

신선편이식품의 고품질 확보 방안

박연주¹, 황태영², 문광덕¹

¹경북대학교 식품공학과, ²CJ(주) 식품연구소

I. 서 론

신선편이식품은 빠르고 쉽게 준비하여 사용이 가능한 편이성을 지닌 대표적인 제품이다. 오늘날 소비자들은 식품 소비에 있어 영양적인 측면 뿐 아니라 식품 안전성과 환경친화성에 매우 민감하며, 바쁜 일상과 과중한 스트레스로 인해 쉽게 조리하여 빨리 소비할 수 있는 편이 식품을 요구하고 있다. 이러한 편이성에 더해져, 최근 식생활은 점차 개별화 되고 고급화 되어 간편 조리, 반 조리 식품에 대한 의존도도 급속히 증가하고 있다. 또한 식생활의 변화와 함께 패밀리레스토랑, 패스트푸드 등의 외식산업이 크게 성장하였고 백화점이나 슈퍼마켓, 편의점에서의 소량, 다품종의 ready-to-eat 식품 판매가 점차 증대되어 왔다.

신선절단 식품의 소비가 일반화되기 전까지 소비자들은 편이식품은 영양적으로 불완전하며 편이성 추구는 곧 건강을 추구하는 것과 상반된 것이라고 인식해왔다. 한편 시장 구조의 대형화와 더불어 최소가공 기술이 발달되고 pre-cut 식품이 점차 일반화되면서 신선편이 식품에 대한 소비자들의 부정적인 인식이 변화되었다. 몇 년 전까지도 많은 소비자들은 최소가공 처리되어 포장된 사과를 비포장된 whole 사과보다 덜 신선하다고 생각했었지만 현재

소비자들은 pre-cut 제품이 포장되어 더 신선한 제품으로 인식하고 있는 상황이다.

1. 신선편이식품이란?

Minimal processing, 즉, 최소가공은 최소한의 가공을 통해 신선한 품질 그대로의 제품을 제공할 수 있는 식품 가공기술의 하나로 신선 과채류를 수확 후 세척, 선별, 박피 및 절단 등의 가공을 통해 즉시 소비할 수 있는 ready-to-use 형태의 식품으로 가공하는 기술이다 (Clive Manvell).

신선편이식품은 폐기물의 감소, 제품의 다양화, 균일한 품질관리, 판매 시 노동력 감소 등 다양한 이점을 지니고 있다. 이러한 편이성과 경제성을 장점으로 신선편이식품 시장은 규모와 형태에 있어서 점차 확대되고 있는데, 신선편이 식품시장은 1990년대 미국과 유럽을 중심으로 급격하게 성장한 이후 최소가공기술의 발달과 더불어 꾸준히 성장하고 있다. 한편 국내의 신선편이식품 시장은 그 기술수준이나 제품의 형태 등이 아직 초기단계에 있으며, 제품 형태 또한 감자, 도라지, 연근 등의 단순 절단 및 박피에 한정되어 재래시장을 중심으로 소규모로 판매되어 왔다. 하지만 최근 국내 신선 물류 및 유통 구조의 변화와 함께 지역 농협 및 기업체를 중심으로 다양한 형태의 신선식품 모색을 위해 여러 제품 형태로 판매되기 시작하고 있다 (Table 1).

Table 1. 한국과 미국의 신선식품 및 가공 형태

구분	한국		미국	
	품목	가공형태	품목	가공형태
과실	파인애플	박피, 세절	사과	박피, 제핵, 세절
	기타 과일 mix	박피, 세절	오렌지	박피, wedges
			키위	박피, 세절
			포도	세척, 제경
			복숭아	박피, 제핵, 세절
채소	마늘	박피	마늘	박피
	양파	박피, 세절	양파	세절, rings, diced
	상추	세척	상추	cleaned & cored, chopped
	피망	세척	피망, 고추	세척, 세절, 제핵
	양배추	세척, 절단	브로콜리	individual floaters
			딸기	세척, 꼭지제거, 세절
			멜론	Balls, chunks, 세절
			오이	sliced, crinke cut, wedges
			샐러리	Trimmed sticks, diced sliced
기타	밥	박피	당근	박피, 세절, diced, shredded
	도라지	박피	시금치	세정, trimmed individual leaves
	콩나물	세척	토마토	sliced, diced, wedges
샐러드	양상추, 치커리 등	세척, 절단	혼합샐러드	채소+과일, 채소+chips, 채소, 과일 +dressings, 채소+빵

2. Hurdle technology와 Minimal processing

가. Hurdle technology란?

최근 소비자들은 신선하면서도 일정 유통기한 동안 고품질을 유지하는 제품을 요구하고 있다. 이러한 소비자의 욕구에 부합하기 위해서는 mild technology에 의한 품질유지 기술이 필요하다. 즉, 식품의 품질을 유지하기 위해 가장 중요한 기술은 냉장기술이지만 식품의 생산, 유통 및 저장하는 동안 특정 온도의 저온을 유지하는 것은 매우 어렵다. 따라서 신선식품 가공 중 발생하는 갈변, 연화 및 부패나 미생물의 증식을 조절하기 위한 부가적인 제어(hurdle)

가 필요하게 된다. 식품 품질 유지를 위한 이런 제어 요소들을 병용하여 신선편이 식품의 품질을 연장하고자 하는 기술이 “hurdle technology”의 개념으로 발전했으며 이를 통한 품질 유지를 “hurdle effect”라고 한다. 여기서 hurdle이란 신선편이 식품의 품질 연장을 위해 반드시 해결해야하는 각 제어 요소들을 뜻하며, 신선편이 식품의 품질 유지를 위해 고려되어야 할 요소들은 물리적 hurdle, 물리화학적 hurdle, 미생물학적 hurdle로 나눌 수 있다. 이러한 hurdle의 적용 방법(가공 공정/첨가)에 상관없이 가장 중요한 hurdle은 온도, 수분활성도, 산도, 산화

Table 2. Examples of hurdles used to preserve foods

Type of hurdle	Examples
Physical hurdles	Aseptic packaging Electromagnetic energy (microwave, radio frequency, pulsed magnetic fields, high electric fields) High temperature (blanching, pasteurisation, sterilisation, evaporation, extrusion, baking, frying) Ionising radiation Low temperatures (chilling, freezing) Modified atmospheres Packaging films (including active packaging, edible coatings) Photodynamic inactivation Ultra-high pressures Ultrasonication Ultraviolet radiation
Physicochemical hurdles	Carbon dioxide Ethanol Lactic acid lactoperoxidase Low pH Low redox potential Low water activity Maillard reaction products Organic acids Oxygen Ozone Phenols Phosphates Salt Smoking Sodium nitrite/nitrate Sodium or potassium sulphite Spices and herbs Surface treatment agents
Microbially derived hurdles	Antibiotics Bacteriocins Competitive flora Protective cultures

환원력, 보존제 등이 있다. Table 2에는 식품의 품질과 안정성을 향상시키는 50가지 이상의 hurdle이 분류되어 있다.

일부 식품에서 단일 hurdle의 적용은 식품의 향미를 저하시키거나 미생물 저해 효과 등 원하던 품질 유지 효과를 획득할 수 없다. 즉, hurdle의 적용은 신선편이 식품에 따라 각기 다른 병용이 요구되며 일련의 가공공정 단계 또는 여러 가공공정에서 순차적으로 적용되어야 한다.

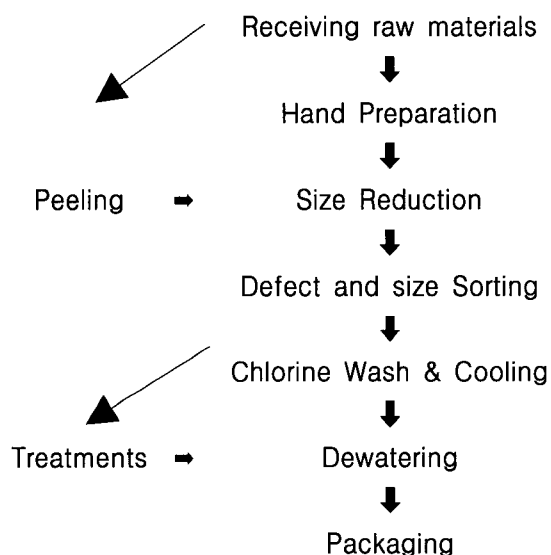


Fig. 1. Fresh-cut Unit Operations.

나. Minimal processing

최소가공은 여러 과정으로 이루어지며 이 과정들은 여러 단위 공정으로 나누어진다(Fig. 1). 제품의 품질과 shelf-life, 그리고 안전성을 위해서는 각 단위 공정마다 적절한 hurdle technology를 적용하여야 한다.

과채류를 이용한 최소가공은 영양적 손실이 없는 fresh-cut 제품의 생산과 소비 시까지 일정기간 식품의 shelf-life 유지를 위해서 행해진다. 최소가공 과채

류의 미생물학적 품질 및 영양적인 shelf-life는 최소 4일에서 7일까지 유지되어야 한다. 한편 peeling, grating, shredding 등의 최소가공처리는 식품의 생리적, 생화학적인 변화와 미생물 오염 등을 유발하여 fresh-cut 제품의 shelf-life를 감소시키며 갈변 및 조직의 연화 등 품질을 저하시킨다.

장기간의 shelf-life가 요구되는 식품은 포장에 필요하며 hurdle의 개념을 이용한 가공방법 및 처리가 요구되어진다. 즉, Table 3에 나타난 주요 최소가공 단계들의 상호작용에 의해 고품질의 유지가 이루어지는 것이다. 위생적인 식품 가공공정 유지와 효과적인 HACCP 관리는 미생물과 다른 위험요소들을 방지하기 위해 가장 중요하다. 주요 위험요소들과 관리방법들은 Table 4와 같다.

Table 3. The key requirements in the minimal processing of fruit and vegetables

- Good quality raw materials : correct cultivar variety, correct cultivation, harvesting and storage condition
- Strict hygiene and good manufacturing practices, use of hazard analysis and critical control point principles
- Low temperatures during processing
- Careful cleaning / washing before and after peeling
- Good quality water (sensory, microbiology, pH) for washing
- Use of mild additives in washing water for disinfection or the prevention of browning
- Gentle spin drying following washing
- Gentle cutting, slicing and shredding
- Gentle peeling
- Correct packing materials and packing methods
- Correct temperature and humidity during distribution and retailing

Table 4. Hazards, critical control points, preventive and control procedures in processing and packaging of ready-to-use fruits and vegetables (Gorris)

Critical operational step	Hazards	Critical control point	Preventive and control measures
Growing	Contamination with pathogens	Cultivation techniques	<ul style="list-style-type: none"> • Use synthetic fertiliser • Inspect the sources of irrigation water • Use pesticides
	Insects and fungal invasions		
Harvesting	Microbial spoilage and insect invasion	Assessment of produce maturity	<ul style="list-style-type: none"> • Harvest prior to peak maturity • Minimize mechanical injuries
	Cross-contamination	Handling practices Temperature control Sanitation	<ul style="list-style-type: none"> • Harvest in the morning or at night • Employ pickers trained in elementary hygiene
Transporting	Microbial growth	Time/ temperature	<ul style="list-style-type: none"> • Keep the temperature low • Avoid long distance transport
	Cross-contamination	Loading practices Produce Containers	<ul style="list-style-type: none"> • Maintain uniform cooling in transport containers • Avoid damage. Do not overload the containers • Separate sound and injured produce in the field • Use well-washed/disinfected metal or plastic containers
Washing	Contamination from water	Water Washing practice Dewatering	<ul style="list-style-type: none"> • Use potable water, test routinely for the presence of coliform bacteria • Do not overload the washing tanks/change the water periodically • Remove excess water
Sorting	Cross-contamination	Sorter Lightener Conveyor	<ul style="list-style-type: none"> • Employ sorter who has experience of the inspection of produce • Provide adequate lightning • Clean and disinfect periodically
Packaging	Microbial growth	Packaging film Relative humidity and Temperature control	<ul style="list-style-type: none"> • Choose the permeability of film correctly • Analyse gas composition routinely by using simple techniques • Use fungicide impregnated film • Dewater the drenched produce carefully • Use films which have antifogging properties • Check product/storage temperature at regular intervals
Storage/distribution	Growth and spread of microorganisms	Temperature control	<ul style="list-style-type: none"> • Maintain the refrigeration of produce in the range of 0–5°C
		Light	<ul style="list-style-type: none"> • Prevent moisture condensation by proper temperature control
		Consumer practice	<ul style="list-style-type: none"> • Take the effect of light into consideration • Provide labelling with instructions for storage conditions

3. 신선편이식품의 가공 원리와 기술

신선편이 식품의 품질과 shelf-life 향상을 위해서 최소가공에 의해 발생하는 물리적, 생화학적 변화 (Table 5)를 이해하고 이들에 대한 제어가 필요하다. 대표적인 고품질 신선편이 식품을 위한 가공기술로는 갈변 저해 및 조직의 연화 억제 및 미생물 제어가 있다.

하는 조직의 손상에 의해 효소반응이 촉진된다. 특히 polypheno oxidase (PPO)라 불리는 효소의 반응은 fresh-cut 과채류의 갈변 및 변색의 주요 요인이다. 갈변 저해를 위한 최소가공으로는 물리적, 화학적 방법이 사용 된다 (Table 6).

Table 5. Physical effects and physiological effects on minimal processed vegetables and fruits

Physical Effects
<p>* <i>Immediate</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Mechanical shock to tissue : bruises, cracks, fractures - Removal of protective epidermal layer : alter gas diffusion - Liquid on cut surface blocks pores : elevated CO₂, reduced O₂, accelerates water loss -Exposure to contaminants : microbial, chemical <p>* <i>Subsequent</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Elimination of natural barriers, Reduced CO₂, elevated O₂, Accelerated water loss, Contamination
Physiological Effects
<p>* <i>immediate</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Wound signal : hormone, wall fragment, bioelectrical wave - Membrane depolarization : increased permeability, mixing of cellular compounds - Membrane disorganizes : lipids oxidized, free fatty acids produced <p>* <i>Subsequent</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Elevated ethylene production : wound pathway - Elevated respiration : CO₂ production, O₂ consumption, heat production, anaerobic respiration - Oxidative reactions : browning - Altered phenolic metabolism : browning substrates - Induction of wound healing : lignin and suberin synthesis, cell division - Compositional changes : Ascorbic, organic acids, carbohydrates, toughening, softening, loss of flavor

1) Browning

Fresh-cut 과채류에서 발생하는 변색은 그 요인이 매우 다양하다. Fresh-cut 양상추의 변색은 열이나 산성에 의해 발생되며 버섯과 사과 slice에 나타나는 변색이나 갈변은 polyphenol oxidase의 활성화에 의해 발생된다. 효소적 갈변은 fresh-cut 식품의 shelf-life 를 제한하는 요소 중 하나로, 전처리 과정에서 발생

2) Texture loss

식품의 외형은 소비자의 평가에 중요한 영향을 미치는 요소 중 하나이다. 따라서 식품의 조직 (texture)은 색과 더불어 외관의 품질을 좌우하는 중요 요소이다. 식품의 조직은 품종, 숙성 정도, 수확 시기, 저장 온도 등의 조건에 따라 다르게 나타난다. 일반적으로 호흡률이 높은 과채류는 더 빨리 부

Table 6. Physical and chemical methods for controlling of browning on minimal processing

Physical methods	
	* MAP (modified atmosphere packaging)
	* Temperature management : reducing temperature, blanching
	* Edible coating
	* Gamma-irradiation
	* Non-thermal technology : High pressure, pulsed electric fields,
Chemical methods	
	* Antibrowning agents
	- Acidulants : citric acid, malic acid, tartaric acid, lactic acid, phosphoric acid , etc .
	- Reducing agents : ascorbic acid, erythorbic acid, ascorbyl-phosphate esters, AA-s-phosphate, AA-triphosphate, L-cysteine
	- Chelating agents : cyclodextrins, β -cyclodextrin(β -CD), maltosyl- β -CD
	- Complexing agents : EDTA, polyphosphate, sporix, sodium acid, pyrophosphate, sodium hexameta-phosphate
	- Enzyme inhibitors : 4-hexyl resorcinol, NaCl, CaCl ₂ , honey
	- other antibrowning agents : protease, aromatic carboxylic acids

Table 7. Prevention of texture loss in fresh-cut products

Calcium treatment	* General firming agent for fresh or fresh-cut vegetables and fruits * CaCl ₂ (apple slice, pear slice), calcium lactate(melon cylinder) * Inhibit polygalactronase, pectin esterase
Heat treatment	* mild heat treatment to retain firmness
Modified atmosphere packaging	* lower respiration rate * strawberry, pear, peach
Water loss prevention	* reduce crispness, appearance change * mild cutting and rinsing * control temperature and relative humidity * edible films / coating

패한다고 알려져 있다. 즉, 최소가공에 의해 조직이 손상된 fresh-cut 과채류는 연화 및 부패가 수반되기 때문에 손상정도에 따라 식품의 품질 및 shelf-life가 결정된다.

신선편이 식품의 연화는 세포벽, middle lamella 그리고 세포막에서 일어나는 생화학적 반응에 의한 것으로 pectic enzymes, polygalacturonase 및 methylesterase 등의 효소 활성화에 의해 일어난다. 연화를 억제하는 방법으로는 calcium과 열처리, MAP, 그리고 코팅 등에 의한 수분감소 억제 등이 알려져 있다 (Table 7).

3) Microbiological control

신선 과채류와 최소가공 식품은 재배환경, 수확 후 관리, 가공 등에서 쉽게 미생물오염이 이루어진다. 특히 fresh-cut 제품은 최소가공 동안 일어난 조

직의 변화로 인해 미생물 오염이 더 용이하다. Cutting, shredding 또는 slicing의 가공 공정은 미생물 오염의 기회를 제공해 줄 뿐 아니라 과채류 조직과 세포구조에 손상을 야기한다. 신선편이 식품의 미생물 안전성과 품질에 영향을 주는 환경요인은 pH, 세척, 온도 등이 있다 (Table 8). 즉, fresh-cut 제품의 미생물 제어는 온도 및 pH 조절, 포장, 세척 등의 최소가공에 의해 이루어지며 세척제로는 chlorine, Cl₂, chlorine dioxide, dichloroisocyanurate, H₂O₂, Ozone, peroxyacetic acid 등이 사용된다. 또한 미생물 제어를 통해 식품의 품질 유지를 위해 화학보존제가 사용된다 (Table 9). 한편 식품가공 시 화학제의 사용에 대한 논의가 일어나면서 천연물질을 이용한 세척에 대한 연구도 이루어지고 있다 (Table 10).

Table 8. Factors affecting the microbial stability and quality of minimally processed vegetable salads from farm to retail

Intrinsic factors
* pH : depending on the type of vegetable used
* Nutrient availability: Mixed salads contain a wider variety of nutrients than single packs of vegetables
* Biological structure: damage, physiology, biochemical, physiological changes during processing and storage
Processing factors
* Farm practice: fertilizer, pesticides, contamination from handlers, animal, insects, damage during harvest, water, condition of packing sheds and trucks
* Washing
* Temperature: during harvest and trimming and washing
Extrinsic factors
* Temperature: during transport and retailing
* Modified atmosphere packaging
Implicit factors
* competition between predominant microbial groups
* antagonistic relationships between microbial groups synergism between microbial groups

Table 9. Modern preservatives as microbiology control

Sorbic acid	Calcium sulphite	tetramine
Potassium sorbate	Calcium hydrogen sulphite	Dimethyl dicarbonate
Calcium sorbate	Potassium hydrogen sulphite	Propionic acid
Benzoic acid	Biphenyl; diphenyl	Sodium propionate
Sodium benzoate	Orthophenyl phenol	Calcium propionate
Potassium benzoate	Sodium orthophenyl pheno	Potassium propionate
Calcium benzoate	Nisin	Boric acid
Ethyl p-hydroxybenzoate	Natamycin	Sodium metabisulphite
Sodium ethyl p-hydroxybenzoate	Hexamethylene	Potassium metabisulphite
Propyl p-hydroxybenzoate		Sodium tetraborate; borax
Sodium propyl p-hydroxybenzoate		Lysozyme
sodium hydrogen sulphite		

Table 10. Selected examples of natural antimicrobials used in fresh-cut fruit and vegetable preservation

Natural antimicrobials	Application on fresh-cut fruit and vegetable
Hexanal, hexyl acetate, 2-(E) hexenal	* Volatile aroma compounds
	* Effective fungicides
	* Effect against E. coli, L. monocytogenes, Salmonella
	* Applications: fresh-cut apple slices
	* Control of browning
Cinnamalgyde	* Weakly water soluble, can be applied as a dip
	* Effective against a range of bacteria and fungi
	* Applications : fresh-cut honeydew, kiwi
	* Storage flavor, not readily metabolized
Oregano oil	* Poor solubility
	* Has been applied to prepared salads. in dressings
	* Good control of spoilage yeast, fungi, some bacteria
β -thujaplicin (Hinokitol)	* From cypress tree
	* All fruits, vegetables
	* Incorporated into packaging or wraps
	* Fungicide, bactericide
Nisin	* Has been used to control Salmonella spp, in cantaloupe
	* Must be used together with other agents (EDTA, potassium sorbate, sodium lactate)
Eucalyptus, tea tree, lemon, rosemary, clove oils	* low solubility
	* Attempt to extend shelf-life of Swiss chard
	* Negative impact on sensory quality

II. 맺 음 말

신선편이 식품의 수요증가는 구미의 사례에서 보듯이 명백한 것으로 보인다. 외식산업의 증가, 웰빙형 식품수요의 증대에 따른 과일, 채소류의 소비증대, 학교급식 등 단체급식의 꾸준한 확대 등은 우리나라 신선편이 식품의 수요를 창출하는 주요한 요인들이 된다. 그러나 신선편이 식품이 소비자에 의해 선택되어지고 소비되어지려면 이의 친환경적 원료생산과 가공, 포장, 서빙에 이르는 전과정에서의 체계적인 품질관리와 갈변제어 연화제어 및 미생물적 제어 등 관련 기술의 연구개발이 요구된다. 과일, 채소류의 종류마다 갈변, 연화 및 미생물적 제어의 특성이 상이하므로 해당 품목별로 관련기술의 개발이 이루어져야하며 혹 동일 품목이라 할지라도 재배환경, 성숙도 등의 요인에 의해서도 차이가 있을 수 있으므로 매우 세심한 연구개발이 이루어져야한다. 또한 채소류 샐러드 믹서의 경우와 같이 상이한 품목을 한꺼번에 가공하여 동일 포장에 포장할 경우 품질변화요인이 보다 복잡한 양상을 나타낼 수 있으므로 품목별 연구에다 혼합된 품목의 혼합효과까지도 검토되어야 한다. 이와 함께 최근 연구개발이 활발한 각종 기법의 활성포장의 신선편이 식품에의 응용도 이들의 품질을 확보하는 중요한 수단이 되어질 수 있다.

III. 참 고 문 헌

1. Allende, A., Luo, Y., McEvoy, J.L., Artes, F. and Wang, C.Y. (2004) Microbial and quality changes in fresh-cut baby spinach stored under MAP and super atmospheric oxygen conditions. *Postharvest Biology Technol.* 33, 51-59
2. Alakomi, H., Skytta, E., Helander, I. and Ahvenainen, R., (2002) The hurdle concept. In: *Minimal processing technologies in the food industry.* CRC press,

pp.175-195

3. Bai, J, R.A., Saftner, and Watada, A.E. (2003) Characteristics of fresh-cut honeydew(*Cucumis x melo* L.) available to processors in winter and summer and its quality maintenance by modified atmosphere packaging. *Postharvest Biol. Technol.* in press
4. Bhagwat, A., R. Saftner, and Abbott, J. (2004) Evaluation of anti-browning solutions for survival of food-borne pathogens and maintenace of quality characteristics of fresh-cut apples. *Food Microbiology*, 21, 319-326
5. Brecht, J.K. (1995) Physiology of lightly processed fruits and vegetables. *Hortscience*, 30(1). 18-22
6. Gorris, L.G.M., Dwitte, T. and Bennik, M.J.H. (1996) Sfety and quality of ready-to-use friut and vegetables (AIR1-CT92-0125). EU research results ready for application (RETUER) 21 May, Dublin, Ireland, 12pp
7. Garcia, E and Barrett, D. M. (2002) Preservative treatments for fresh-cut fruits and vegetables. In: *Fresh-cut Fruits and Vegetables, science, technology, and market.* CRC press, pp.267-303
8. Gorny, J.R. (1996) Fresh-cut product preparation. In: *Fresh-cut products: maintaing quality and safety.* postharvest horticulture series No. 10, Section 7, pp.15-20
9. Leistner, L. (1994) User guide to food design. In: Leistner, L. and Gorris, L.G.M. (eds) *Food preservation by combined processes.* Final report of Flair concerted action No. 7, Sub-group B. EUR 15776 EN, pp.25-28
10. Listeria monocytogenes and Escherichia coli O 157:H7 in ready-to-eat iceberg lettuce washed in warm chlorinated water. *Journal of Food Protection.* 65(3), 459-464
11. Robert C. S. and Olga, M.B. (2003) New advances in extending the shelf-life of fresh-cut fruits; a review