

▶ 특별강연 - IV

신선편이 농산식품의 제조 및 품질변화방지 기술

최 선 태

원예연구소

신선편이(fresh-cut) 농산식품은 사용편이를 위해 가공 처리된 산물로 현대사회의 바쁜 생활패턴에 부합하여 소비자의 선호도가 계속 증가하고 있는 실정에 있다. 국내 신선편이 농산식품은 일반적으로 식당(급식, 레스토랑), 패스트푸드, 마켓 등에 식자재로 유통되는데, 포장은 필름 또는 플라스틱 용기가 이용되고, 포장단위는 0.5 - 4.0kg 이다. 일반적으로 유통기간은 제품에 따라 다르지만 최적 유통조건에서 7일에서 20일 정도이며, 보통 정상 유통을 위해서는 7일 정도 선도유지기간이 요구되고 있다. 소비자의 요구조건은 신선한 상태를 기본으로 무결점, 외관, 조직감, 맛 및 영양가치가 중요시된다.

1. 신선편이 농산식품의 제조과정

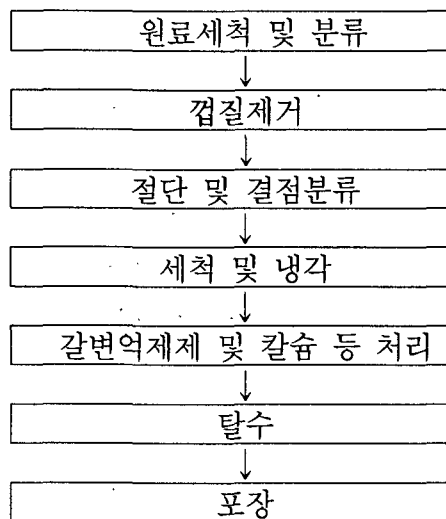


그림 2. 제조과정도



그림 1. 국내 식자재용 혼합 신선편이 농산식품 제품 형태

가. 원료 세척 및 분류

보통 농산물은 먼지 및 기타 오염 물질이 묻어 있으므로 제거해야 한다. 절단 전에 차가운 염소수로 세척하면 오염물질 제거, 농약제거 및 미생물 밀도 저하에 효과적이다. 이 공정에서 특히 상하거나 부패된 부위를 제거하는 것은 최종산물의 미생물 오염을 방지하는데 매우 중요하다.

나. 탈피

당근이나 양파 및 과일 등 신선편이 제품 원료는 비 가식 부위인 껍질을 제거하는 것이 절단 전에 요구되는데, 탈피는 일반적인 식품가공 공정에서 사용하는 방법을 도입하고 있다. 탈피는 사람이 직접 손수 작업할 때 가장 좋은 품질 및 수율을 얻을 수 있으나, 현실적으로 인력확충 문제로 수작업은 일부 공정에서만 적용되고 있다. 기계적인 탈피는 신선편이 농산식품 제조 공정에서 일반적으로 쓰이고 있는데, 표면의 상해를 일부 야기하고, 수율은 제품의 크기, 형태 및 품질, 그리고 탈피방법에 따라 차이가 난다.

다. 절단

- 절단 전처리 : 절단 전에 제품에 불필요한 씨, 줄기 등 비 가식성 부위는 절단 전 먼저 제거되어야 하는데 이때 사용되는 칼이나 기타 작업도구는 항상 소독되어야 하고 날카로워야 한다. 이때 가장 중요한 작업은 부패나 미생물오염 부위를 주의 깊게 제거 하는 것이다.
- 절단장비 : 절단 장비에 따라 절단 전 원료의 크기 결정이 이루어지며, 원하는 신선편이 제품에 따라 칼날이 선택되어진다. 절단시 제품의 품질변화에 영향을 미치는 것은 칼날의 정교함이다.

라. 세척 및 냉장

절단과 동시에 세척하고 냉장시키는 것은 신선편이 농산식품의 제조공정에서 가장 중요한 공정이다. 절단 후 차가운 염소수 세척은 미생물 살균, 절단면의 오염물질 및즙액의 제거에 매우 효과적이다. 이 공정에서 세척수의 온도, 접촉 시간, 염소농도 및 pH는 중요한 변수가 된다.

- 온도 : 세척하는 물의 온도는 가능한 저온이 유리하다. 일반적으로 13℃가 가장 최적이다. 따라서 세척 시스템에 주입되거나 배출되는 세척 수의 온도 점검이 필수적이다.
- 염소농도 : 염소는 최고 200ppm까지 일반적인 식품공정에서 세척용액으로 사용되어지지만 신선편이 농산식품의 제조에는 보통 50-100ppm 정도면 충분하다. 이러한 염소수 세척은 제품의 미생물 사멸, 세척시스템의 오염 방지 및 제품의 갈변을 억제하는 역할을 한다. 이 때 염소농도 조절을 위해 보통 염소 점검 키트나 생물학적 산소요구량(BOD) 측정기를 이용한다. 고 농도의 염소수 사용은 신선편이 제품의 품질에 손상을 입히며 풍미 저하 및 이취를 발생시킬 수 있다.
- pH : 염소의 살균작용은 중성이나 약산성의 pH에서 가장 효과적이다. pH가 7.5이상이면 염소는 살균 효과를 나타낼 수 없는데, 그 이유는 염소가 살균활성을 나타내는 형태가 아니기 때문이다 (그림 3). 따라서 pH의 점검은 세척 공정에서 매우 중요하다.

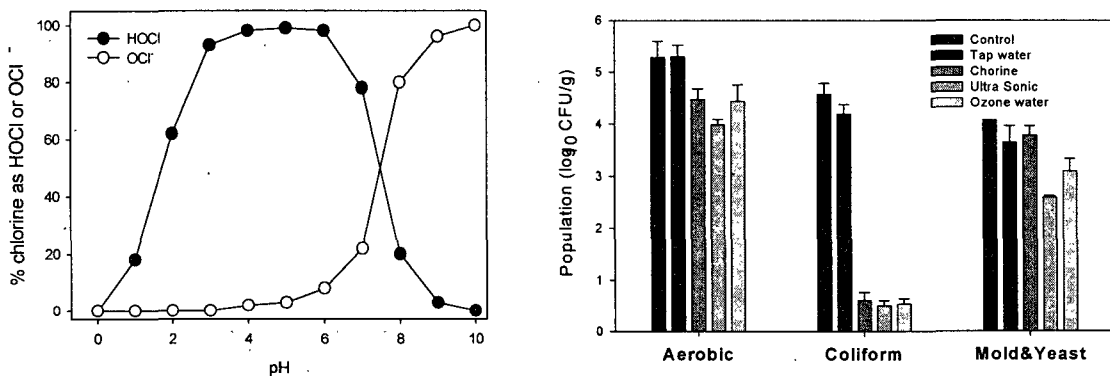


그림 3. pH에 따른 염소의 형태(살균효과 : HOC)변화(좌) 및 세척방법에 따른 미생물 제거 효과(우)

마. 탈수

- 원심분리 : 원심력을 이용한 탈수공정은 탈수 시간과 회전 속도가 각 신선편이 제품의 품질에 중요한 변수가 된다. 지나친 원심분리는 세포의 상처와 포장 후 즙액이 흘러나오는 현상을 초래할 수 있다. 따라서 신선편이 제품에 남아있는 자유수분 함량 측정을 통해 탈수공정을 제어해야 한다.
- 공기압 : 많은 신선편이 생산물이 원심력을 많이 이용하지만, 탈수할 때 보통 신선편이 농산 식품은 원심력에 저항하는 힘이 매우 약하다. 따라서 컨베이어에 강한 공기를 이용하여 수분을 제거하는 방법을 이용할 수 있다. 이 방법은 표면이 매끄러운 제품에 효과적이지만 결이나 굴곡이 있는 제품은 탈수가 용이하지 않다. 또한 이때 이용되는 공기는 여과된 공기를 사용하여 공기 투입에 의한 미생물 및 오염물질 혼입을 방지해야 한다.

바. 포장

- 무게 : 신선편이 농산식품 포장의 첫 단계는 생산물의 정확한 양을 측정하는 것이다. 보통 자동 시스템을 이용한다. 정확한 량의 측정은 혼합 신선편이 제품의 경우 채소 및 과일별 배합에서 특히 중요하다.
- 밀봉 : 신선편이 농산식품의 포장은 필름이나 용기를 이용하는데 포장재의 선택, 혼합기체의 주입 등은 신선편이 제품의 품질변화 즉 유통기간과 밀접한 관계가 있으므로 시험을 거쳐 선택되어야 한다.

2. 대표적인 품질변화 및 방지 방법

신선편이 농산식품은 절단, 세척 및 건조 등 부분적인 가공처리 과정을 겪지만, 신선 원형 산물과 같은 생리적 특성을 유지하며, 가공 전·후 농산물의 항산화 활성이나 비타민 C 함량을 비교하면 그 변화는 크지 않다. 그러나 기본적으로 내부조직의 노출, 보호기능을 하는 껍질의 소멸 그리고 상처를 받았기 때문에 신선편이 농산식품의 형태는 원형농산물 보다 품질변화 속도가 빠르다. 이와 같은 신선편이 농산식품의 대표적인 품질변화 원인 및 방지 방법은 표 1과 같다.

표 1. 신선편이 농산식품의 대표적인 품질변화 및 방지방법

품 질 변 화	방 지 방 법
갈변(Browning)	비타민 C, 구연산, MA포장, 품종선택, 가식성 필름포장, 온도, 열처리,
연화(Softening)	칼슘처리, 연화효소작용억제, MA포장, 품종선택, 가식성 필름포장, 온도
미생물(Microorganism)	염소, 오존, 정교한 절단, pH, 온도, (HACCP)

가. 갈변(Browning)

효소적 갈변은 양배추, 양상추, 감자, 사과 및 복숭아 등 많은 신선편이 농산식품에서 매우 주요한 문제점이다. 갈변은 폴리페놀산화효소의 촉매작용에 의한 페놀의 산화가 대표적인데, 페놀물질은 PAL(phenylalanine ammonia-lyase)의 촉매 작용에 의해 생성되므로 PAL의 활성을 갈변 가능성의 지표로 이용하기도 한다.

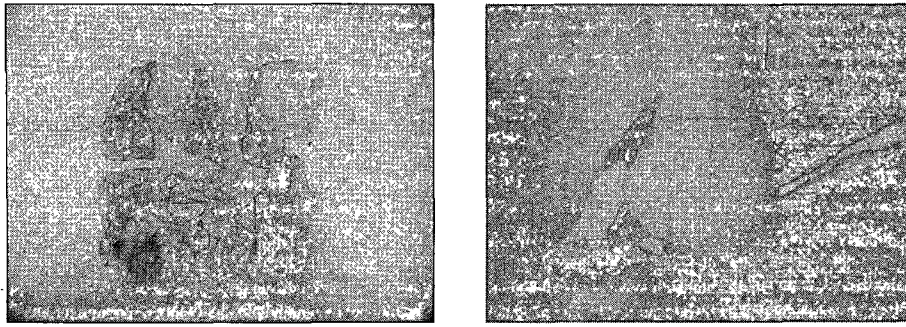


그림 4. 신선편이 양상추 및 양배추(x20)의 갈변형태

저온에서는 PAL의 활성이 억제되며, CA 및 MA저장은 PAL의 활성을 억제하는데 효과적이다. 보통 고 탄산가스 조건에서 PAL의 활성과 페놀함량이 감소되는데 이것은 고 탄산가스에 의해 조직의 pH가 저하되기 때문이다.

유기산도 갈변 방지를 위해 이용되는데, 이것은 폴리페놀(polyphenol) 산화효소의 최적 pH인 6-7보다 낮은 pH를 신선편이 농산식품에 부여하기 때문이다. 이때 이용될 수 있는 유기산은 citric, malic, tartaric, acetic, lactic 및 ascorbic acid 등이 있다.

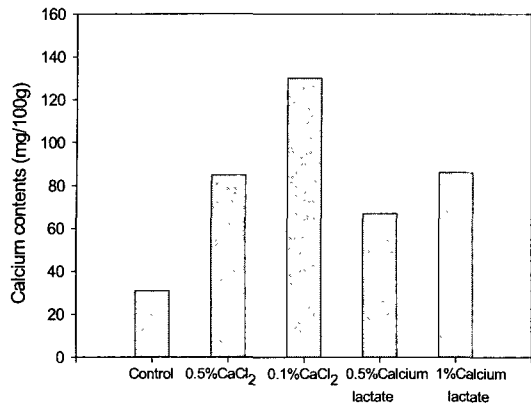
특히 비타민C(ascorbic acid)처리는 항산화제로서의 역할뿐만 아니라 낮은 pH를 제공하기 때문에 갈변을 방지하기 위해 주로 사용된다. 보통 신선편이 농산식품의 절단면의 변색방지를 위해 1% 농도가 일반적으로 사용되며, 구연산과 소금 등을 함께 혼용하여 사용할 수 있다.

갈변방지를 위해 가정에서 사용하는 방법인 설탕용액의 이용은 산화에 필요한 산소의 이용성을 억제시키는 원리로 갈변방지와 더불어 풍미, 맛 그리고 조직감 유지에 효과적이다. 산화는 절대적으로 산소가 필요하기 때문에 진공포장 또한 산화를 억제시킬 수 있다. 그러나 장기간 진공포장은 무기호흡을 야기시킬 수 있는 단점을 가지고 있다.

나. 조직의 연화(Softening)

농산식품의 조직감은 세포들의 팽압과 세포벽의 구조적 치밀도, 세포중엽층(middle lamella)의 단단함, 연화에 관여하는 효소에 의해 영향을 받는다. 신선편이 농산식품의 조직감은 칼슘염 처리로 향상될 수 있다.

칼슘의 작용은 세포벽과 세포중엽층(middle lamella)의 연결 고리로 작용하므로 식물 조직을 단단하게 만드는 작용을 한다. 저 농도의 칼슘염처리를 통해 식물의 조직감을 증대시키는 것이 상업적으로 이용되고 있다. 보통 0.5-1.0% 염화칼슘(calcium chloride) 처리가 조직감을 유지하는데 효과적이다(그림 5). 그러나 염화칼슘처리는 제품에 쓴맛을 남겨 풍미를 손상시킬 수 있으므로 다른 칼슘염인 젖산칼슘이나 초산칼슘처리가 시도되고 있다. 이러한 처리들은 칼슘염의 농도, 온도, 접촉 시간을 잘 조정해야 한다. 증온 열처리 또한 효과적인데, 사과슬라이스에 사용될 때 유통기간을 연장시킬 수 있다.



[무처리] [1% CaCl₂처리]

그림 5. 칼슘처리별 신선편이 당근의 칼슘함량(좌) 및 칼슘처리에 의한 경도유지 효과(우)

절단된 조직은 일반적으로 원형 조직보다 에틸렌 발생이 많아 조직연화에 주요한 원인이 되는데, 이때 에틸렌 작용억제제(1-MCP)를 이용하여 조직의 연화를 지연시킬 수 있다. 처리 시점은 절단 (cutting)전 원형 농산물 및 절단(cutting)후 신선농산 식품에 처리할 수 있는데, 바나나의 경우 원형 산물에 처리시 연화억제 및 갈변방지에 처리효과가 적지만, 절단 후 처리할 경우 조직의 연화가 지연되며 상품성 유지기간이 1-2일 연장된다. 참다래는 절단전 원형 및 절단후 처리 모두 조직의 연화를 1-2일 지연시킨다. 그리고 단감에서는 절단 전에 처리하는 것이 절단 후 처리하는 것보다 3-4일 품질유지에 효과적이다. 보통 처리농도는 1000ppb 정도이며, 갈변억제에도 효과적인 것으로 보고되고 있다.

나. 미생물의 영향(Microorganism)

미생물에 의한 부패발생은 신선편이 농산식품의 유통기간에 지대한 영향을 미친다. 미생물에 의한 품질변화를 방지하는 가장 좋은 방법은 청결과 위생 프로그램을 실행하고 점검하는 것이다. 절단 후 저온유지와 염소수 세척은 미생물 오염을 효과적으로 감소시킨다. 미생물발생 억제제로 특히 sorbate 및 benzoateis 이용은 미생물 발생억제에 효과적이지만 이와 같은 물질의 사용은 포장외부에 사용유무를 표기해야 한다. 또한 염소수를 대체하기 위해 오존수 및 초음파 등도 일부 도입되고 있다.

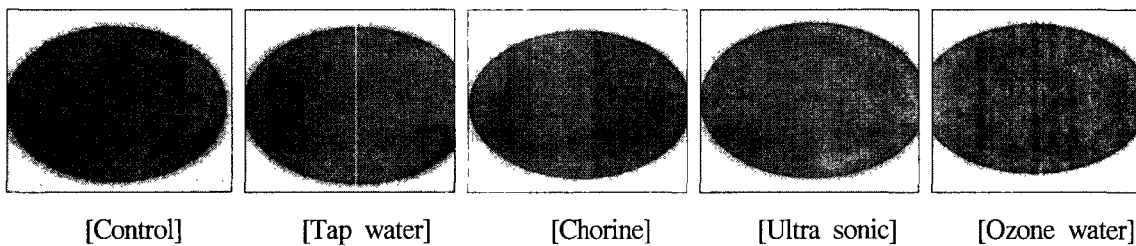


그림 6. 세척방법에 따른 대장균군의 발생 억제 효과

3. 신선편이 농산식품의 품질변화에 영향을 미치는 요인

신선편이 농산식품의 품질에 영향을 미치는 요인은 크게 원료인 원형 농산물의 특성, 수확 후 저장 조건, 제조공정 및 유통조건(온도, 습도, 시간 및 위생상태)으로 나눌 수 있다.

가. 원료 특성

원료의 품질상태가 신선편이 농산식품의 최종 품질에 영향을 미치므로 원료에 대한 에틸렌 작용억제제(1-MCP) 처리 연구 등 원료의 저장시 품질유지 또한 신선 농산식품 제조에 있어 그 중요성이 대두되고 있다.

원료의 숙도도 신선편이 제품의 품질에 영향을 미치는데, 미숙한 과실은 풍미가 약하며, 과숙한 과실은 유통기간이 짧다. 일반적으로 신선편이 과실은 바로 소비되는 제품이므로 일부 후숙이 진행된 상태의 원료를 이용할 때 소비자에게 좋은 품질(taste)의 신선 농산식품을 공급할 수 있다.

원료의 크기 또한 영향을 미치는데, 배의 경우 작은 배(125-135g/Bartlett)는 큰 배(152g)보다 신선편이 제품화 후 절단표면의 갈변 현상이 빠르고 품질변화가 심하다. 저장기간 및 조건에 따른 영향을 비교하면 수확직후 및 CA(2% O₂ + 98% N₂, -1°C)저장한 배를 신선편이 제품화 할 때가 일반 저온 저장(-1°C)한 배를 이용하는 것보다 유통기간이 길다.

나. 절단방법

조직의 노출은 일반적으로 건조와 변색을 야기하므로 정교한 절단으로 절단면의 세포가 절단외의 손상을 입는 것을 방지해야 한다. 당근의 경우 절단면이 하얀색으로 변화되는 경우가 있는데, 이것은 절단면 주위의 손상된 세포의 건조로 인해 발생한다(그림 7). 따라서 매우 정교한 절단기술은 세포의 손상을 줄여 절단된 부위의 세포손상 및 건조를 감소시킨다.

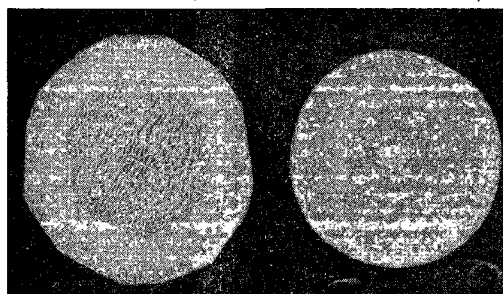


그림 7. 당근 절단면의 변색(탈색화) 현상

다. 유통온도

일반적으로 신선편이 농산식품의 품질은 여러 가지 요인에 의해 영향을 받지만 가장 주요한 요인은 온도이다. 신선편이 농산식품은 일반적으로 원형상태에 비해 호흡량이 높는데, 온도가 높아지면

그 호흡량이 많아서 품질변화가 심하다. 따라서 저온은 품질유지에 있어 기본적인 요구사항이다.

마켓에서 보통 신선편이 농산식품의 약 40% 정도가 유통온도에 민감한 반응을 보인다. 그러나 신선편이 농산식품은 원형 농산물보다 짧은 기간동안 유통되고, 또한 상하기 쉽기 때문에 일부 저온장해를 야기하는 온도가 저온장해 피해가 없는 약간 높은 온도보다 품질변화가 더 적다. 그 이유는 부패발생이 저온장해보다 더 빠르게 품질에 영향을 주기 때문이다. 따라서 저온장해에 민감한 작물인 고추, 오이, 토마토, 호박 등은 원료상태로서는 저온장해 유발 온도에 저장해서는 안되지만, 신선편이 제품화 후에는 미생물 억제 및 품질유지를 위해 저온에서 보관되어야 한다.

라. MA(Modified atmosphere)

신선편이 농산식품의 MA조건은 원형상태의 농산물에 요구되는 기체조건에 기초를 둔다. 신선편이 농산식품은 기체 확산에 영양을 미치는 큐티클층 및 껍질이 제거되었고, 중앙에서 외부로 기체의 확산 거리가 짧기 때문에 원형상태에 비해 산소 및 탄산가스에 대한 내성을 가진다. 그러나 MA포장내의 기체조성은 조절 될 수 없기 때문에 초기에 장해를 일으킬 수 있는 기체농도는 피해야 한다.

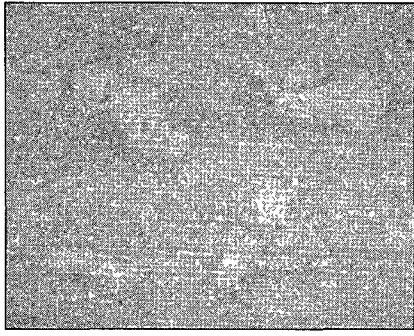
마. 에틸렌의 영향

에틸렌은 상처난 식물조직에서 그 발생이 촉진되므로 신선편이 농산식품의 필름 포장 내부에 축적될 수 있다. 참다래의 경우 2ppm의 농도에서도 연화 속도가 빠르는데, 이와 같이 에틸렌에 의해 연화가 될 경우는 에틸렌 흡착제 및 에틸렌 작용억제제처리가 유리하다.

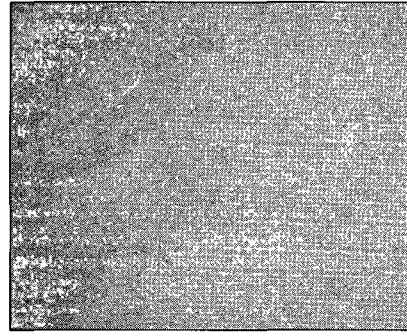
바. 상대습도 및 기체투과성

신선편이 농산식품은 껍질과 큐티클층이 제거되어 중량감소가 심할 수 있지만 필름이나 플라스틱 용기로 포장하므로 상대습도가 매우 높게 유지된다. 따라서 건조는 큰 문제가 되지는 않는다. 비록 필름포장은 상대습도유지에 유리하지만 문제점 또한 가지고 있다. 먼저 필름에 습기가 존재할 경우 내부 품질 파악이 어려울 수 있으며 습기가 제품에 닿을 경우 제품 물러짐과 미생물의 번성을 초래할 수 있다. 그리고 필름 포장시 기체투과율이 낮을 경우 MA조건을 벗어날 수 있는 단점을 가지고 있고, 이취 발생이 우려된다. 따라서 필름포장 이용시 상대습도의 유지뿐만 아니라 기체투과성을 반드시 고려해야한다.

신선편이 농산물에 대한 가식성 코팅제(edible coating)또한 많이 이용되는데 이것은 기체투과성 조절을 통한 호흡억제, 상대습도 유지, 갈변억제 및 미생물 오염방지에 이용된다. 그림 8. 은 코팅처리에 의한 박피 마늘의 손상조직의 모습이다.



[무처리]



[코팅처리]

그림 8. 코팅처리에 의한 박피마늘 상처조직의 품질변화 방지 효과(x20)

4. 맺음말

신선편이 농산식품의 제조 및 품질관리 방안은 최종 제품의 형태와 더불어 수확 후 생리 특성 및 생화학적 변화에 따라 달라질 수 있다. 따라서 품질변화에 가장 크게 작용하는 요인을 판별, 분석하여 그에 따른 처리 기술을 도입해야 한다.

또한 혼합 신선편이 농산 식품의 경우는 서로 다른 생리적 특성을 동시에 나타내므로 품질변화가 가장 빠른 재료의 변화 방지방법을 비롯하여 구성되어 있는 제품 모두에 적용 가능한 처리기술을 도입하여 전체적으로 안전한 제품으로의 품질을 유지할 수 있도록 해야 할 것이다.

최근 글로벌 프랜차이즈 산업성장 및 웰빙시대에 요구되는 외식문화 및 급식산업 등 신선편이 제품의 수요는 급성장을 거듭하고 있다. 그리고 유기농산물의 선호도처럼 신선편이 농산 식품도 위생적이고 안전한 농산물로서의 위치가 기대되고 있다. 또한 신선편이 농산식품은 국내 식품 산업과 결합 및 접목되어 새로운 한국형의 품목 개발을 통해서 농산물 산지 유통, 가공시설 확충을 꾀하며 국내 농산물의 부가가치를 높일 것으로 기대된다. 그리고 신선편이 농산 식품의 원료 특성 및 공급에 부합하는 안전 농산물의 재배 및 단지조성 등 농업기반 조성에도 기여할 것이다.