евоJournal of Mountain Agriculture on the Balkans, 2020, 23 (3), 234-246 ISSN 1311-0489 (Print)
Research Institute of Mountain Stockbreeding and Agriculture, Troyan ISSN 2367-8364 (Online)

Някои качествени характеристики на мексиканската краставица (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.), горчив пъпеш (*Momordica charantia* L.) и кивано (*Cucumis metuliferus* E. Mey ex Naudin) произведени в условия на умерен климат в Северна Македония

Трайче Димитровски[1], Даника Андреевска[2], Добре Андов[2], Наташа Гьорговска[3], Весна Левков[3]*

[1]Институт по земеделие, Скопски университет "Св. св. Кирил и Методий", 1000 Скопие, Република Северна Македония
[2]Катедра по полски култури, Институт по земеделие, Скопски университет "Св. св. Кирил и Методий", 1000 Скопие, Република Северна Македония
[3] Институт по животновъдство, Скопски университет "Св. св. Кирил и Методий", 1000 Скопие, Република Северна Македония

Some Quality Properties of Tropical Cucurbits Chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.), Bitter Melon (*Momordica charantia* L.) and Kiwano (*Cucumis metuliferus* E. Mey) Produced in the Temperate Climate Conditions of North Macedonia

Trajche Dimitrovski[1], Danica Andreevska[2], Dobre Andov[2], Natasha Gjorgovska[3], Vesna Levkov[3]*

[1]Institute of Agriculture, "Ss. Cyril and Methodius" University in Skopje, 1000 Skopje, Republic of North Macedonia
[2]Field Crops Department, Institute of Agriculture, "Ss. Cyril and Methodius" University in Skopje, 1000 Skopje, Republic of North Macedonia
[3]Institute of Animal Science, "Ss. Cyril and Methodius" University in Skopje, 1000 Skopje, Republic of North Macedonia
**E-mail: levkovv@yahoo.com*

Original scientific paper

РЕЗЮМЕ

Тропическите култури, като мексиканската краставица, горчив пъпеш и кивано (*Cucurbitaceae*) се култивират в умерено континенталния субсредиземноморски климат на район Кочани в Северна Македония. Пресните плодове бяха тествани за техните физикохимич-

SUMMARY

The tropical crops chayote, bitter melon and kiwano (*Cucurbitaceae*) were cultivated under the temperate continental sub-Mediterranean climate of Kochani region, North Macedonia. The fresh fruits were tested for their physicochemical characteristics (water content, total dry

ни характеристики (водно съдържание, общо сухо съдържание, общо разтворими твърди вещества и pH) и микробиологично качество, използвайки селективни среди за *Salmonella* spp., *L. monocytogenes*, *E. coli*/*Enterobacteriaceae*, дрожди и плесени и агар за общия брой микроорганизми. Всички характеристики са тествани в 5 повторения. Физикохимичните свойства на кивано (общо разтворими сухи вещества 4.07% Brix и pH 4.47) и горчивия пъпеш (общо разтворими сухи вещества от 3.77% Brix) са подобни на данни от други райони/държави, докато мексиканската краставица има подобно водно съдържание и pH, но по-ниски общо разтворими сухи вещества, получени в условията на Северна Македония. По отношение на микробиологичното качество, *L. monocytogenes, Salmonela* spp. и *E. coli* не са открити в нито една от пробите. Ентобактерии *Enterobacteriaceae* са открити в кивано и горчив пъпеш. Най-висок среден брой микроорганизми е установен в кивано (3626 cfu/g), докато най-голям брой дрожди и плесени в горчивия пъпеш (3084 cfu/g). Резултатите предполагат, че мексиканската краставица, горчивия пъпеш и киваното с добро качество на плодовете може да се произвеждат в умерените климатични условия на Северна Македония. Все пак, мексиканската краставица има по-ниско количество на общи разтворими сухи вещества в сравнение с реколта, произведена в тропически и субтропични региони. Изследванията върху тези култури трябва да продължат по отношение на пригодността към различни климатични и почвени региони за тяхното отглеждане и специфичните техники за култивиране на всеки вид по отношение на плододаването и качеството.

Ключови думи: *Sechium edule, Momordica charantia*, *Cucumis metuliferus,* микробиологични критерии, физикохимични свойства

content, total soluble solids and pH) and microbiological quality using selective media for *Salmonella* spp., *L. monocytogenes*, *E. coli*/*Enterobacteriaceae*, yeast and molds and plate count agar for total number of bacteria.

All parameters were tested in 5 replications. The physicochemical properties of kiwano (total soluble solids of 4.07 %Brix and pH of 4.47) and bitter melon (total soluble solids of 3.77 %Brix) were similar to reports from other regions/countries, while the chayote had a similar water content and pH but lower total soluble solids obtained in our conditions. Concerning the microbiological quality, *L. monocytogenes, Salmonela* spp. and *E. coli* were not detected in any of the samples. Non-coli *Enterobacteriaceae* were found in kiwano and bitter melon.

The highest average plate count was found in kiwano (3626 cfu/g), while the highest number of yeasts and molds in bitter melon (3084 cfu/g). The results suggest that chayote, bitter melon and kiwano crop with good fruit quality can be produced under the temperate climate conditions of North Macedonia.

Still, the chayote had inferior total soluble solids as compared to the crop produced in tropical and subtropical regions.

The research in these crops should continue in regard to the suitability of the different climate-vegetation-soil regions for their cultivation, and specific cultivation techniques in each species in relation to fruit yield and quality.

Key words: *Sechium edule, Momordica charantia*, *Cucumis metuliferus,* microbiological criteria; physicochemical properties

УВОД

Чайотът (*Sechium edule* (Jacq. Sw.), кивано (*Cucumis metuliferus* E. Mey) и горчив пъпеш (*Momordica charantia* L.) са култури от тропически произход, принадлежащи към ботаническото семейство *Cucurbitaceae* (сем. Тиквови или Кратункови), отглеждани предимно в тропиците и суптропиците. Чайотът произхожда от Мексико и Централна Америка. Той е най-популярен в Латинска Америка и се отглежда в тропическите и субтропичните региони (Newstrom, 1990; Newstrom, 1991). Естественото обитание на киваното (рогат пъпеш) е в Африка (райони на Субсахара) и Югозападна Азия (Йемен) (Kirkbride, 1993). За търговски цели се отглежда в Кения, Нова Зеландия, Франция и Израел (Lim, 2012). Горчивият пъпеш (горчива грудка или балсамова круша) произхожда от Африка (Schaefer and Renner, 2010). Култивирането му е неясно (Африка или Индия) и днес се използва най-широко в азиатските кухни (Chomicki et al., 2019).

Напоследък тези култури получават все по-голямо внимание поради отчетените им хранителни и биофункционални свойства (Wannang et al., 2007; Kubola and Siriamornpun, 2008; Joseph and Jini, 2013; Anyanwu et al., 2014; Jia et al., 2017; Mzena et al., 2018; Parra et al., 2018; Riviello-Flores et al. 2018; Vieira et al., 2019).

В Северна Македония трите култури не са добре познати и не се отглеждат често като търговска култура или градинско растение. Отглеждането им е изолирано и местно, в малък мащаб от определени фермери за местния пазар. Нито един от трите вида не е включен в националния сортов списък, публикуван от Министерството на земеделието, горите и водното стопанство на Република Северна Македония (2008). Чайотът е внесен в региона в края на 90-те години на 20-ти в., когато на случаен принцип се отглежда като градински (в задния двор) екземпляр

INTRODUCTION

Chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.), kiwano (*Cucumis metuliferus* E. Mey) and bitter melon (*Momordica charantia* L.) are crops of tropical origin belonging to the botanical family *Cucurbitaceae* (cucurbits or gourd family) predominantly grown in the tropics and suptropics. The chayote (mirliton squash) originates from Mexico and Central America. It is most popular in Latin America and grown in the tropical and subtropical regions (Newstrom, 1990; Newstrom, 1991). The kiwano (horned melon) naturally occurs thru Africa (sub-Saharan regions) and Southwest Asia (Yemen) (Kirkbride, 1993). It is commercially grown in Kenya, New Zealand, France and Israel (Lim, 2012). The bitter melon (bitter gourd or balsam pear) originates from Africa (Schaefer and Renner, 2010). Its domestication is unclear (Africa or India) and today is most extensively used in Asian cuisines (Chomicki et al., 2019).

Recently, these crops are gaining more attention due to their reported nutritional and bio-functional properties (Wannang et al., 2007; Kubola and Siriamornpun, 2008; Joseph and Jini, 2013; Anyanwu et al., 2014; Jia et al., 2017; Mzena et al., 2018; Parra et al., 2018; Riviello-Flores et al. 2018; Vieira et al., 2019).

In North Macedonia, these three crops are not well known, and are not commonly cultivated as a commercial crop or a garden plant. Their cultivation is isolated and local, on a small scale by certain individuals/ farmers for the local market. None of the three species is listed in the National variety list published by the Ministry of Agriculture, Forestry and Water Economy of the Republic of North Macedonia (2008). The chayote was introduced in the region at the end of the 1990's decade, when it was randomly grown as a garden (backyard) specimen (author's notation), while the kiwano and

(бележка на автора), докато киваното и горчивият пъпеш са познати от последните няколко години, от он-лайн материали. Тъй като няма почти никаква научна информация за тези нови екзотични видове, отглеждани в Северна Македония, се проведе проучване с цел да се проучи безопасността на храните (микробиологично качество) и физико-химичните характеристики на тези кратункови растения, произведени в климатичните условия на Северна Македония.

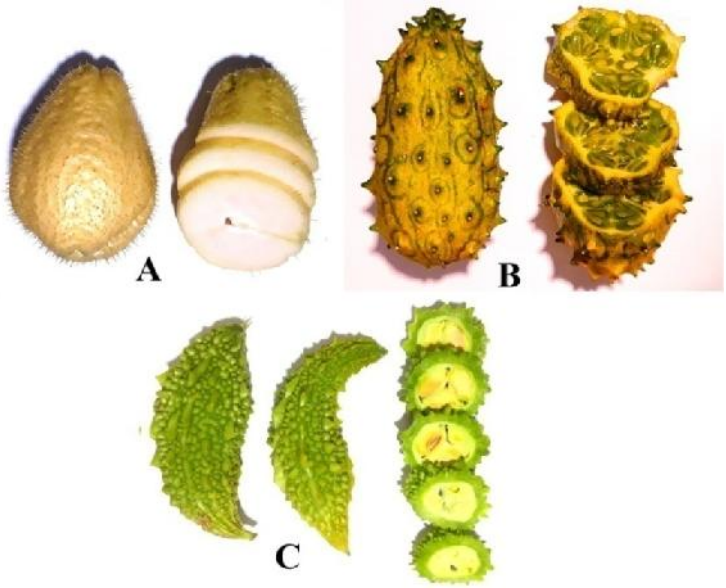
bitter melon are know from the past several years, with some on-line popular reports. Since little to no scientific information on these new exotic species cultivated in North Macedonia is available, a study was conducted in order to investigate the food safety (microbiological quality) and physicochemical characteristics of these cucurbits produced in the climatic conditions of North Macedonia.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Материалите, използвани за това изследване, са плодове от трите вида кратункови: чайот (*Sechium edule* (Jacq. Sw.), кивано (*Cucumis metuliferus* E. Mey) и горчив пъпеш (*Momordica charantia* L.) показани на Фигура 1. Физико-химичните и микробиологичните анализи на чайот и кивано са извършени с узрели плодове. Тъй като горчивият пъпеш се използва като зеленчук, докато е още зелен (неузрял), анализите при този вид са извършени върху неузрели плодове. Плодовете на трите вида са отглеждани в частен имот през вегетационния сезон на 2019 г., разположен в района на Кочани, който принадлежи към умерено континенталния суб-средиземноморски климатичен пояс (Filipovski at al., 1996) или BSk (степен, сух, студен) климат според новите глобални карти на климатичната класификация на Кьопен-Гайгер (1980–2016 г.) с резолюция 1-km (Beck et al., 2018). По време на отглеждането не са прилагани пестициди (фунгициди и инсектициди).

MATERIAL AND METHODS

The materials used for this study were fruits of the three cucurbit species: chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.), kiwano (*Cucumis metuliferus* E. Mey) and bitter melon (*Momordica charantia* L.) shown on Figure 1. The physicochemical and microbiological analyses of chayote and kiwano were performed on ripen fruits. Because the bitter melon is used as a vegetable while still green (unripe), the analyses in this species were performed on unripe fruits. The fruits of the three species were grown on a private property during the vegetative season of 2019 located in the region of Kochani, which belongs to the temperate continental sub-Mediterranean climate belt (Filipovski at al., 1996) or BSk (steppe, arid, cold) climate according to the new global maps of the Köppen-Geiger climate classification for the present-day (1980–2016) at 1-km resolution (Beck et al., 2018). No pesticides (fungicides and insecticides) were applied during the cultivation.



Фиг.1. Плодове на изследваните тропически кратункови видове
Fig. 1. Fruits of the examined tropical cucurbit species
А- чайот (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.), В- кивано (*Cucumis metuliferus* E. Mey) и С- горчив пъпеш (*Momordica charantia* L.)
A- chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.), B- kiwano (*Cucumis metuliferus* E. Mey) and C- bitter melon (*Momordica charantia* L.)

Физикохимични анализи

Изследвани са следните физикохимични свойства: съдържание на вода, общо съдържание на сухо вещество, общо разтворими сухи вещества и pH. Съдържанието на вода и общото съдържание на сухо вещество във всеки вид се определя чрез сушене на 5 проби от различни плодове във въздушна пещ при 105 °C до достигане на постоянно тегло и са изразени като % от теглото на пресните плодове. Общото количество на разтворими сухи вещества и pH се определят в 5 течни проби от всеки вид, приготвени от различни плодове, обработени в блендер, след което пробите се прецеждат и течността (плодов сок) се събира. Общото количество на разтворим сухи вещества (TSS) е важен показател за качество, използван за обозначаване сладостта на пресни и преработени градинарски хранителни продукти, в лаборатории за изследвания и в промишлени предприятия за определя-

Physicochemical analyses

The following physicochemical properties were investigated: water content, total dry content, total soluble solids and pH. The water content and total dry content in each species were determined by drying 5 fruit samples from different fruits in air-oven at 105 °C to constant weight and were expressed as % of the fresh fruit weight.

The total soluble solids and pH were determined in 5 liquid samples in each species, prepared from different fruits processed on a blender, after which the samples were strained and the liquid (fruit juice) collected.

The total soluble solids (TSS) are an important quality parameter used to indicate sweetness of fresh and processed horticultural food products, in laboratories for research and by industry to determine marketing standards (Magwazaa and Opara, 2015).

не на пазарните стандарти (Magwazaa and Opara, 2015). TSS в това проучване е измерено в % Brix, чрез цифров рефрактометър (Kruss). pH е определено с помощта на цифров уред за измерване на pH (Testo).

Микробиологични анализи

Плодовете, използвани за микробиологични анализи, са обрани и занесени в лабораторията, където са измити с чешмяна вода и след това са промити два пъти с дестилирана вода. Не е извършена повърхностна дезинфекция.

Анализите са извършени с пет проби от всеки от трите вида (общо 15). Всяка от петте проби чайот, горчив пъпеш и кивано са приготвени от различни плодове. Плодовете са нарязани на малки парчета и са измерени в стерилни условия. 25 g от всяка проба са поставени в 225 ml стерилен буфериран пептонов разтвор и са хомогенизирани в хомогенизатор (Interscience, модел BagMixer). Следващите разреждания са направени чрез стерилен буфериран пептонов разтвор. Общият брой аеробни мезофилни бактерии е открит с помощта на агар (PCA) след 24 часа инкубация при 37°C. Enterobacteria и *Escherichia coli* са открити с помощта на селективна хромогенна среда за директно изброяване на *Enterrobacteriaceae* и *E. coli* (REBBECA агар) след инкубиране при 37°C в продължение на 24 часа. Проверката *за салмонела* се провежда, като се използва високоселективна хромогенна среда за откриване на *салмонела* (24 часа при 37°C). Наличието на *Listeria monocitogenes* е изследвано чрез използване на селективна хлорогенна среда (агар) ALOA за *Listeria* според Ottaviani и Agosti (24 часа при 37°C). Дрождите и плесените са открити и изброени чрез глюкозен хлорамфеникол (YCG) с екстракт от дрожди след 3-5 дни инкубация при 25°C. Всички използвани хранителни среди са готови за употреба (BioMérieux).

The TSS in this study was measured in %Brix using digital refractometer (Kruss). The pH was determined using digital pH-measuring instrument (Testo).

Microbiological analyses

The fruits used for microbiological analyses were harvested and taken to the laboratory, where they were washed with tap water and afterward washed twice with distilled water. No surface disinfection was performed.

The analyses were performed on five samples of each of the three species (15 in total). Each of the five samples of chayote, bitter gourd and kiwano were prepared from different fruit. The fruits were cut in small species and measured under sterile conditions. 25 g of each sample was put in a 225 ml sterile buffered peptone solution and homogenized in a stomacher (Interscience, model BagMixer). The subsequent dilutions were made by using the sterile buffered peptone solution. The total number of aerobic mesophilic bacteria was detected using the plate count agar (PCA) after 24 hours incubation at 37 °C. Enterobacteria and *Escherichia coli* were detected using selective chromogenic medium for direct enumeration of *Enterrobacteriaceae* and *E. coli* (REBBECA agar) after incubation at 37 °C for 24 hours. *Salmonella* screening was performed using highly selective chromogenic medium for *Salmonella* detection (24 hours at 37 °C). The presence *of Listeria monocitogenes* was examined by using ALOA- selective chorogenic medium (agar) for *Listeria* according to Ottaviani and Agosti (24 hours at 37 °C). Yeasts and molds were detected and enumerated by using yeast extract glucose chloramphenicol (YCG) plate after 3-5 days of incubation at 25 °C. All media used were ready-to-use plates (BioMérieux). An overview of the media

Съставът на средата, използвана за откриване и изброяване на изследваните микроорганизми, е представена в Таблица 1.

used for detection and enumeration of the studied microorganisms is presented in Table 1.

Таблица 1. Хранителни среди за откриване на микроорганизми
Table 1. Overview of the mediums used for detection of the specific microorganisms

Параметър Parameter	Среда Medium	Метод за откриване Method of detection	Предполагаем положителен резултат Presumptive positive result
Общ брой бактерии Total plate count	PCA	Неселективна среда, позволява растеж на бактерии Non selective medium which enables bacterial growth	Растеж на колонии от бактерии Growth of bacterial colony forming units
Enterobacteria	REBECCA	Добавка REBECCA REBECCA EB suplement	Колонии с розов до червен цвят/Pink to red colonies
Escherichia coli	REBECCA	β -D-глюкуронидазна активност β- D-glucuronidase activity	Колонии със син цвят с/без синьо хало/Blue colonies with or without blue halo
Salmonela spp.	Salmonella chromogenic agar	C8-естеразна активност C8-esterase activity	Колонии с бледорозов цвят до бледоморав Pale pink to mauve colonies
Listeria monocytogenes	ALOA	активност на β-глюкозидаза и фосфатидилинозитотол фосфолипаза С /β-glucosidase and phosphatidylinositol-specific phospholipase C activity	Колонии със син до синьо-зелен цвят с хало Blue to blue-green colonies with halo
Плесени/Molds	YGC agar	Селективна среда за гъби (дрожди и плесени) Selective medium for fungi (yeasts and molds)	Растеж на колонии от плесени Growth of mold colony forming units
Дрожди/Yeast	YGC agar	Селективна среда за гъби (дрожди и плесени) Selective medium for fungi (yeasts and molds)	Растеж на колонии от дрожди Growth of yeast colony forming units

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

В Таблица 2 са показани някои физикохимични свойства на изследваните култури. Чайотът има най-високо водно съдържание (94,76%), най-ниско общо съдържание на сухо вещество (5,24%) и най-ниско TSS (2,10% Brix). Най-ниско водно съдържание (88,67%), най-високо общо съдържание на сухо вещество (11,33%) и най-високата стойност на pH (6,45) са открити в горчивия пъпеш, докато киваното съдържа най-висок стойност TSS (4,07% Brix) и най-ниска стойност на pH (4,47)).

Докато съдържанието на вода и pH в чайот, произведен в условията на Северна Македония, са сходни с данните от други региони, общите

RESULTS AND DISCUSSION

Some physicochemical properties of the examined crops are shown on Table 2. The chayote had the highest water content (94.76%), the lowest total dry content (5.24%) and the lowest TSS (2.10%Brix). The lowest water content (88.67%), the highest total dry content (11.33%) and the highest pH value (6.45) were found in bitter melon, while the kiwano contained the highest TSS (4.07% Brix) and lowest pH value (4.47).

While the water content and the pH of chayote produced in the conditions of North Macedonia were similar to the reports from other regions, the total soluble solids obtained in our conditions

разтворими сухи вещества, получени в нашите условия са по-ниски (Ekanayake et al., 2007; Mishra and Das, 2015; Oloan and Jose, 2017). И все пак трябва да се отбележи, че повечето от материалите за чайот не включват сорта, изпитан в това проучване - жълт бодлив чайот (var. *albus spinosum*). Физико-химичните свойства на кивано (TSS и pH) са подобни на тези, докладвани от Souza et al. (2006) и Antunes et al. (2014). По подобен начин, според Benzioni et al. (1993) pH в кивано варира от 4,06 до 4,89, докато TSS варира от 4,02% при зрели зелени на цвят плодове до 6,19% при зрели жълто-оранжеви плодове. Според Bharati et al. (2018) TSS в горчивия пъпеш варира от 3,64 до 5,58 ° Brix в зависимост от листното подхранване. В настоящото проучване, TSS в горчивия пъпеш (3,77% Brix) е в обхват, докладван от Mallikarjunarao et al. (2018) - 2.27 °Brix до 4.75°Brix със средна стойност 3.54°Brix, но по-ниска в сравнение с резултатите от Kumari et al. (2018) - 4.450% до 6.100%. PH на горчивия пъпеш в настоящето изследване е по-високо в сравнение с Aminah and Anna (2011).

were lower (Ekanayake et al., 2007; Mishra and Das, 2015; Oloan and Jose, 2017). Still, it should be noted that most of the reports on chayote do not involve the variety tested in this study - the yellow spiny chayote (var. *albus spinosum*).

The physicochemical properties of kiwano (TSS and pH) were similar to those reported by Souza et al. (2006) and Antunes et al. (2014). Similarly, according to Benzioni et al. (1993) the pH in kiwano ranged from 4.06 to 4.89, while the TSS ranged from 4.02% in mature green fruits to 6.19% in mature yellow-orange fruits.

According to Bharati et al. (2018) the TSS in bitter melon ranged from 3.64 to 5.58°Brix depending on the foliar feeding. In this study, TSS in bitter melon (3.77%Brix) was in the range reported by Mallikarjunarao et al. (2018) – 2.27° Brix to 4.75°Brix with a mean of 3.54°Brix, but lower compared to the results by Kumari et al. (2018) - 4.450% to 6.100%. The pH of bitter melon in this study was higher in comparison to Aminah and Anna (2011).

Таблица 2. Физико-химически характеристики на изследваните плодове: водно съдържание, общо съдържание на сухо вещество (TDC), общо съдържание на разтворими сухи вещества (TSS) и pH стойност
Table 2. Physicochemical properties of the examined fruits: water content, TDC (total dry content), TSS (total soluble solids) and pH value

	Водно съдържание Water content (%)	TDC (%)	TSS (%Brix)	pH
Чайот/Chayote	94.76±0.32	5.24±0.32	2.10±0.44	6.40±0.06
Горчив пъпеш/Bitter melon	88.67±1.55	11.33±1.55	3.77±0.38	6.45±0.13
Кивано/Kiwano	91.98±0.49	8.02±0.49	4.07±1.00	4.47±0.20

Резултатите от микробиологичния анализ са представени в Таблица 3. *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. и *Listeria monocytogenes* не са открити в нито един от изследваните плодове. Според Правилника за специфични изисквания за безопасност на храните по отношение на микробиологичните критерии (Официален вестник на Република Северна Македония, 2008), *Salmonella* spp. и *Listeria monocytogenes*

The results of the microbiological analysis are presented at Table 3. *Escherichia coli*, *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes* were not detected in any of the examined fruits. According to the Rulebook for specific food safety requirements regarding the microbiological criteria (Official gazette of the Republic of North Macedonia, 2008), no *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes* should be found in fresh

не трябва да присъстват в плодовете и зеленчуците, пуснати на пазара. Допустимите граници за *E. coli* са от 100 до 1000 cfu/g (изследвани в процеса на производство). Другите два критерия с дефинирани граници в етапа на производство са коагулаза позитивни стафилококи и *Clostridium perfringens* - тези два критерия не са оценени в настоящето проучване.

Засега не са установени ограничения за Enterobacteriaceae (с изключение на *E.coli* и *Salmonella*), общият брой аеробни мезофилни бактерии и гъби (дрожди и плесени), присъстващи в пресни плодове (Официален вестник на Република Северна Македония, 2008). Enterobacteriaceae, които не са коли бактерии, са с нисък брой в изследваните плодове в настоящето изследване. В чайота, Enterobacteriaceae не са открити, докато в кивано и горчивия пъпеш Enterobacteriaceae са открити в 2 от 5-те проби - 10 cfu/g в кивано и 15 cfu/g в горчивия пъпеш (средно от двата положителни резултата при всеки вид).

Най-ниският брой аеробни мезофилни бактерии е открит в горчивия пъпеш (84 cfu/g). Плодовете кивано, където е открит най-високият среден брой аеробни мезофилни бактерии (3626 cfu/g), също имат най-голяма разлика в отделните повторения и най-високото стандартно отклонение.

Що се отнася до съдържанието на гъбички, най-високи средни стойности за общия брой гъбички (дрожди и плесени - 3084 cfu/g), дрожди (2766 cfu/g) и плесени (318 cfu/g) са открити при горчивия пъпеш. Най-малък общ брой гъбички (100 cfu/g) и плесени (40 cfu/g) са открити в чайота, докато плодът на кивано съдържа най-ниско съдържание на дрожди (16 cfu/g).

fruits and vegetables placed on the market. The limits for *E. coli* are set at 100 to 1000 cfu/g (examined in the process of production). The other two criteria with defined limits at the production stage are coagulase positive staphylococci and *Clostridium perfringens* - these two criteria were not evaluated in this study.

So far, no limits are set for the Enterobacteriaceae (excluding *E.coli* and *Salmonella*), the total number of aerobic mesophilic bacteria and fungi (yeasts and molds) present in fresh fruit (Official gazette of the Republic of North Macedonia, 2008).

The non-coli Enterobacteriaceae in the species examined in this trial were low. In chayote Enterobacteriaceae were not detected, while in kiwano and bitter mellon Enterobacteriaceae were detected in 2 out of the 5 samples - 10 cfu/g in kiwano and 15 cfu/g in bitter melon (average of the two positive results in each species).

The lowest number of aerobic mesophilic bacteria was found in bitter melon (84 cfu/g). The kiwano fruits, where the highest average number of aerobic mesophilic bacteria was found (3626 cfu/g), also had the highest difference within individual replications and the highest standard deviation.

Regarding the fungal content, the highest average values for the total fungal count (yeast and molds - 3084 cfu/g), yeasts (2766 cfu/g) and molds (318 cfu/g) were detected in bitter melon. The lowest total fungal count (100 cfu/g) and molds (40 cfu/g) were found in chayote, while the kiwano fruit contained the lowest yeasts number (16 cfu/g).

Таблица 3. Резултати от микробиологичен анализ на проби от чайот, горчив пъпеш и кивано (cfu/g)
Table 3. Results from the microbiological analysis of the chayote, bitter melon and kiwano samples (cfu/g)

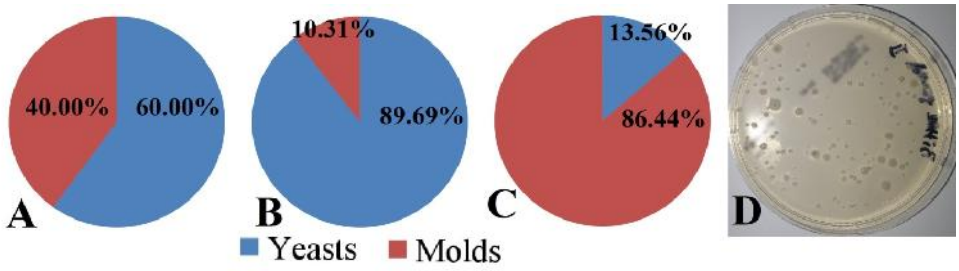
	Чайот/Chayote	Горчив пъпеш/Bitter melon	Кивано/Kiwano
Общ брой бактерии/Total plate count	155±171.10	84±73.01	3626±3787.13
Enterobacteriaceae	n.d	15±7.07*	10±0.00**
E. coli	n.d.	n.d.	n.d.
Salmonella spp.	n.d.	n.d.	n.d.
L. monocytogenes	n.d.	n.d.	n.d.
Дрожди и плесени/Yeast and molds	100±100.00	3084±1250.91	118±75.30
Дрожди/Yeasts	60±89.44	2766±1179.61	16±23.02
Плесени/Molds	40±89.44	318±133.30	102±83.49

Резултатите са средни за 5 повторения ±със стандартно отклонение; n.d.- не е открит в нито една от 5-те проби; Enterobacteriaceae са открити в горчив пъпеш (*) и кивано (**) в 2 от 5 проби. Средната стойност за всеки плод се изчислява от двете положителни проби.
Results are average of 5 replications ± standard deviation; n.d.- not detected in any of the 5 samples; Enterobacteriaceae were detected in bitter melon (*) and kiwano (**) in 2 out of 5 samples. The average in each fruit was calculated from the two positive samples.

Процентът на дрожди и плесени в гъбичната флора на изследваните плодове е показан на Фигура 2. Чайотът и горчивият пъпеш имат по-висок процент на дрожди в сравнение с плесените в общата гъбична флора, докато гъбичната флора на плодовете кивано съдържа по-високо съотношение плесен-дрожди. В проучване на Tournas (2005), който изследва разпространението на плесени и дрожди в пресни и минимално обработени зеленчуци, дрождите са най-разпространените организми, открити в пробите, при нива, вариращи от по-малко от 100 до $4.0x10^8$ cfu /g. Плесените обикновено варират от по-малко от 100 до $4.0x10^4$ cfu/g, докато по-високи стойности са открити в някои от пробите от издънките. Според Jeddi et al. (2014) по-голямата част от изследваните прясно нарязани зеленчуци обикновено съдържат дрожди от $<10^6$ cfu /g, докато плесените най-вече са в нивата между 10^2 и 10^4 cfu/g.

The yeasts and molds percentage in the fungal flora of the examined fruits is shown on Figure 2. The chayote and bitter melon had higher percentage of yeasts compared to molds in the total fungal flora, while the fungal flora of the kiwano fruit contained higher mold-yeasts ratio. In a study by Tournas (2005), who studied the prevalence of molds and yeasts in fresh and minimally processed vegetables, the yeasts were the most prevalent organisms found in the samples, at levels ranging from less than 100 to $4.0x10^8$ cfu/g.

Molds generally ranged from less than 100 to $4.0x10^4$ cfu/g, while higher values were found in some of the sprout samples. According to Jeddi et al. (2014), the majority of the examined fresh-cut vegetables generally contained yeasts counts of $<10^6$ cfu/g, while mold were mostly in the levels between 10^2 and 10^4 cfu/g.



Фиг. 2. Съдържание на дрожди и плесени при гъбичната флора на изследваните плодове (%): А- чайот, В- горчив пъпеш, С- кивано, D- растеж на гъби (дрожди и плесени) в селективна среда
Fig. 2. The content of yeast and molds in the fungal flora of the examined fruits (%): A- chayote, B- bitter gourd, C- kiwano, D- growth of fungi (yeasts and molds) on selective media

ИЗВОДИ

Настоящото изследване показва възможността за отглеждане на тропическия вид чайот (*Sechium edule* (Jacq. Sw.), кивано (*Cucumis metuliferus* E. Mey) и горчив пъпеш (*Momordica charantia* L.) в умерените климатични условия на Северна Македония. Плодовете, получени в настоящето проучване, показват задоволителни резултати по отношение на микробиологичното качество на крайния продукт, готов за консумация. По отношение на физико-химичните свойства, кивано и горчивият пъпеш имат подобно качество в сравнение с реколтата, произведена в други страни, докато чайотът има малко по-ниско съдържание на общо разтворими сухи вещества. Трябва да се направят допълнителни изследвания, за да се проучи възможността на различните климатично-растително-почвени райони на Северна Македония за отглеждането на тези тропически/субтропични култури и да се оцени и определи най-подходящите производствени техники за всеки вид по отношение на добив и качество.

CONCLUSIONS

The current study demonstrates the potential for cultivation of the tropical cucurbit species chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.), kiwano (*Cucumis metuliferus* E. Mey) and bitter melon (*Momordica charantia* L.) under the temperate climate conditions of North Macedonia. The fruits produced in this study showed satisfactory results concerning the microbiological quality of the final product ready for consumption. Regarding the physicochemical properties, the kiwano and bitter melon had similar quality as compared to the crop produced in other countries, while the chayote had a somewhat inferior content of total soluble solids. Further studies should be performed in order to investigate the suitability of the different climate-vegetation-soil regions of North Macedonia for the cultivation of these tropical/ subtropical crops, and to evaluate and determine the most suitable production techniques in each species in relation to fruit yield and quality.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Aminah, A. and P.K. Anna**, 2011. Influence of Ripening Stages on Physicochemical Characteristics and Antioxidant Properties of Bitter Gourd (*Momordica charantia*). *International Food Research Journal,* 18, 895-900.
2. **Anyanwu, A. A., N. S. Jimam, D.A. Dangiwa, N.N. Wannang and K.D. Falang**, 2014. Protective Effects of Alkaloids of *Cucumis metuliferus* Isolated from the

Fruit Pulp on Some Vital Organs. *The Journal of Phytopharmacology*, 3, 259-263.
3. **Antunes, G., A.P.S. Ferreira, M. Puiatti, P.R. Cecon and G.C.C Silva**, 2014. Produtividade e qualidade de frutos de pepino africano em resposta à adubação nitrogenada. *Revista Ceres*, 61, 141-146. https://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2014000100019
4. **Beck, H.E., N.E Zimmermann, T.R McVicar, N. Vergopolan, A. Berg and E.F. Wood**, 2018. Present and Future Köppen-Geiger Climate Classification Maps at 1-km Resolution. *Scientific data*, 5, 180-214. doi:10.1038/sdata.2018.214
5. **Benzioni, A., S. Mendlinger, M. Ventura and S. Huyskens**, 1993. Germination, Fruit Development, Yield, and Postharvest Characteristics of *Cucumis metuliferus*. In: New Crops, Janick J. and Simon J. E. (eds.), Wiley, New York. pp. 553-557.
6. **Bharati, D.K., R.B.Verma, V.K. Singh, R. Kumar, S. Sinha and S.K. Sinha**, 2018. Response of Bitter Gourd (*Momordica charantia* L.) to Foliar Feeding of Micronutrient on the Growth, Yield and Quality. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7, 2341-2346. https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.702.284
7. **Chomicki, G., H. Schaefer and S.S. Renner**, 2019. Origin and Domestication of Cucurbitaceae Crops: Insights from Phylogenies, Genomics And Archaeology. *New Phytologi,* 226, 1240-1255 doi:10.1111/nph.16015
8. **Ekanayake, S., H.A.C.G.K Jayarathne and C.K. Ranawana**, 2007. A Study of Physicochemical Properties and Quality Aspects of Slow and Rapid Frozen Chowchow (*Sechium edule)*. *Annals of Sri Lanka Department of Agriculture*, 9, 19-26.
9. **Filipovski, Gj., R. Rizovski and P. Ristevski**, 1996. The Characteristics of Climate-vegetation-soil Zones (Regions) in Republic of Macedonia. Macedonian Academy of Sciences and Arts, Skopje, Republic of Macedonia, 77 (Mk).
10. **Jeddi, M. Z , M. Yunesian, M.E. Gorji, N. Noori, M.R. Pourmand and G.R.J Khaniki**, 2014. Microbial Evaluation of Fresh, Minimally-processed Vegetables and Bagged Sprouts from Chain Supermarkets. *Journal of Health, Population and Nutrition*, 32, 391-399.
11. **Jia, S., M. Shen, F. Zhang and J. Xie**, 2017. Recent Advances in Momordica charantia: Functional Components and Biological Activities. *International journal of molecular sciences*, 18, 2555. doi:10.3390/ijms18122555
12. **Joseph, B. and D. Jini**, 2013. Antidiabetic Effects of *Momordica charantia* (Bitter Melon) and Its Medicinal Potency. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 3, 93-102. doi:10.1016/S2222-1808(13)60052-3
13. **Kirkbride, J. H., Jr.**, 1993. Biosystematic Monograph of the Genus Cucumis (Cucurbitaceae): Botanical Identification of Cucumbers and Melons*.* Parkway Publishers, Boone, North Carolina, USA.
14. **Kubola, J. and S. Siriamornpun**, 2008. Phenolic Contents and Antioxidant Activities of Bitter Gourd (*Momordica charantia* L.) Leaf, Stem and Fruit Fraction Extracts in vitro. *Food Chemistry*, 110, 881-890. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.02.076
15. **Kumari, P., R.B. Verma, N. Rani, A.K. Singh and A. Kumari**, 2018. Diversity in Phytochemical Composition of Bitter Gourd (*Momordica charantia* L.) Genotypes Based on Principal Component Analysis. *International Journal of Chemical Studies*; Special Issue 4, 36-42.
16. **Lim, T.K.**, 2012. Cucumis Metuliferus. In: Edible Medicinal And Non-Medicinal Plants Vol. 2, pp. 235-238. Springer, Dordrecht.
17. **Magwazaa, L. S. and U.L. Opara**, 2015. Analytical Methods for Determination of Sugars and Sweetness of Horticultural Products-A review. *Scientia Horticulturae,* 184, 179-192.
18. **Mallikarjunarao, K., A.K. Das, A. Nandi, B. Baisakh, G.S. Sahu and P.**

Tripathy, 2018. Evaluation of Parents and Hybrids for Yield and Quality Characters in Bitter Gourd (*Momordica charantia* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7, 1082-1092. https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.708.123
19. Ministry of Agriculture, Forestry and Water Economy of the Republic of North Macedonia, 2008. National Variety List of Republic of Macedonia. Retrieved from http://arhiva.mzsv.gov.mk/files/Sortna%20Lista%202008.pdf
20. **Mishra, L. K. and P. Das**, 2015. Nutritional Evaluation of Squash (*Sechium edule*) Germplasms Collected from Garo Hills of Meghalaya – North East India. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology,* 8, 971-975. DOI: 10.5958/2230-732X.2015.00111.4
21. **Mzena, T., H. Swai and H., M. Chacha**, 2018. Antimalarial Activity of *Cucumis metuliferus* and *Lippia kituiensis* against *Plasmodium berghei* Infection in Mice. *Research and reports in tropical medicine*, 9, 81-88. doi:10.2147/RRTM.S150091
22. **Newstrom, L. E.**, 1990. Origin and Evolution of Chayote, *Sechium edule.* In: Biology and Utilization of the Cucurbitaceae (Bates, D. M., Robinson, R. W., Jeffrey C. eds.). Comstock Publishing Associates, a division of Cornell University Press Itaka and London. pp 141-149.
23. **Newstrom, L. E.**, 1991. Evidence for the Origin of Chayote, *Sechium edule* (Cucurbitaceae). *Economic Botany*, 45, 410-428. https://doi.org/10.1007/BF02887082
24. Official gazette of the Republic of North Macedonia No.78, 2008. Rulebook on the special requirements for food safety in terms of microbiological criteria (Mk).
25. **Oloan, R. M. and D.C. Jose**, 2017. Survey, Germplasm Collection, Characterization and Evaluation of Chayote (*Sechium edule*) Strains in the Highlands. *E-Journal*, Department of Agriculture, Bureau of plant industry, Philippines. http://bpi.da.gov.ph/bpi/images/Picture/CHAYOTE%202011%20(1).pdf
26. **Parra, J., P. Hernández, F. Ocampo-Maroto, V. Álvarez-Valverde, Y. Carvajal-Miranda, G. Rodríguez-Rodríguez and C. Herrera**, 2018. Phytochemical Characterization and Antioxidant Profile of *Sechium edule* (Jacq) Swartz (Cucurbitaceae) Varieties Grown in Costa Rica. *Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research*, 6, 448-457.
27. **Riviello-Flores, M. de la Luz, L. Arévalo-Galarza, J. Cadena-Iñiguez. R. Marcos Soto-Hernández, L.del Mar Ruiz-Posadas and F.C. Gómez-Merino**, 2018. Nutraceutic Characteristics of the Extracts and Juice of Chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw.) Fruits. *Beverages*, 4(2), 37. https://doi.org/10.3390/beverages4020037
28. **Schaefer H. and S.S. Renner**, 2010. A Three-genome Phylogeny of Momordica (Cucurbitaceae) Suggests Seven Returns from Dioecy to Monoecy and Recent Longdistance Dispersal to Asia. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 54, 553-560. https://doi.org/10.1016/j.ympev.2009.08.006
29. **Souza, A. D., P.M. Pinto, A.C. Borkoski, F.L. Mezzacapa, F. D'Andrea, L.P.M. Sacchetto Júnior and M. Biato**, 2006. Caracterização de frutos de *Cucumis metuliferus* na Serra da Cantareira, São Paulo. Thesis, 5, 147-160.
30. **Tournas, V.H.**, 2005. Moulds and Yeasts in Fresh and Minimally Processed Vegetables, and Sprouts. *International Journal of Food Microbiology*, 99, 71-77. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.08.009
31. **Vieira, E.F., O. Pinho, I.M.P.L.V.O. Ferreira and C. Delerue-Matos**, 2019. Chayote (*Sechium edule*): A review of Nutritional Composition, Bioactivities and Potential Applications. *Food Chemistry*, 275, 557-568. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.09.146
32. **Wannang, N. N., N.S. Jimam, S. Omale, M.L.P Dapar, S.S Gyang and J.C. Aguiyi**, 2007. Effects of *Cucumis metuliferus* (*Cucurbitaceae*) Fruits on Enzymes and Hematological Parameters in Albino Rats. *African Journal of Biotechnology*, 6, 2515-2518.