

31(1) 2023

Syeda S. WAJAHAT

Emerging trends and advancements in the biopreservation of fruits

ABSTRACT

Emerging trends and advancements in the biopreservation of fruits

Fruits are natural, healthy, economically feasible, ready to eat, and provide essential nutrients such as vitamins and minerals, making them a fascinating food. Deterioration of fruits during transportation can cause food security concerns and financial losses. Globally, about 45% of horticultural crops are spoiled and wasted for numerous reasons, such as environmental contamination during growth, harvesting under unsuitable conditions, and improper storage, handling, and display. There are three groups of factors affecting the spoilage of food: physical, chemical, and microbial, which damage the size, color, taste, and texture of fruits. Conventional methods of preserving food products comprise chemical preservation, freezing, drying, and pasteurization, which can result in the loss of nutrients and the addition of unwanted chemicals produced during processing. Therefore, "green" technology is required to preserve fresh produce, which protects and enhances nutritional value in equal measure. This review will present emerging trends and advancements in the biopreservation of fruits, such as lactic acid bacteria, essential oils, herbal extracts, nanoparticles, microcapsules, edible films and coatings, bacteriocins, and bacteriophages. These biopreservative techniques should be easy, inexpensive, eco-friendly, and generally recognized as safe (GRAS) by the World Health Organization (WHO).

TŁUMACZENIE

Współczesne tendencje w biokonserwacji owoców

Owoce są naturalnym produktem gotowym do spożycia w stanie surowym, dostarczającym niezbędnych składników odżywczych, takich jak witaminy i minerały. Psucie się owoców podczas transportu może powodować zagrożenie podaży żywności i straty finansowe. Na całym świecie około 45% upraw ogrodnich jest marnowanych z wielu powodów, takich jak zanieczyszczenie środowiska podczas uprawy, zbiory w nieodpowiednich warunkach, a także niewłaściwe przechowywanie, obsługa i ekspozycja. Psucie się żywności powodują trzy grupy czynników: fizyczne, chemiczne i mikrobiologiczne, które wpływają na wielkość, kolor, smak i konsystencję owoców. Konwencjonalne metody zabezpieczania produktów spożywczych obejmują konserwację chemiczną, zamrażanie, suszenie i pasteryzację, które mogą skutkować utratą składników odżywczych i dodatkiem niepożądanych substancji chemicznych powstających podczas przetwarzania. Dlatego do konserwacji świeżych produktów wymagana jest „zielona” technologia, która w równym stopniu chroni i zwiększa wartość odżywczą. W tym przeglądzie zostaną przedstawione nowe trendy i postępy w biokonserwacji owoców, takie jak bakterie kwasu mlekowego, olejki eteryczne, ekstrakty ziołowe, nanocząsteczki, mikrokapsułki, jadalne powłoki, bakteriocyny i bakteriofagi. Te techniki biokonserwacji powinny być łatwe, niedrogie, przyjazne dla środowiska i ogólnie uznane za bezpieczne przez Światową Organizację Zdrowia (WHO).

Soumik RAY, Pradeep MISHRA, Hicham AYAD, Prity KUMARI, Rajnee SHARMA, Binita KUMARI, Abdullah Mohammad Ghazi AL KHATIB, Anant TAMANG1, Tufleuddin BISWAS

[**Prediction of fruit production in India: An econometric approach**](#)

ABSTRACT

Prediction of fruit production in India: an econometric approach

Forecasting is valuable to countries because it enables them to make informed business decisions and develop data-driven strategies. Fruit production offers promising economic opportunities to reduce rural poverty and unemployment in developing countries and is a crucial component of farm diversification strategies. After vegetables, fruits are the most affordable source of essential vitamins and minerals for human health. India's fruit production strategies should be developed based on accurate predictions and the best forecasting models. This study focused on the forecasting behavior of production of apples, bananas, grapes, mangoes, guavas, and pineapples in India using data from 1961 to 2015 (modelling set) and 2016–2020 (predicting set). Two unit root tests were used, the Ng-Perron (2001) test, and the Dickey-Fuller test with bootstrapping critical values depending on the Park (2003) technique. The results show that all variables are stationary at first differences. Autoregressive integrated moving average (ARIMA) and exponential smoothing (ETS) models were used and compared based on goodness of fit. The results indicated that the ETS model was the best in all the cases, as the predictions using ETS had the smallest errors and deviations between forecasting and actual values. This result was confirmed using three tests: Diebold-Mariano, Giacomini-White, and Clark-West. According to the best models, forecasts for production during 2021–2027 were obtained. In terms of production, an increase is expected for apples, bananas, grapes, mangoes, mangosteens, guavas, and pineapples in India during this period. The current outcomes of the forecasts could enable policymakers to create an enabling environment for farmers, exporters, and other stakeholders, leading to stable markets and enhanced economic growth. Policymakers can use the insights from forecasting to design strategies that ensure a diverse and nutritious fruit supply for the population. This can include initiatives like promoting small-scale farming, improving postharvest storage and processing facilities, and establishing effective distribution networks to reach vulnerable communities.

TŁUMACZENIE

Prognozowanie produkcji owoców w Indiach: podejście ekonometryczne

Prognozowanie jest ważne, ponieważ umożliwia podejmowanie świadomych

decyzji biznesowych i opracowywanie strategii opartych na danych. Produkcja owoców oferuje obiecujące możliwości gospodarcze w zakresie ograniczenia ubóstwa i bezrobocia na obszarach wiejskich w krajach rozwijających się i jest kluczowym elementem strategii dywersyfikacji gospodarstw. Po warzywach owoce są najtańszym źródłem niezbędnych witamin i minerałów dla zdrowia człowieka. Strategie produkcji owoców należy opracowywać w oparciu o trafne przewidywania i najlepsze modele prognostyczne. W badaniu skupiono się na prognozowaniu produkcji jabłek, bananów, winogron, mango, gujawy i ananasów w Indiach na podstawie danych z lat 1961-2015 (dane modelowe) i 2016-2020 (dane predykcyjne). Zastosowano dwa testy, test Ng-Perrona (2001) i test Dickeya-Fullera z wartościami krytycznymi uzyskanymi metodą bootstrap według Parka (2003). Wyniki pokazują, że wszystkie zmienne są stacjonarne. Zastosowano modele auto-regresji (ARIMA) i wygładzania wykładniczego (ETS), które porównano w oparciu o miary dopasowania modeli. Wyniki wskazują, że we wszystkich przypadkach model ETS był najlepszy, gdyż predykcje z wykorzystaniem ETS charakteryzowały się najmniejszymi błędami i odchyleniami pomiędzy wartościami prognozowanymi a rzeczywistymi. Wynik ten potwierdzono za pomocą trzech testów: Diebolda-Mariano, Giacomini-White'a i Clarka-Westa. Według najlepszych modeli uzyskano prognozy produkcji na lata 2021-2027, które przewidują wzrost produkcji jabłek, bananów, winogron, mango, mangostanów, gujawy i ananasów w Indiach. Aktualne wyniki prognoz mogą umożliwić decydentom tworzenie sprzyjających warunków dla rolników, eksporterów i innych zainteresowanych stron, co doprowadzi do stabilizacji rynków i większego wzrostu gospodarczego. Decydenci mogą wykorzystać wnioski płynące z prognoz do opracowania strategii zapewniających społeczeństwu dostawy zróżnicowanych i pożywnych owoców. Może to obejmować takie inicjatywy jak promowanie małych gospodarstw rolnych, ulepszanie obiektów do przechowywania i przetwarzania oraz tworzenie sprawnych sieci dystrybucji skutecznie docierających do szczególnie wrażliwych społeczności.

Saji GOMEZ, Karishma SEBASTIAN, Chandran ANJALI, Meagle JOSEPH,
Paleeran Kanakan MANEESHA

Impact of maturity stages, shrink-wrap packaging and storage temperature on shelf life and quality of pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.) fruit 'Mauritius'

ABSTRACT

Impact of maturity stages, shrink-wrap packaging and storage temperature on shelf life and quality of pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.) fruit 'Mauritius'

Pineapple is widely grown in tropical countries, and the fruits are well-known for their unique flavor. The ideal stage of maturity, optimum storage temperature, congenial relative humidity, and adequate type of packaging are critical factors that determine the shelf life and quality of pineapple fruits. Therefore, this investigation was carried out to determine the effect of maturity stage and shrink-wrap packaging, along with ambient and low-temperature storage in order to determine the impact of these factors on extending the shelf life and quality of pineapple fruits. The results revealed that fruits with 75% yellow tubercles at the harvesting stored under ambient temperature had a shelf life of just 7 days compared to the fruits having 25% yellow tubercles subjected to shrink-wrap packaging, followed by low-temperature storage, which had a shelf life of 49 days. The findings of this study conclusively proved that harvesting pineapple fruits with 25% of yellow tubercles, followed by shrink-wrap packaging in 25 μ polyolefin film and subsequent storage in a cool chamber at 12-13 °C and 85% relative humidity can prolong the shelf life and will also maintain the quality of pineapple fruits.

TŁUMACZENIE

Wpływ stadium dojrzałości, opakowania foliowego oraz temperatury przechowywania na okres przechowywania i jakość owoców ananasa (*Ananas comosus* (L.) Merr.) 'Mauritius'

Ananasy są szeroko uprawiane w krajach tropikalnych ze względu na niepowtarzalny smak owoców. Odpowiedni etap dojrzałości, optymalna temperatura przechowywania i wilgotność względna oraz dobrze dobrany rodzaj opakowania to najważniejsze czynniki, które wpływają na trwałość i jakość owoców ananasa. Badania przeprowadzono w celu określenia wpływu etapu dojrzałości i pakowania w folię termokurczliwą oraz przechowywania w temperaturze otoczenia i w temperaturze obniżonej na wydłużenie okresu przydatności do spożycia i jakość owoców ananasa. Wykazano, że okres przydatności do spożycia owoców, które w czasie zbioru miały 75% żółtych guzków i były przechowywane w temperaturze otoczenia, wynosił zaledwie 7 dni. Natomiast okres przydatności do spożycia owoców, które w czasie zbioru miały 25% żółtych guzków i były pakowane w folię termokurczliwą, a następnie przechowywane w niskiej temperaturze, wynosił 49 dni. Wyniki jednoznacznie wykazały, że zbiór owoców ananasa w stadium 25% żółtych guzków, a następnie pakowanie w folię termokurczliwą o grubości 25 μ i późniejsze przechowywanie w chłodnej komorze, w temperaturze 12-13 °C, przy wilgotności względnej 85%, może wydłużyć okres przydatności do spożycia, a także pozwolić na utrzymanie wysokiej jakości owoców.

Takashi HANAGASAKI

[Vinegar extract produced using ripe fruits of wild genotype of *Citrus depressa* Hayata in Okinawa](#)

ABSTRACT

Vinegar extract produced using ripe fruits of wild genotype of *Citrus depressa* Hayata in Okinawa

Shikuwasa (*Citrus depressa* Hayata) is known as Taiwan tangerine. Various local cultivars are grown, among which the most famous is the 'Kugani', which is considered a breeding cultivar. The fruits of this cultivar are used for various purposes (juices, jams, vinegar, etc.) and as a fruit for consumption. The local landrace Ishikunibu is considered wild and is not cultivated on a larger scale because it is dwarf and tastes sour even when harvested in February. This article showed the results of experiments that aimed to show that Ishikunibu fruits are suitable as an addition to the cultivation of these fruits for producing vinegar extract. The results indicate that the vinegar extract of Ishikunibu has properties similar to that of 'Kugani'. Such vinegar extracts using Ishikunibu have more ascorbic acid ($115.2 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ vs. $38.9 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) and titratable acidity than that of 'Kugani'. The other quality parameters of such produced vinegar extracts did not differ significantly. The sensory evaluation of vinegar extracts showed no differences in aroma, green smell, and general flavor but vinegar extract of Ishikunibu tasted less bitter. Therefore, Ishikunibu, the wild genotype of shikuwasa, is deemed useful in producing vinegar extracts.

TŁUMACZENIE

Ocena ekstraktu octowego z dojrzałych owoców dzikiego genotypu *Citrus depressa* Hayata

W Japonii uprawiane się różne lokalne odmiany *Citrus depressa* Hayata (tajwańska mandarynka lub zielona limonka), z których najsłynniejszą jest 'Kugani', uznawana za odmianę hodowlaną. Owoce tej odmiany wykorzystywane są na różne sposoby – są spożywane na surowo lub w formie soku, dżemu, octu itp. Tradycyjna odmiana Ishikunibu nie jest uprawiana na większą skalę, ponieważ jest karłowata i ma kwaśny smak, nawet po opóźnionym zbiorze. Przedstawiono wyniki eksperymentów, które miały na celu wykazanie, że owoce Ishikunibu mogą być wykorzystywane do produkcji ekstraktu octowego. Wyniki wskazują, że ekstrakt octowy z Ishikunibu ma właściwości podobne do ekstraktu z 'Kugani'. Ekstrakty octowe z Ishikunibu mają więcej kwasu askorbinowego niż z 'Kugani' ($115,2 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ w porównaniu z $38,9 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) i większą kwasowość miareczkową. Pozostałe parametry jakościowe badanych ekstraktów octowych nie różniły się istotnie. Ocena sensoryczna ekstraktów nie wykazała różnic w aromacie, zielonym zapachu ani ogólnym smaku, ale ekstrakt octowy z Ishikunibu miał mniej gorzki posmak. Dlatego Ishikunibu (dziki genotyp *Citrus depressa*) może być przydatny

w produkcji ekstraktów octowych.

Liudmyla Mycolaivna SHEVCHUK, Yuliya Yuriivna VINTSKOVSKA, Natalia Vasylivna DEREVIANKO, Vasil Myhailovich DERVIANKO

Biochemical composition of persimmon fruit (*Diospyros kaki* L.) bred in Ukraine

ABSTRACT

Biochemical composition of persimmon fruit (*Diospyros kaki* L.) bred in Ukraine

The study of the fruit quality of five Ukrainian persimmon cultivars 'Pamiat Cherniaeva' ("Memory of Cherniaev"), 'Chuchupaka', 'Sosnivska', 'Bozhyi Dar' ("God's gift"), and 'Dar Sofiiivky' ("Gift of So-fiivka") showed that their fresh mass varies from 48.4 g ('Chuchupaka') to 113.2 g ('Pamiat Cherniaeva'). 'Pamiat Cherniaeva' and 'Dar Sofiiivky' produced the largest fruits. 'Dar Sofiiivky', 'Sosnivska', and 'Chuchupaka' fruits had the highest dry matter content. The highest sweetness level expressed in the sugar-acid index was in the 'Dar Sofiiivky' fruits, the lowest in 'Pamiat Cherniaeva'. This cultivar also had the lowest amount of total pectins and polyphenols. All evaluated parameters varied considerably between cultivars.

TŁUMACZENIE

Skład biochemiczny owoców persymony (*Diospyros kaki* L.) odmian wyhodowanych w Ukrainie

Badanie jakości owoców pięciu odmian persymony (hebanowiec, hurma, kaki) wyhodowanych w Ukrainie: 'Pamiat Cherniaeva', 'Chuchupaka', 'Sosnivska', 'Bozhyi Dar' i 'Dar Sofiiivky', wykazało, że ich świeża masa wahała się od 48,4 g ('Chuchupaka') do 113,2 g ('Pamiat Cherniaeva'). Największe owoce wydały odmiany 'Pamiat Cherniaeva' i 'Dar Sofiiivky'. Największą zawartością suchej masy charakteryzowały się owoce 'Dar Sofiiivky', 'Sosnivska' i 'Chuchupaka'. Najwyższy poziom słodczy, wyrażony wskaźnikiem kwasowości cukrowej, miały owoce 'Dar Sofiiivky', najniższy - 'Pamiat Cherniaeva'. Odmiana ta charakteryzowała się także najmniejszą zawartością pektyn i polifenoli. Wszystkie oceniane parametry różniły się istotnie pomiędzy odmianami.

Juan Carlos DÍAZ-PÉREZ, Theodore McAVOY, Xuelin LUO, Sudeep BAG

[Alternative methods to manage silverleaf whitefly \[*Bemisia tabaci* Gennadius \(Hemiptera: Aleyrodidae\)\] in zucchini \(*Cucurbita pepo* L.\)](#)

ABSTRACT

Alternative methods to manage silverleaf whitefly [*Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae)] in zucchini (*Cucurbita pepo* L.)

Whiteflies are the most detrimental insect pest for cucurbit crops in Georgia, USA. Plant growth and yield are severely reduced due to whitefly feeding and, more importantly, many plant viruses they vector. Chemical management of whiteflies has been ineffective. An integrated pest management (IPM) strategy is needed to reduce whitefly numbers to an acceptable level in cucurbit crops in Georgia. This study evaluated the impact of plastic mulch color, exclusionary row covers, particle clay, and organic insecticidal solutions (soap and neem oil) on plant growth, fruit yield, and whitefly index (WFindex) in zucchini squash

(*Cucurbita pepo* L.). The study was conducted during the fall of 2019 and 2020. Particle clay applications reduced zucchini foliar temperatures and WFindex and increased zucchini fruit yields. Black plastic mulch reduced fruit yield due to increased root zone temperature and did not impact whitefly numbers. Neem oil and soap decreased the WFindex but inconsistently affected fruit yield and quality. Our findings indicate that neem oil, soap, and particle clay may be part of an IPM program for whiteflies. However, further evaluations are needed in large plots and commercial fields to confirm the preliminary results of this study.

TŁUMACZENIE

Alternatywne metody zwalczania mączlika srebrzystolistnego [*Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae)] na cukinii (*Cucurbita pepo* L.)

Mączlik ostroskrzydły jest najpoważniejszym szkodnikiem upraw dyniowatych w stanie Georgia (Stany Zjednoczone). Wzrost i plony roślin są poważnie ograniczone z powodu żerowania mączlików, a co ważniejsze, wielu wirusów roślinnych, które są przez nie przenoszone. Chemiczne zwalczanie tych owadów nie jest skuteczne. Aby zmniejszyć liczebność mączlika do akceptowalnego poziomu w uprawach dyniowatych, konieczne jest wypracowanie strategii zintegrowanej ochrony przed tymi szkodnikami. W doświadczeniu oceniano wpływ koloru ściółki z tworzywa sztucznego do osłony rzędów, gliny i organicznych roztworów owadobójczych (mydło i olejek z miodli indyjskiej, *Azadirachta indica*) na wzrost roślin, plon owoców i populację mączlika na cukinii (*Cucurbita pepo* L.). Badanie przeprowadzono jesienią 2019 i 2020 roku. Zastosowanie glinki drobnoziarnistej obniżyło temperaturę liści cukinii i populację mączlika oraz zwiększyło plony owoców cukinii. Czarna ściółka z tworzywa sztucznego zmniejszyła plon owoców z powodu podwyższonej temperatury w strefie korzeniowej, ale nie miała wpływu na liczebność mączlików. Olejek i mydło z miodli zmniejszyły populację mączlika, ale w sposób niejednoznaczny wpływały na plon i jakość owoców. Wyniki wskazują, że olejek i mydło z miodli oraz glinka cząsteczkowa mogą stanowić część programu zwalczania mączlików. Jednakże potrzebne są dalsze doświadczenia na dużych poletkach i na uprawach komercyjnych, aby potwierdzić wstępne wyniki tego badania.

Maria GRZEGORZEWSKA, Ewa BADEŁEK, Anna CIECIERSKA, Karol FABISZEWSKI, Krzysztof P. RUTKOWSKI

The storage ability of broccoli after 1-methylcyclopropene treatment

ABSTRACT

The storage ability of broccoli after 1-methylcyclopropene treatment

The study evaluated the effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment on broccoli quality and storage ability. Broccoli 'Parthenon' was treated the day after harvest with 1.0 or 3.0 cm³·m⁻³ 1-MCP. The treatment was performed at 5 °C for 20 h, and then the plant material was stored at 0-1 °C for 30 or 60 d. After 30 d of refrigerated storage, broccoli was transferred to conditions simulating retail (15 °C) for 6 d. During 30 d of storage, the broccoli crowns maintained excellent quality. The fleshy stalks were slightly inferior due to the darkening of the leaf scar areas. After 60 d, there was a marked reduction in broccoli quality. Still, the positive effect of 1-MCP treatment on broccoli was observed as inhibiting the senescence of the remaining petiole fragments. During shelf life after 30 days of cold storage, broccoli treated with 1-MCP retained better quality of the crowns and fleshy stems, evident after six days of shelf life evaluation. The study did not find that 1-MCP treatment inhibited the respiration rate of broccoli, or ethylene production.

TŁUMACZENIE

Możliwość przechowywania brokułów traktowanych 1-metylocyklopropenem

W pracy oceniano wpływ 1-metylocyklopropenu (1-MCP) na jakość i trwałość przechowalniczą brokułów. Brokuły 'Parthenon' następnego dnia po zbiorze traktowano 1,0 lub 3,0 cm³·m⁻³ 1-MCP. Zabieg prowadzono w temperaturze 5 °C

przez 20 godzin, a następnie materiał roślinny przechowywano w temperaturze 0-1 °C przez 30 dni (jedna partia) i 60 dni (druga partia). Po 30 dniach przechowywania brokuły przeniesiono do warunków symulowanego obrotu towarowego (SOT) (15 °C) na 6 dni. W ciągu 30 dni przechowywania róże brokułów zachowały doskonałą jakość. Mięsiste łodygi były w nieco gorszym stanie, ze względu na ciemnienie blizn po liściach. Po 60 dniach stwierdzono wyraźne obniżenie jakości brokułów. Mimo to zaobserwowano pozytywny wpływ traktowania brokułów 1-MCP na hamowanie starzenia pozostających na łodydze fragmentów ogonków liściowych. W warunkach SOT, po 30 dniach chłodniczego przechowywania, brokuły poddane pozbiorniczemu traktowaniu 1-MCP zachowały lepszą jakość róz i mięsistych łodyg. Różnice w jakości brokułów były szczególnie widoczne po 6 dniach składowania w SOT. W badaniu nie stwierdzono wpływu 1-MCP na intensywność oddychania brokułów lub produkcję etylenu.

Rofiqoh P. RIA , Benyamin LAKITAN, Firdaus SULAIMAN, Yakup YAKUP

[Searching for suitable cultivation system of Swiss chard \(*Beta vulgaris* subsp. *cicla* \(L.\) W.D.J.Koch\) in the tropical lowland](#)

ABSTRACT

Searching for suitable cultivation system of Swiss chard (*Beta vulgaris* subsp. *cicla* (L.) W.D.J.Koch) in the tropical lowland

Swiss chard as a leafy vegetable (*Beta vulgaris* subsp. *cicla* (L.) W.D.J.Koch) is rarely cultivated in the tropical climate zone because this plant has not been recognized by local farmers. The purpose of this study was to compare the performance of three cultivation systems, i.e., conventional, floating, and bottom-wet culture systems on three Swiss chard cultivars with different petiole colors,

i.e., 'Red Ruby', 'Yellow Canary', and 'Pink Passion'. The best result was obtained if the Swiss chard was cultivated using the floating system since the water was continuously available by the capillarity force through the bottom hole of the pots, as indicated by the highest number of leaves, total fresh weight, leaf blade dry weight, and petiole dry weight. Fresh weight amongst the three cultivars cultivated in each system did not show a significant difference. 'Yellow Canary' produced a larger petiole and heavier fresh weight of individual leaves, but a lesser number of leaves per plant. The leaf area estimation model using the leaf length \times width as the predictor, and the zero-intercept linear regression was accurate for all Swiss chard cultivars, as the coefficient of determination was considerably high in 'Red Ruby' (0.981), 'Pink Passion' (0.976), and 'Yellow Canary' (0.982), respectively

TŁUMACZENIE

Badanie systemów uprawy buraka liściowego (*Beta vulgaris* subsp. *cicla* (L.) W.D.J.Koch) na tropikalnych nizinach

Burak liściowy (boćwina, *Beta vulgaris* subsp. *cicla* (L.) W.D.J.Koch) jest rzadko uprawiany w strefie klimatu tropikalnego, roślina ta nie zyskała do tej pory uznania wśród lokalnych rolników. Celem tego badania było porównanie wydajności trzech systemów uprawy: konwencjonalnego - w podłożu, pływającego i podsiąkającego, trzech odmian o różnych kolorach ogonków - 'Red Ruby', 'Yellow Canary' i 'Pink Passion'. Najlepszy wynik (największa liczba liści, całkowita świeża masa, sucha masa blaszki liściowej i sucha masa ogonków) uzyskano w przypadku uprawy boćwiny w systemie pływającym, w którym woda była stale dostępna przez dolny otwór doniczki dzięki sile kapilarnej. Świeża masa trzech odmian uprawianych w każdym systemie nie wykazała istotnej różnicy. Rośliny 'Yellow Canary' wytwarzały większe ogonki i większą świeżą masę pojedynczych liści, ale mniejszą liczbę liści. Model szacowania powierzchni liści wykorzystujący długość \times szerokość liścia oraz regresję liniową z zerowym wyrazem wolnym był właściwy dla wszystkich odmian boćwiny, ponieważ współczynniki determinacji były wysokie 'Red Ruby' - 0,981, 'Pink Passion' - 0,976, 'Yellow Canary' - 0,982).

