez zagęszczania.

Próbka nr 3 – herbata zielona liofilizowana z zagęszczaniem.

Źródło: Badania własne

Source: The own study

Najlepiej oceniony został napar z herbaty liściastej firmy Big Active (próbka numer 1). Oceniający uznali, iż wszystkie jej cechy są lepsze od wyróżników dla pozostałych dwóch próbek. Średnia ocena próbki numer 1 to 4,07 w skali 5-punktowej. Najgorzej oceniono napar herbaty liofilizowanej poddanej zagęszczeniu przed etapem zamrażania. Jedynie barwę oceniono na porównywalnym poziomie w stosunku do próbki 1 i 2, natomiast aromat uznano za mało wyrazisty, co mogło być skutkiem około dwugodzinnego procesu zagęszczania. W rezultacie próbka numer 3 otrzymała średnią ocenę wynoszącą 2,98 punktu. Próbka numer 2 wśród liofilizatów oceniona została najlepiej, ponieważ otrzymała ocenę 3,40 punktów.

Wszystkie rodzaje naparów różniły się przede wszystkim aromatem oraz smakiem. Barwa naparów była do siebie bardzo zbliżona, szczególnie biorąc pod uwagę próbki 2 i 3.

WNIOSKI

Przeprowadzone badania wykazały, że otrzymanie liofilizowanej zielonej herbaty, zarówno z naparu wstępnie zagęszczanego w wyparce lub niezagęszczanego jest możliwe. Jednakże korzystniejszymi cechami wyróżnia się herbata bez zagęszczania, ponieważ bardziej pożądanym smakiem oraz aromatem został zachowany w większym stopniu.

Pod względem zbadanych właściwości fizycznych oba rodzaje liofilizatów są porównywalne, a dodatkowo można je w szybki sposób odtworzyć w wodzie ze względu na bardzo dobrą rozpuszczalność. Istotną wadą otrzymanego produktu jest jego wysoka higroskopijność, co wymusza szczelne opakowanie i przechowywanie proszku w pojemniku tak, aby uniknąć nadmiernego chłonięcia wilgoci z otoczenia. Z tego powodu należałoby przeprowadzić dalsze próby mające na celu uzupełnienie procesu technologicznego np. o etap aglomeracji lub wykorzystać do suszenia nośnik mający niewielki wpływ na jakość żywieniową produktu. W rezultacie otrzymany proszek posiadałby większą masę właściwą, co ułatwiłoby przygotowywanie herbaty i jej przechowywanie, gdyż charakteryzowałby się mniejszą pylistością.

Sposób otrzymania liofilizowanej zielonej herbaty wpływa znacząco głównie na barwę, smak oraz aktywność wody suszu, co może być spowodowane dłuższym oddziaływaniem dość wysokiej temperatury w przypadku naparu poddanego zagęszczeniu w wyparce. Konsumenty, którzy nie lubią charakterystycznej goryczki naparu z liściastej zielonej herbaty, preferowałoby liofilizowaną zieloną herbatę, ponieważ ma ona łagodniejszy smak, a poza tym jest łatwa w przyrządzeniu.

Z wyników oceny organoleptycznej herbat można wywnioskować, że zielona herbata firmy „Big Active” jako próbka odniesienia zyskała najwięcej zwolenników. Być może większość osób oceniających preferowała bardziej zdecydowany smak, aniżeli łagodny, bez charakterystycznej goryczki. Można użyć więcej liofilizatu do przygotowania napoju regulując tym samym moc naparu i jego cechy organoleptyczne.

Masa właściwa herbaty liofilizowanej nie odpowiada masie właściwej herbaty liściastej, co jest typową cechą liofilizatów. Zgodnie z zaleceniami producenta, napar herbaciany przyrządza się z 2 g liści i 200 ml wody. Natomiast użycie 2 g naparu wysuszonego sublimacyjnie na 200 ml wody spowodowałoby otrzymanie napoju o zbyt dużej mocy i niekorzystnych cechach organoleptycznych. Poza tym wymagałoby to dużo większej ilości naparu sporządzonego z liści herbaty zielonej tak, aby otrzymać wystarczającą ilość proszku.

Warto byłoby wprowadzić liofilizowaną zieloną herbatę na rynek, ponieważ z ogólnie dostępnych badań konsumenckich wynika, że społeczeństwo chętnie pije liofilizowaną kawę czy herbaty ekspresowe. Jest to sygnał, że większa część konsumentów w dużej mierze preferuje łatwość przygotowania jaką cechuje się liofilizowana zielona herbata w przeciwieństwie do wyszukanych i niekiedy bardzo drogich produktów dostępnych w specjalistycznych herbaciarniach. Dodatkowo zielona herbata zyskuje coraz więcej zwolenników, co prawdopodobnie jest skutkiem wzrostu świadomości na temat zdrowego trybu życia i wiążącego się z tym zdrowego odżywiania. Należałoby wprowadzić zmiany w procesie technologicznym otrzymania takiego produktu, aby zwiększyć jego funkcjonalność i poprawić niektóre właściwości fizyczne na tyle, aby transport, magazynowanie, dystrybucja i konsumpcja nie stanowiły problemu. Dodatkowo odpowiednio poprowadzona kampania reklamowa uświadamiająca społeczeństwo o zaletach zielonej herbaty i liofilizacji z pewnością zwiększyłaby zainteresowanie takim produktem na rynku.

LITERATURA

- [1] CAŁKA J., A. ZASADOWSKI, J. JURANEK. 2008. „Niektóre aspekty leczniczego działania zielonej herbaty”. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna* 1: 5–14.
- [2] CICHON Z., M. MIŚNIAKIEWICZ, E. SZKUDLAREK. 2007. „Właściwości zielonej herbaty”. *Zeszyty Naukowe* 743: 59–90.
- [3] CIURZYŃSKA A., A. LENART. 2011. “Freeze-drying application in food processing and biotechnology – a review”. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 3: 165–171.
- [4] FIK M., A. ZAWIŚLAK. 2004. „Porównanie właściwości przeciwutleniających wybranych herbat”. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 3(40): 98–105.
- [5] GRAMZA A., J. KORCZAK, R. AMAROWICZ. 2005. „Tea polyphenols – their antioxidant properties and biological activity – A review”. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 3: 219–235.
- [6] JABŁOŃSKA-RYŚ E. 2012. „Wpływ sposobu parzenia różnych rodzajów herbat na zawartość w nich szcawanów rozpuszczalnych”. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 1(80): 187–195.
- [7] JIGISHA A., R. NISHANT, K. NAVIN, G. PANKAJ. 2012. “Green tea: a magical herb with miraculous outcomes”. *International Research Journal of Pharmacy* 3(5): 139–148.
- [8] KOSIŃSKA A., W. ANDLAUER. 2014. “Antioxidant capacity of tea: effect of processing and storage. In: Processing and impact on antioxidants in beverages (red. Victor Preedy)”. Academic Press, United States.
- [9] KURLETO K., G. KUROWSKI, B. LASKOWSKA, M. MALINOWSKA, E. SIKORA, O. VOGT. 2013. „Wpływ warunków parzenia na zawartość antyoksydantów w naparach różnych rodzajów herbat”. *Wiadomości Chemiczne* 67: 11–12.
- [10] LA TORRE-SNYDER M. 2017. „Lyophilization: The Basics”. *Pharmaceutical Processing* 32(1): 24–25.
- [11] LEWICKI P.P., I. SITKIEWICZ, Z. PAŁACHA. 2010. „Właściwości powierzchniowe”. W: *Właściwości fizyczne żywności* (red. Z. Pałacha, I. Sitkiewicz). Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne.
- [12] MIAZGA-SŁAWIŃSKA M., A. GRZEGORCZYK. 2014. „Herbaty – rodzaje, właściwości, jakość i zafałszowania”. *Kosmos*, 3: 473–479.
- [13] MUHAMMAD A., A. ASIF, A. ANWAAR, K. NAUMAN, H. IMRAN, A. IFTIKHAR. 2013. “Chemical composition and sensory evaluation of tea (*Cammelia sinensis*) commercialized in Pakistan”. *Pakistan Journal of Botany* 45(3): 901–907.
- [14] OSTROWSKA J. 2008. “Herbaty - naturalne źródło antyoksydantów”. *Gazeta Farmaceutyczna* 1: 46–50.
- [15] PAŁACHA Z. 2008. „Aktywność wody - ważny parametr trwałości żywności”. *Przemysł Spożywczy* 4: 22–26.
- [16] PN-ISO 4121:1998. Analiza sensoryczna. Metodologia. Ocena produktów żywnościowych przy użyciu metod skalowania.

- [17] **PRACA ZBIOROWA 1998.** „Nowa encyklopedia powszechna. Tom 2 (red. Barbara Petrozolin-Skowrońska) „, Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN: 737.
- [18] **RZĄCA M., D. WITROWA-RAJCHERT. 2007.** „Suszenie żywności w niskiej temperaturze”. *Przemysł Spożywczy* 4: 30–35.
- [19] **SUSANTIKARN P., N. DONLAO. 2016.** “Optimization of green tea extracts spray drying as affected by temperature and maltodextrin content”. *International Food Research Journal* 23(3): 1327–1331.
- [20] **TOPUZ A., C. DINCER, M. TORUN, I. TONTUL, H. SAHIN-NADEEM, A. HAZNEDAR, F. OZDEMIR. 2014.** “Physicochemical properties of Turkish green tea powder: effects of shooting period, shading, and clone”. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 38: 233–241.
- [21] **WALEWSKI W. 1979.** *Towaroznawstwo zielarskie. Podręcznik dla słuchaczy medycznych studiów zawodowych wydziałów techniki farmaceutycznej.* Warszawa: Wydawnictwo PZWL: 116–117.
- [22] **WIERZBICKA E. 2010.** *Oznaczanie szczawianów rozpuszczalnych w wybranych używkach.* W: *Toksykologia żywności. Przewodnik do ćwiczeń* (red. A. Brzozowska). Warszawa: Wydawnictwo SGGW.
- [23] **WOŁOSIAK R., M. MAZURKIEWICZ, B. DRUŻYŃSKA, E. WOROBIJ 2008.** „Aktywność przeciwutleniająca wybranych herbat zielonych”. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 4(59): 290–297.