

PJOVIMO VANDENS SROVE TECHNOLOGIJOS PANAUDOJIMAS MAISTO PRODUKTŲ PJAUSTYMU

*Nojus Erminas, Karolis Žebrauskas, darbo vadovė dr. Diana Šateikienė
Klaipėdos valstybinė kolegija*

ANOTACIJA

Šiame straipsnyje analizuojama vandens pjovimo technologija, išskiriami jos privalumai ir trūkumai. Aptarta kaip plačiai panaudojamos šios pjovimo sistemos maisto pramonėje, kokie jų privalumai lyginant su kitais pjaustymo būdais. Išanalizuoti pjovimo vandens srove sistemų veikimo principai, konstrukcijos ir charakteristikos. Palygintos skirtingų gamintojų pjovimo vandens srove sistemos.

Raktiniai žodžiai: pjovimo technologija, purkštukas, vandens srovė, maisto pramonė.

IVADAS

Maisto pramonėje yra labai svarbus ir dažnas pjovimo procesas. Šiomis dienomis maisto pramonėje vis plačiau naudojama itin aukšto slėgio pjovimo vandens srove technologija. Ši technologija suteikia daug galimybių išspręsti problemas tokias kaip: įvairių formų išpjovimas, pjovimo siūlės kokybė, padeda išvengti nešvarių peilių. Naudojant vandens pjovimo technologiją, padaryti pjūviai yra gražūs ir tolygūs. Pjaunant vandeniu, produktas nesuslampa ir būna praktiškai idealių formų, nes vandens greitis yra daugiau nei 2,5 karto didesnis už garso greitį. Nedidelis drėgmės likučių pėdsakas yra daug mažesnis nei pjaustant šlapiu peiliu (Watercut, 2020).

Pjovimo procesui naudojant peilius, galima išskirti šiuos trūkumus: peilių plovimas, pjaunant ant peilių lieka maisto likučių, ir peilis nebeatitinka higienos reikalavimų. Eksploatacijos metu peilius reikia galąsti, keisti, nes, naudojant ilgesnį laiko tarpą, peilis atbunka ir galiausiai nulūžta, naudojant aukšto slėgio vandens technologiją, tokių problemų nebūna. Pažangiausios pjaustymo technologijos pasižymi tokiais privalumais kaip didelis efektyvumas, energijos ir šaltinių taupymas bei mažiau brokuotos produkcijos, todėl turi didelį potencialą apdorojant įvairios tekstūros maisto produktus, užtikrinant aukštą pjaustymo kokybę, mažą užterštumą ir paprastą valdymą (Weidong, Jingyt, Yong, 2022).

Šiandieninėje maisto pramonėje naudojamos pjovimo technologijos turi nemažai trūkumų, todėl buvo išrasta ir pradėta naudoti moderni vandens pjovimo technologija. Pjovimo vandens srove technologija egzistuoja jau kelis dešimtmečius, pirmą kartą buvo pradėta naudoti septintajame dešimtmetyje, o vėliau aštuntajame dešimtmetyje, atsiradus abrazyvui, buvo pradėtos naudoti pjovimo vandeniu staklės, kurios skirtos metalo, akmens ir stiklo pjovimui (Lee, 2014).

Mėsos pramonėje pjovimo procesai dažniausiai vykdomi mechaniniu būdu, naudojant įvairius peilius ir diskinius pjūklus. Europos ir Jungtinės Karalystės teisės aktuose reikalaujama, kad pjaustant

mėsą skerdyklose būtų naudojami nerūdijančio plieno peiliai, kurie yra reguliariai nuvalomi naudojant garus. Tačiau negalima visiškai užtikrinti, kad, pjaunant ta pačia geležte, nebus išvengta galimo produkto užkrėtimo tomis pačiomis bakterijomis nuo prieš tai pjaunamo pusgaminio (McGeough, 2016). Naudojant pramonėje plačiai paplitusius peilius pjovimo procesuose ir laikantis visų higienos bei technologinių reikalavimų, jų eksploatacija yra sudėtinga, brangi ir nepraktiška, todėl įmonės turi naudoti naujas šiuolaikiškas technologijas.

Tikslas: Išanalizuoti pjovimo vandens srove technologijos panaudojimo galimybes maisto produktų pjaustymui.

Uždaviniai:

1. Apibūdinti pjovimo vandens srove technologiją.
2. Nustatyti pjovimo vandens srove technologijos panaudojimo galimybes maisto pramonėje.
3. Palyginti skirtingų gamintojų pjovimo vandens srove sistemas.

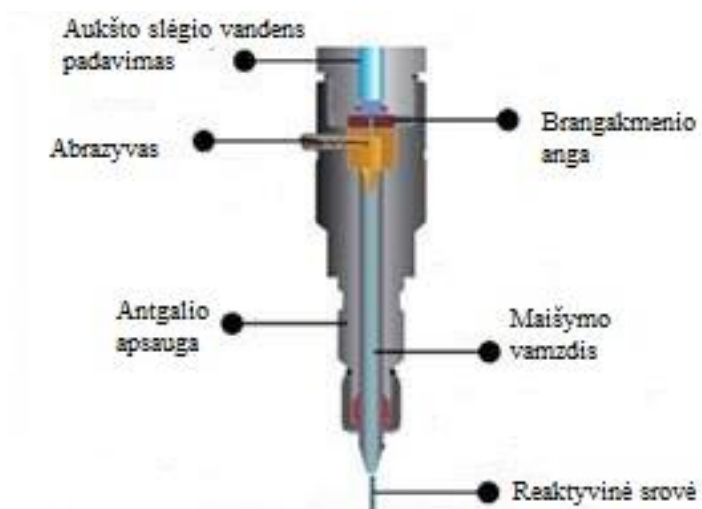
1. PJOVIMO VANDENS SROVE TECHNOLOGIJA

Pjovimo vandens srove technologija yra vienas sparčiausiai augančių pasaulyje. Praktiškai nėra jokių apribojimų, ką galima pjauti vandens srove, todėl visų rūšių ir dydžių įmonės, diegdamos vandens purkštukus, pasiekia didesnę efektyvumą ir našumą (Flow International Corporation, 2015). Vandens paruošimas yra labai svarbus naudojant pjovimo vandens srove technologijas. Vandens srovės technologija yra taikoma įvairiuose pramonės sektoriuose, tokiuose kaip popieriaus, medienos, maisto ir minkštųjų medžiagų (Francesco, Massimiliano, Aldo, 2021).

Vandens pjovimo staklėmis galima pjauti ne tik metalus, plastiką, medieną, bet ir tam tikrus maisto produktus tokius kaip žuvis, daržovės, mėsa, vaisiai, pyragai. Tokio tipo technologiniai įrenginiai yra naudojami ten, kur reikalingas didelis preciziškumas ir aukšti higienos reikalavimai. Pjovimo vandens srove technologijos principas nesikeičia pjaustant skirtingas medžiagas, bet skiriasi vandens sudėtis. Minėtiems maisto produktams pjauti naudojamas paprastas vanduo, kuris turi būti paruoštas pjovimui, kad nebūtų neigiamo poveikio dėl vandens sudėties, kuris gali pakenkti gaminio kokybei (Susuzlu, 2005). Taikant pjovimo vandens srove technologiją yra naudojami siurbliai, kurių išvystomas slėgis yra apie 4100-6400 barų. Šis slėgis yra pakankamai didelis lyginant su vandentiekio sistemoje esančio vandens slėgiu, kuris yra apie 3,5 barų. Pjovimo vandens srove įrenginiuose suslėgtas vanduo saugiai patenka į purkštuką per itin aukšto slėgio vamzdyną, kuris yra sudarytas iš alkūnių ir lanksčių nerūdijančio plieno vamzdžių, kurių išorinis skersmuo yra nuo 6,35 iki 14,3 mm (Flow International Corporation, 2015).

Vandens technologijoje naudojamo purkštuko konstrukcija turėtų užtikrinti geros kokybės srovę, o kartu būti pakankamai tvirta, kad galėtų atlaikyti labai dideles apkrovas. Pjovimo galvutėje yra

vožtuvas, kuris leidžia vandeniui tekėti pro brangakmenio angą, taip sukuriant reaktyvinę srovę. Purkštuko konstrukcija yra gan nesudėtinga, jo konstrukcija pateikta 1 paveiksle.



1 pav. Purkštuko konstrukcija
Šaltinis: Mohammad, S. A. (2017).

Nepaisant didelio vandens slėgio, pjovimo procesas vyksta ne didelio slėgio pagalba, o didelių greičių. Kuo didesnis slėgis sistemoje, tuo didesnis vandens srauto greitis. Esant apie 3,5 barų slėgiui, iš vandentiekio čiaupo bėgantis vanduo pasiekia apie 103 km/h greitį, o pjovimo vandens srove technologijoje vandens slėgis siekia apie 6400 barų, vandens srovės greitis yra beveik 4000 km/h, toks greitis 3 kartu viršija garso greitį. Siekiant identifikuoti technologinius skirtumus tarp pjovimo vandens srove ir pjovimo vandens srove naudojant abrazyvą bei iš čiaupo bėgančio vandens charakteristikas, parametrų lyginamoji analizė pateikta 1 lentelėje.

1 lentelė

Skirtingų vandens tipų slėgių ir greičių palyginimas

Vandens tipai	Slėgis, bar	Greitis, km/h
Iš čiaupo bėgantis vanduo	3,5	103
Vanduo iš aukšto slėgio purkštuko	~6500	~4000
Abrazyvinis vanduo iš aukšto slėgio purkštuko	~4200	~2585

Šaltinis: Flow International Corporation, (2015).

Aukšto slėgio purkštuko srovė yra mažo skersmens 0,004-0,010 mm, pjovimo vandens srove technologija pasižymi dideliu pjovimo greičiu ir galimybe dirbti 24 valandas per parą. Pjovimas vandeniui yra šių laikų naujausia pjovimo technologija, kuri daro perversmą įmonėse, kurios naudojami peiliais, pjūklais ir kitais įrankiais pjaustant įvairius produktus bei medžiagas. Tokia technologija praktiškai neturi apribojimų, ir jos pritaikymo galimybės yra didelės. Pjovimo vandens srove

technologija turi žymiai mažiau trūkumų nei peiliai ar kiti pjovimo įrankiai, todėl dabartinėse įmonėse ši technologija naudojama vis plačiau, ne išimtis ir maisto pramonė.

2. PJOVIMO VANDENS SROVE TECHNOLOGIJOS PANAUDOJIMAS MAISTO PRAMONĖJE

Šiuolaikiškos įmonės investuoja į naujas technologijas, senus įrengimus keičia naujais, inovatyviais, ekonomiškais ir ekologiškais. Maisto pramonėje vyksta dideli pokyčiai, nes yra daug veiksmų, kurie apsunkina maisto apdirbimą naudojantis plieniniais įrankiais, todėl vis dažniau įdiegiama vandens pjovimo technologija. Jau daugelį metų vandens pjovimo technologija sėkmingai taikoma maisto pramonėje pjaustant įvairius maisto produktus, įskaitant žuvį, mėsą, daržoves, ir konditerijos gaminius (Sabine, Johann, Herbert, 2014).

Konditerijos gaminių pjaustyme labai svarbu prekinė pagaminto produkto išvaizda, todėl šioje srityje labai naudinga yra pjovimo vandens srove technologija. Pjaustant konditerijos gaminius vandens srove, nėra tokios problemos kaip suspausti ir nelygūs perpjauto gaminio kraštai. Pašalinamas kryžminio užteršimo pavojus, nes pjaustoma inertiška vandens srove, ir tuo pačiu prailginamas gaminio galiojimo laikas (Technical Materials Converters Limited, 2021).

Kadangi ši technologija yra labai švari, ji išsprendžia higienos ir įrenginių priežiūros bei valymo problemą bei leidžia pagaminti daugiau produkcijos per tą patį darbo laiką. Vandens pjovimo technologija taikoma ir žuvies pramonėje. Žuvų perdirbimo sritis gyvuoja jau daug metų (Maciej, Kasperowicz, Grzegorz, 2019). Žuvies apdirbimas yra sudėtingas dėl pjovimo kampų ir tikslumo, kad liktų tik žuvies valgomoji dalis, atskiriant nuo kaulo ir odos. Todėl šioje srityje pasitelkiamas pjovimas vandens srove, nes ši technologija turi reikiamus parametrus tokiems sudėtingiems pjaustymams. Pats pjaustymo procesas prasideda nuo žuvies rūšies identifikavimo ir žuvies geometrinių išmatavimų: ilgio, pločio, aukščio. Nustačius žuvies rūšį, kuri bus pjaustoma ir žuvies gabalo geometrinius išmatavimus, šie duomenys būna nusiunčiami į pjovimo vandens srove technologinio įrenginio programą, kuri apskaičiuoja kaip turi būti apdirbta žuvis pagal jos dydį. Naudojant vandens pjovimo technologiją, purkštukas nustatomas į tam tikras pozicijas, kur vyks žuvies pjovimo procesas. Šios technologijos pagalba pasiekiamas didesnis ekonomiškumas, tikslumas ir geresnė prekinė išvaizda.

Pjovimas vandeniui naudojamas ir mėsos pramonėje. Mėsos perdirbimui svarbu nustatyti besikeičiančius parametrus, tokius kaip pjovimo slėgis, pjovimo greitis ir purkštuko skersmuo (René, C., 2010). Pjaustant mėsos gaminius labai svarbus prisitaikymas prie skirtingo dydžio mėsos, taip pat svarbi švara, greitis, produkto perpjovimo siūlė, kad produktas turėtų ilgesnį galiojimo laiką, nes ši technologija nepažeidžia ląstelių, taip produktas genda lėčiau.

Pjaustant daržoves, įmonėse krepiamas didelis dėmesys į tikslumą, prekinę išvaizdą, ekonomiškumą ir galimybes prisitaikyti prie skirtingų daržovių dydžių ir ilgių. Tokių daržovių kaip

daikonų pjaustymas reikalauja modernių technologijų, nes šie ridikai užauga labai skirtingų dydžių, ilgių ir turi skirtingo ilgio, tankumo šaknis (Paul Wilson, 2021). Daikonų pjaustymas yra labai sudėtingas procesas. Kadangi šie ridikai yra skirtingų dydžių, vandens pjovimo technologija yra pritaikyta šioms daržovėms ir turi 3D kamerą, kuri nuskenuoja ridiką ir purkštukas pajuda prie reikiamos nupjovimo vietos, kur nupjaunamos šaknys naudojant vandens srovę (žr. 2 pav.).



2 pav. Daikonų pjaustymas vandeniu
Šaltinis: Paul Wilson, (2021).

Šios daržovės pjaustymas, naudojant vandens technologiją, pasižymi gražia siūle, dėl didelio tikslumo ir gebėjimo nuskenuoti ridiką. Šis sistema pasižymi higiena, nes vanduo teka švarus, išfiltruotas, bei ekonomišku, nes nereikalinga papildoma priežiūra. Pjovimas vandens srove gali pailginti produktų galiojimo laiką. Peilių ašmenys labai dažnai suspaudžia ir pažeidžia ląsteles, o vandens srove pjovimas yra daug švaresnis, todėl mažiau pažeidžia ląsteles ir prailgina jų galiojimo laiką (Paul, 2021).

Maisto pramonėje labai plačiai naudojama pjovimo vandeniu technologija. Šios sistemos yra naudojamos dėl ekonomiško, tikslumo, švaros, gebėjimo prisitaikyti prie apdirbamos produkcijos, kuri gali būti labai įvairi, pradedant mėsa, žuvimi, konditerijos gaminiais ir baigiant daržovėmis. Visi šie produktai turi didelius apdirbimo reikalavimus, kurie įmonėms sukelia finansinių rūpesčių, bet, naudojant šią technologiją, produktai būna apdirbami tinkamai, be papildomų išlaidų.

3. PJOVIMO VANDENS SROVE SISTEMŲ PALYGINIMAS

Prasidėjus vandens pjovimo technologijos naudojimui įvairiose pramonės srityse, atsirado daug skirtingų rūšių pjovimo vandens srove sistemų. Esant daugybei sričių, kur galima pritaikyti tokią technologiją, atsirado daug skirtingų gamintojų, kurie išstobulino vandens pjovimo sistemas. Sistemos skiriasi savo konstrukcija, parametrais, dydžiais ir galimybėmis.

Vienas gamintojas yra „Metronics technologies“. Metronics yra daug mokslinių tyrimų ir plėtros vykdanči ispanų įmonė, kuri specializuojasi maisto pramonės sektoriuje, daugiausia pjovimo vandens srove sistemų srityje. Ši įmonė turi 15 metų patirtį naudojant aukšto slėgio technologijas (Metronics technologies watercut, 2022). Metronics aukšto slėgio vandens pjovimo mašina „Watercut xs“ geba judinti padėklą 4 skirtingais režimais, kad būtų pasiektas didžiausias greitis ir tikslumas.

„Marel“ yra Islandijoje įsikūrusi tarptautinė maisto perdirbimo įmonė. Įmonė gamina ir teikia įrangą, sistemas, programinę įrangą ir paslaugas paukštienos, mėsos ir žuvies perdirbimo pramonei (Fish cutting, 2022). „Marel“ yra didelė pirminio, antrinio ir tretinio maisto perdirbimo įrangos gamintoja. Ši įmonė naudoja pjovimo vandenių sistemą „NEOLINE 40i“, kuri pasižymi patvarumu, kompaktiškumu, gebėjimu prisitaikyti (KMT Waterjet neoline 40i, 2022).

Vienas populiarius gamintojas yra „Inotech“, kuris užsiima aušto slėgio vandens technologijos kūrimu taip pat pneumatikos, mechatronikos ir aplinkosaugos technologijų srityse (inotech a bibus group company, 2022). Vienas iš šios įmonės gaminių yra „Inojet“ vandens pjovimo technologija, kuri yra skirta pjaustyti maisto produktams. Inojet vandens technologija pasižymi aukštos kokybės komponentais, kas užtikrina aukštą pjovimo kokybę ir ilgaamžiškumą (Inojet, 2022).

2 lentelė

Skirtingų gamintojų pjovimo vandenių sistemų palyginimas

Modelis	Matmenys, mm	Darbinis slėgis, bar
Watercut xs	1540x890x1860	800-3500
Neoline 40i	1435x1070x1005	3800
Inojet	6000x2000x1500	600-4100

Šaltinis: sudaryta autoriaus remiantis Metronics technologies watercut, (2022) ir Inojet (2022) duomenimis.

Antroje lentelėje yra palygintos trijų gamintojų pjovimo sistemos, kurios yra skirtingos. Kiekviena sistema turi savo trūkumų ir privalumų. Watercut xs vandens pjovimo sistema pasižymi padėklo galimybėmis, kas padidina pjovimo tikslumą, bet šios sistemos trūkumas, palyginus su kitais gamintojais, yra darbinės vietos dydis (METRONICS TECHNOLOGIES Watercut, 2022). Kita sistema NEOLINE 40i pasižymi kompaktiškumu, kas praverčia mažesnėms įmonėms, kurios neturi didelių patalpų, bet šios trūkumas, kad ji yra sukurta naudoti KMT dalis, dėl šios priežasties ši sistema gali būti patobulinama kiek leidžia gamintojas (KMT_Waterjet_NEOLine_40i, 2022). Trečioji sistema Inojet yra pati didžiausia iš visų trijų sistemų, kas leidžia apdirbti didelių gabaritų produktus, taip pat į šią sistemą įeina aukštos kokybės komponentai. Inojet trūkumas, palyginus su kitais dviem gamintojais, yra mobilumas ir dideli gabaritai, taip pat didelė kaina, todėl ši sistema gali būti taikoma tik didelėse įmonėse (INOJET, 2022).

IŠVADOS

1. Pjovimo vandenių technologija yra pranašesnė, lyginant su kitomis pjovimo technologijomis, nes yra švaresnė, nereikalaujanti daug priežiūros, ir su ja pasiekiamas didžiausias darbo našumas bei produktyvumas. Ši technologija pasiekia savo pranašumą, naudodama aukšto slėgio purkštukus, kurie purkšdami vandenį apie 3-4 tūkstančių barų srove gali apdirbti įvairias medžiagas ir produktus. Ši technologija lengviau pritaikoma įvairiose srityse ir leidžia pagaminti daugiau produkcijos tuo pačiu laiko tarpu nei kitos pjovimo sistemos.

2. Pjovimas vandens srove labai plačiai naudojamas maisto pramonėje. Pjaunant konditerijos gaminius vandens srove, nėra problemų kaip nelygūs kraštų nupjovimai, negražios pjovimo siūlės, gaminiai nesuslampa ir nebūna sugadinti. Pjaustant žuvį pasiekiamas didesnis ekonomiškumas ir tikslumas, nes nebereikalingas papildomas žuvies apdirbimas. Mėsos pramonėje vandens srovė pasižymi švara, greičiu ir gebėjimu prisitaikyti prie skirtingos mėsos. Šios technologijos prisitaikymas prie daržovių pjaustymo yra neribotas dėl 3D kamerų, kurios nuskenuoja daržovę ir taip purkštukas būna nuvedamas į tam tikras vietas, kur reikalinga perpjauti daržovę, dėl to produktas išlieka šviežias, nepraranda prekinės išvaizdos.

3. Išanalizuotos trijų gamintojų pjovimo vandens srove sistemos ir nustatyta, kad sistemos yra skirtos maisto pramonei. „Metronics technologies“ ir „Inotech“ sukurtos sistemos skirtos konditerijos gaminiams apdirbti, o „Marel“ – pjaustyti žuviai.

SUMMARY

Waterjet technology is superior to other cutting technologies because it is cleaner, low-maintenance and achieves the highest levels of efficiency and productivity. This technology achieves its advantage through the use of high-pressure nozzles which can process a wide range of materials and products by spraying water at a jet of about 3 to 4 thousand bar. Waterjet cutting systems are much more efficient compared to other cutting systems, are more adaptable to different applications and allow for more production in the same amount of time than other cutting systems. Waterjet cutting is very widely used in the food industry. This technology allows food products to be processed much faster and to keep them fresher for longer and to extend their shelf life. Waterjet cutting technology is easy to adapt to every area of the food industry. It has a high precision of cut and does not damage the products during cutting, making it the best solution for companies that want to achieve maximum productivity and the best quality of their products. There are now many different waterjet cutting systems available, which have their own advantages and can be used in any industrial or even domestic application. Many manufacturers have started to develop and apply this waterjet cutting technology to their own applications. Two manufacturers, “METRONICS TECHNOLOGIES” and “Marel”, have applied this

technology in the food industry. “METRONICS TECHNOLOGIES” has used it for confectionery and “Marel” for fish.

LITERATŪRA

1. Francesco, P., Massimiliano, A., Aldo, C., Michele, M., Valerio, M. ir Roberto, O. (2021). *Experimental Study of Abrasive Waterjet Cutting for Managing Residues in No-Tillage Techniques*, 18(1). Prieiga per internetą: <https://www.mdpi.com/2077-0472/11/5/392>
2. Flow International Corporation. (2015). *The Ultimate Guide to Waterjet*, 9(2). Prieiga per internetą: https://www.flowwaterjet.de/FlowWaterjet/media/Flow/8_Footer/Resources/Downloads/ebooks/The-Ultimate-Guide-to-Waterjet.pdf
3. FISH CUTTING. (2022). *Marel Waterjet Cutting Machines for Fish*, 1(1). Prieiga per internetą: <https://www.kmtwaterjet.com/a-marel-waterjet-cutting-fish.aspx>
4. INOTECH A BIBUS GROUP COMPANY. (2022). *About us*. 1(1). Prieiga per internetą: <https://www.inotech.si/en/about-us/>
5. INOJET. (2022). *INOJET Water power*. 4(3). Prieiga per internetą: https://www.kmtwaterjet.com/Inojet%20Waterjet%20Cutting%20Machine%20Brochure_EN.pdf
6. KMT_Waterjet_NEOLine_40i (2022). *NEOLine 40i Intensifier pump* 1(1). Prieiga per internetą: http://www.soitaab.com/pdf/pompewaterjet/KMT_Waterjet_NEOLine_40i_Pump_Flyer_Rev2_EN.pdf
7. Lee, D. (2014). *Waterjet cutting shows promise for produce items*, 1(1). Prieiga per internetą: <https://vegetablegrowersnews.com/article/waterjet-cutting-shows-promise-for-produce-items/>
8. Maciej, B., Kasperowicz, Grzegorz, P. Chomka and Tadeusz, B. (2019). *Determination of Supply Pressure during Cutting Fish Using High-Pressure Water Stream Taking into Account the Cutting Place and Diameter of the Water Nozzle*, 9(1). Prieiga per internetą: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/ijfe-2018-0395/html>
9. McGeough, J. A. (2016). *Cutting of Food Products by Ice-particles in a Water-jet*, 3(1). Prieiga per internetą: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827116006181>
10. METRONICS food cutting machines. (2022). *METRONICS | watercut Pastry & Food Cutting Machines*. 1(1). Prieiga per internetą: <https://www.kmtwaterjet.com/metronics-water-cut-machines-landing-page.aspx>
11. Mohammad S. Alsoufi .(2017). *State-of-the-Art in Abrasive Water Jet Cutting Technology and the Promise for Micro- and Nano-Machining*. 1(1). Prieiga per internetą: <https://article.sciencepublishinggroup.com/html/10.11648.j.ijmea.20170501.11.html>

12. Paul, W. (2021). *Trimming Vegetables with Water Jets*, 1(1). Prieiga per internetą: <https://www.linkedin.com/pulse/trimming-vegetables-water-jets-paul-wilson>
13. René, C., Werner, C., Hofacker, Oliver, H. (2010). *High-Pressure Water-Jet Technology as a Method of Improving the Quality of Post-Harvest Processing*, 8(2). Prieiga per internetą: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11947-010-0428-z.pdf>
14. Sabine, W., Johann, D., Herbert, S., Agnes, W., Reinhold, C. (2014). *Quality of fresh-cut radicchio cv. Rosso di Chioggia (Cichorium intybus L. var. foliosum Hegi) as affected by water jet cutting and different washing procedures*, 14(2). Prieiga per internetą: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00217-014-2317-6>
15. SAME. (2021). *Is Water Jet Food Cutting Really Superior To Traditional Blades?*,1(1). Prieiga per internetą: <https://swaterjet.com/water-jet-food-cutting>.
16. Technical Materials Converters Limited. (2021). *Water jet cutting: Cake and Water – Even Better Than Cake and Coffee?* 1(1). Prieiga per internetą: <https://www.tmcwaterjet.co.uk/news-blog/water-jet-cutting-cake-and-water-even-better-than-cake-and-coffee/>
17. Susuzlu, T., Hoogstrate, A.M., Karpuschewski, B. (2005). *WATERJET CUTTING BEYOND 400 MPA*,15(5). Prieiga per internetą: <https://www.wjta.org/images/wjta/proceedings/Papers/2006/4A-2%20H00gstrate.pdf>
18. USDA. (2022). *Noncitrus Fruits and Nuts*, 1(1). Prieiga per internetą: <https://usda.library.cornell.edu/concern/publications/zs25x846c>
19. Weidong, X., Jingyt, W., Yong, D., Jiaheng, L., Tianyi, Y., Shunan, Z., Xiaoling, Y., Enbo, X., Wenjun, W., Donghong, L. (2022). *Advanced cutting techniques for solid food: Mechanisms, applications, modeling approaches, and future perspectives*,1(1). Prieiga per internetą: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1541-4337.12896>
20. Watercut. (2020). *Does the product get wet?*, 1(1). Prieiga per internetą: <https://www.watercutpastry.com/en/faq#02>