과제구분	기본연구	수행시기		전반기	
중장기 Code		RIMS Code		200803I01010382	
연구과제 및 세부과제		연구분야 (Code)	수행기간	연구실	책임자
농산물 저장기술 개발연구		LS0201	'08～'10	농산물이용시험장	김경대
1) 엽채류 신선도 유지기술 개발		LS0201	'08～'09	농산물이용시험장	김경대
색인용어	엽채류, 결구상추, 양배추, 신선도, MA, 포장재				

ABSTRACT

The heading lettuce consumed 8.5ml/h.kg of O_2, and produced 7ml/h.kg of CO_2 when stored at 12℃. The thicker PE film was, the more reduced the concentration of oxygen was. However, the concentration of carbon dioxide was increased in PE film. The concentration of carbon dioxide maintained three percent degrees in the wrap packing, but the rate of weight loss was high. The heading lettuce kept fresh for 3 days and 10days when stored at 15℃ and 7℃, respectively. The cabbage that precooled at low temperature(5℃) was more quickly rotted than precooled at normal temperature(15℃), and showed rapid change of respiration rate when stored at the normal temperature(15℃). Storability of cabbage was good when stored using PE70 packing material and low oxygen condition. The distribution channel was investigated to establish proper distributional technic for various storage environment of leaf vegetable, and we proposed proper techniques in regard to six distribution conditions.

1. 연구목표

농산물은 생산기술의 발전, 유통방식의 개선, 및 발달, 소비형태의 변화에 따라 새로운 국면을 맞고 있다. 생산량 중심에서 상품성 중심으로의 변화를 거쳐, 'Wellbeing'의 바람과 함께 안전성 중심의 농산물이 요구되어, 친환경, 유기농산물 그리고 국가에서 인정하는 GAP(Good Agricultural Practices)제도가 시행되고 있다. 먹거리 안전성과 함께 소포장, 저온유통과 같이 편이성과 안전성을 동시에 요구되고 있다. 농산물의 저장 및 유통분야에서는 저온저장기술, CA(Controlled Atmosphere), MA(Modified Atmosphere) 저장기술이 사용되고, 산소투과, 방담 및 항균처리 포장재 등이 개발 되어 사용하고 있다. 소비자에게 안전하고 신선한 농산물을 공급하고, 생산자는 고품질을 유지 하여 고소득을 확보할 수 있는 종합적인 신선도 유지 기술의 개발이 필요하다. 본 연구과제는 개발되어 있는 농산물 저장 및 유통기술을 이용하여 신선도유지 기술을 개발 제공하고자 한다.

2. 재료 및 방법

엽채류의 신선도 유지기술 개발을 위하여 2008년부터 2009년까지 본 과제를 수행하였으며, 시험재료로는 결구상추와 양배추를 대상으로 하였다. 결구상추는 춘천시 후평동소재 경진상회에서 구입하여 사용하였으며, 양배추는 춘천시 신북읍 소재 신북농협 하나로 마트에서 구입하여 사용하였다. 저장특성을 구명하기 위하여 농산물이용시험장 내에 설치된 CA저장시험용 CA시스템(Oxystat 200, CA pacific, US)과 다중가스 분석기(Checkpoint, PBI Dansensor, Denmark)를 이용하여 호흡량을 측정하였으며, 감모율 등은 전자저울(XL-6100, DENVER Instrument. USA.)을 이용하여 측정하였다.

결구상추의 호흡특성구명을 위하여 저장온도 12℃로 고정한 저장고에서 CA 시스템에 설치된 Chamber(w 585mm × d 880mm × h 690mm, 355.2L, Stainless, 제작품)와 산소측정기(Oxygen Analyser type 750, DAVID BISHOP Instruments, UK.), 이산화탄소측정기(Carbon Dioxide Analyser type 760, DAVID BISHOP Instruments, UK)등을 이용하여 약 90분간격으로 측정하였다. 결구상추의 포장재별 특성구명을 위하여 저장온도 7℃에서 PE50, PE70, PE100 포장재와 시중에 판매되는 Wrap 포장재를 이용하여, 포장재의 가스 농도 변화를 다중가스분석기로 측정하였다. 결구상추의 저장온도별 특성조사는 저장온도 15℃와 7℃에서 PE70 포장재 처리 후 호흡량과 감모율을 측정하였다. 호흡량은 다중가스분석기를 이용하였으며, 감모율은 전자저울을 사용하였다.

양배추의 호흡특성 구명을 위해 밀폐용기를 자체 제작하였다. 기 설치된 Chamber의 부피가 시험작물에 적합하지 않아 기존 밀폐용기(HPL890N, Lock & Lock, Korea)를 이용하여 소용량 호흡측정기구(그림 1)를 제작하였다. 소용량 호흡측정기구를 CA 시스템에 연결시켜 90분 간격으로 산소와 이산화탄소를 측정하였다. 양배추의 포장재에 따른 저장 특성을 구명하기위하여 PE50, PE70, PE100, PP50, PP70을 이용하여 각각 호흡량과 감모율을 측정하였다.

그림 1. 소용량 호흡측정 기구

엽채류의 유통조건에 따른 최적조건 설정을 위하여 유통실태 정보자료 및 기타 농산물 유통자료를 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 결구상추의 수확 후 생리 특성

결구상추의 호흡특성은 12℃ 조건에서 10kg을 355L 밀폐용기에 넣었을 때의 시간에 따른 산소 소모량과 이산화탄소 발생량의 관계는 (그림 2)와 같았으며, 관계식은 각각 다음과 같다.

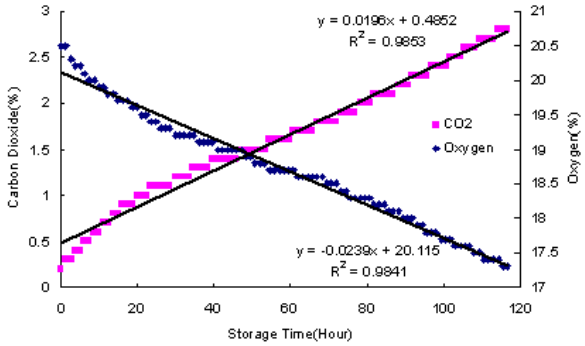

그림 2. 결구상추의 호흡특성(12℃, 10kg, 355L)

산　　소 : y(%) = - 0.0239x + 20.115 (x : 시간)
이산화탄소 : y(%) = 0.0196x + 0.4852 (x : 시간)

위의 관계식을 이용하면 산소 약 8.5ml/h·kg을 소모하고 이산화탄소 약 7ml/h·kg를 발생시키는 것을 알 수 있다.

결구상추의 포장재에 따른 특성은 그림3, 4와 같으며, PE 포장재에서 두께가 두꺼울수록 산소농도가 낮았고, 이산화탄소농도가 높은 것을 볼 수 있었다. 이는 결구상추의 호흡량에 기인하는 것이 아니라 포장재의 가스투과도에 의한 차이라 할 수 있다.

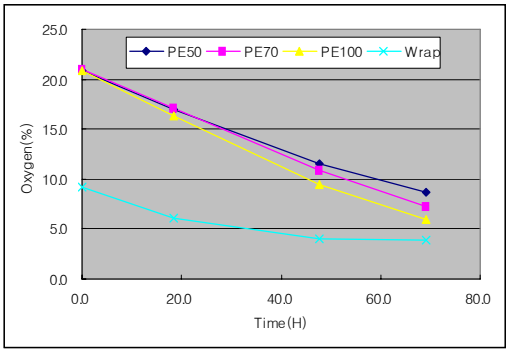

그림 3. 포장재별 산소농도변화

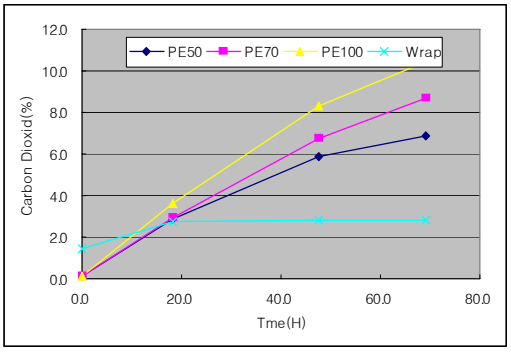

그림 4. 포장재별 이산화탄소 농도변화

감모율은 표 1과 같았으며, 포장재의 두께가 두꺼울수록 낮았다. 가스투과도와는 역의 관계를 나타내고 있는 것을 알 수 있었다.

표 1. 포장재에 따른 감모율 변화 결구상추 중량변화 (7℃)

포장재	경과시간				최종감모량 (감모율)
	0시간	18	48	70	
PE50	586.1	586.0	585.8	585.9	0.23g(0.040%)
PE70	534.0	534.0	533.8	533.8	0.18g(0.034%)
PE100	607.7	607.6	607.6	607.5	0.18g(0.032%)
Wrap	658.2	656.5	655.6	654.1	4.03g(0.622%)

위의 결과를 볼 때 Wrap포장은 단기 유통에 적합할 것으로 사료된다.

결구상추의 저장온도에 따른 호흡량의 변화는 그림 5, 6과 같으며, 온도가 낮을수록 산소 소모량과 이산화탄소 발생량이 적은 것을 알 수 있다.

저장온도에 따른 상품성유지기간 및 감모율은 표 2에서와 같으며, 결구상추는 유통 시 저온저장이 반드시 필요하며, 배추, 양배추, 시금치 등에 비해 상온(15℃)에서의 상품성 유지기간이 짧음을 알 수 있었다.

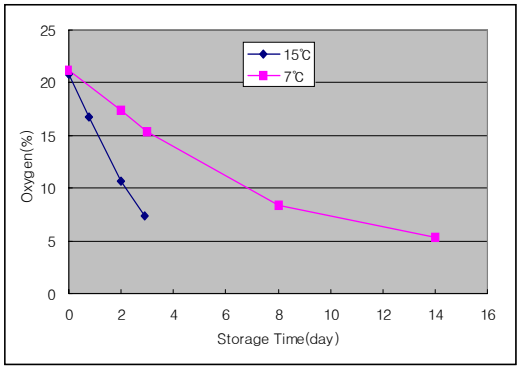

그림 5. 저장온도별 산소농도변화

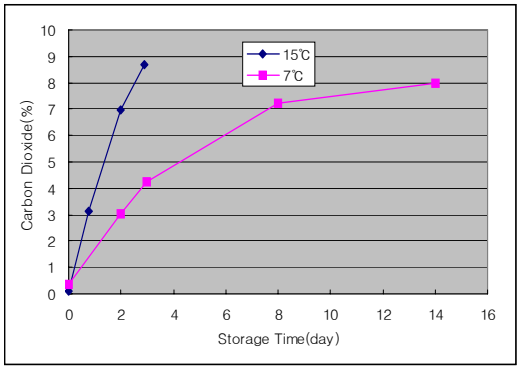

그림 6. 저장온도별 이산화탄소 변화

표 2. 저장온도별 특성

저장온도	상품성 유지기간	최종감모량(감모율)
15℃	저장후 3일	0.20g(0.036%), 3일경과시
7℃	저장후 8일	0.49g(0.070%), 14일경과시

나. 양배추의 수확 후 생리 특성

양배추의 호흡특성을 조사한 결과, 그림 7은 저온(5℃)저장 후 상온(15℃) 유통과 상온 유통 시 호흡량변화를 보여주는 것으로서 저온 저장 후 상온 유통 시 7일 경과 후 호흡량의 급격한 변화를 보이고 있다.

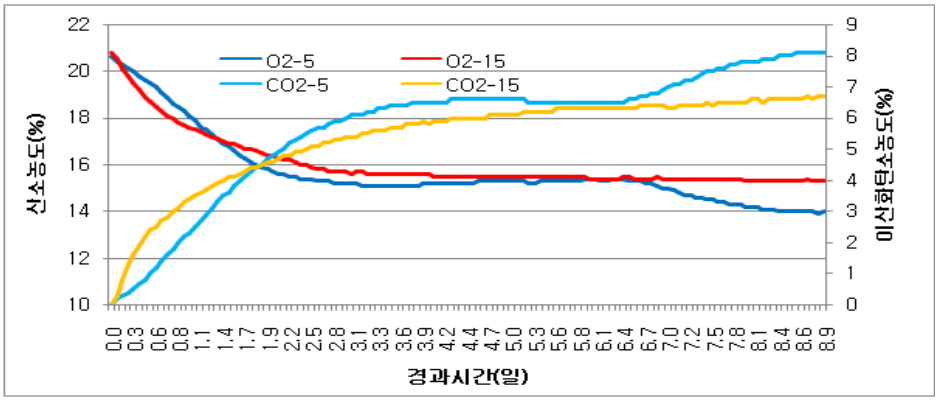

그림 7. 유통 전(저온(5℃), 상온(15℃)저장) 처리 후 상온(15℃) 저장중 호흡량 변화

5℃예냉후 15℃ 저장　　15℃ 저장　　5℃ 저장

그림 8. 저온처리에 따른 신선도 비교

이는 유통환경을 고려하여 수확 후 관리가 필요함을 보여주고 있으며, 유통방법을 고려하지 않은 무조건적인 예냉, 저온저장이 신선도 유지에 유리 한 것만은 아닌 것을 알 수 있었다.

(그림 8)은 저온(5℃)저장 후 상온(15℃) 유통과 저온처리 없이 상온(15℃) 유통시 신선도의 정도와 같은 기간 저온(5℃) 저장 했을 때의 시료를 비교한 사진이다. 신선도 유지에 가장 좋은 조건으로는 저온조건이나, 수확 후 단시간에 상온 유통할 경우 낮은 온도로의 예냉이나 저온 저장은 신선도 유지에 오히려 불리한 조건임을 볼 수 있었다.

포장재 종류에 따른 가스 농도의 변화는 그림 9, 10과 같으며, 가스투과도가 가장 낮은 PP70의 경우 시료 처리 중 핀홀이 발생하여 예상된 반응과는 차이가 난 것을 볼 수 있으며, 가스투과도가 높은 PE 50 처리에서 양배추의 호흡량과 비교하여 포장재의 산소공급량이 양배추의 산소소비량에 비해 높은 것을 알 수 있으며, 타 처리(PE 70, PE 100, PP 50)의 경우는 포장재의 산소 공급량이 양배추의 산소소비량 보다 낮은 것으로 판단할 수 있었다. 포장재의 산소 공급량은 발생한 이산화탄소의 양으로 추정하여 볼 수 있다. 이산화탄소의 변화를 통해 PE 100 처리에서 신선도가 가장 잘 유지되었다.

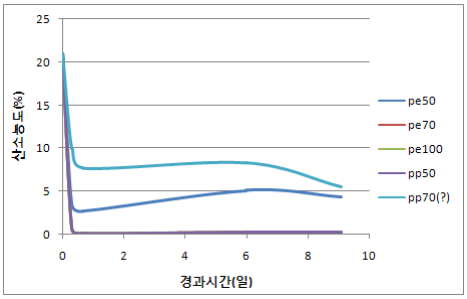

그림 9. 포장재에 따른 산소 변화

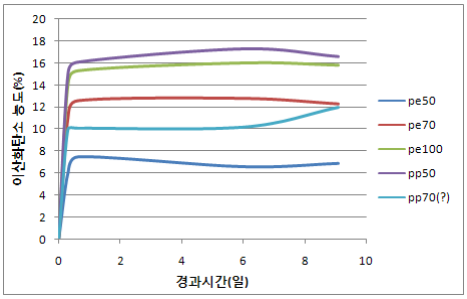

그림 10. 포장재에 따른 이산화탄소 변화

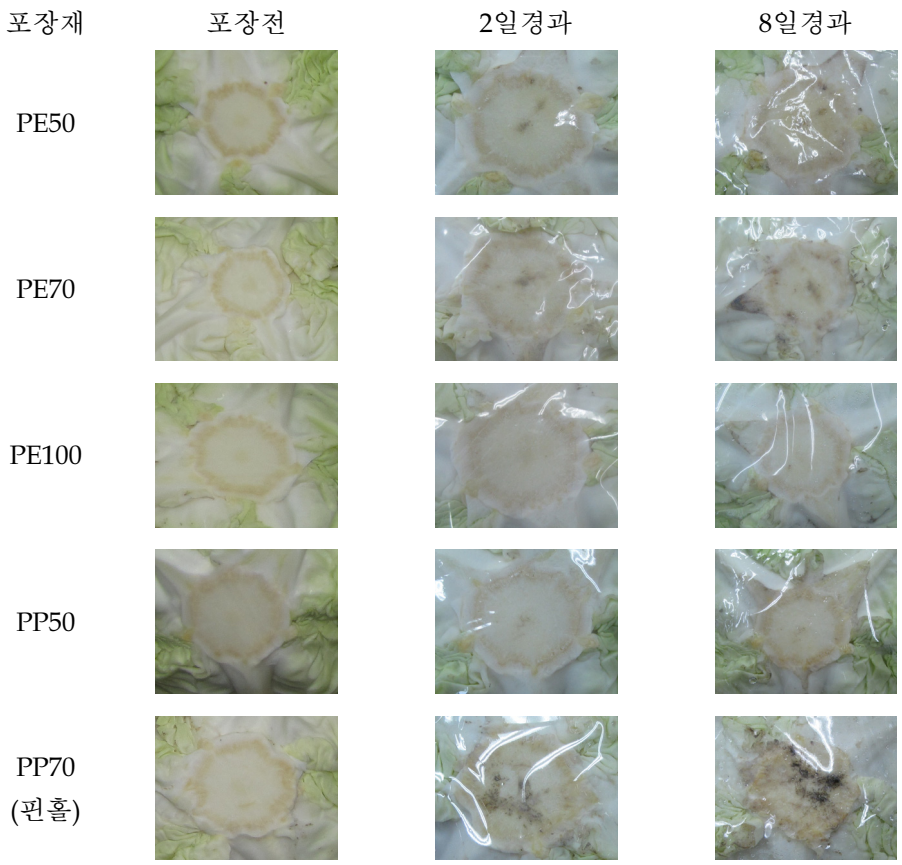

그림 11. 포장재에 따른 신선도 비교

그림 11은 포장재 두께에 따른 뿌리부분의 사진들로서 저장경과일수에 따른 변화를 보여주고 있다. 앞에서 언급한 바와 같이 같은 조건에서 산소의 소비량 또는 이산화탄소의 발생량이 일정할 경우 신선도를 유지할 수 있을 것으로 생각되며, 핀홀 발생에 의해 다량의 산소(5%이상)가 공급 될 경우 캘러스 등의 유세포 조직, 잔뿌리 등이 발생하기도 한다. 포장재

에 따른 감모율은 신선도가 유지된 PE 100에서 가장 높았으며, 핀홀이 발생하여 유조직이 발생한 PP70에서 가장 낮았다. 이는 필름 포장의 경우 수분의 손실이 거의 없음을 감안할 때, 신선도 유지를 위해 시료 자체의 에너지가 이용되어 진 것으로 생각되며, PP70의 경우 유조직 발생 때문인 것으로 추정된다.

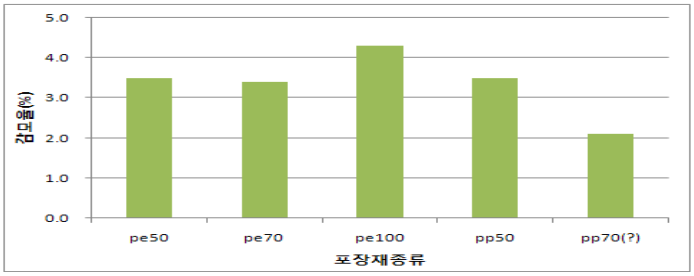

그림 12. 포장재별 감모율

다. 엽채류 유통조건에 따른 최적 조건 설정

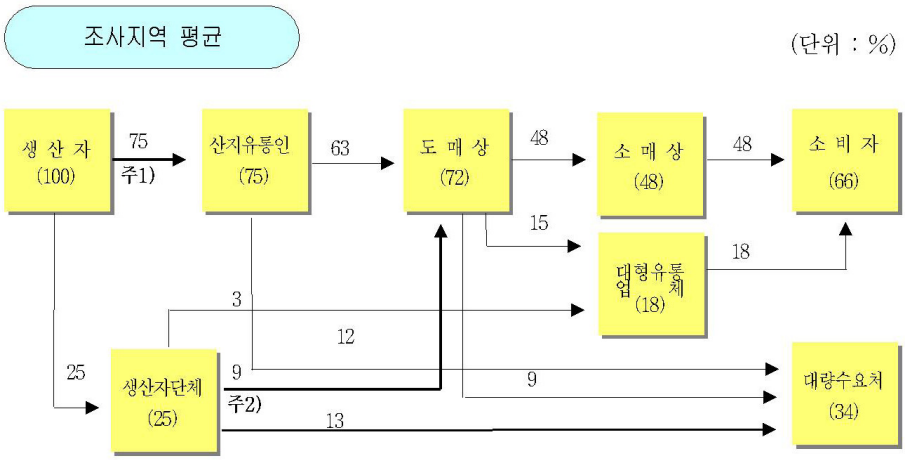

그림 13. 고랭지배추의 유통경로(농수산물유통공사, 품목별 유통실태 정보)

농산물의 엽채류는 채소류 중에서도 가장 많은 종류가 있으며 또한 소비도가 높은 채소이다. 이에 따라 신선도를 유지하기 위한 다양한 기술이 도입, 적용되고 있다. 저온유통시스템(Cold Chain System), 산지 유통센타 등이 운영되고 있다.

(그림 13, 14)은 고랭지 배추의 유통 경로 및 유통량으로서 소비자에게 제공되기 위해서는 다양한 유통경로가 사용되고 있다. 특히 근래에는 직거래 형태의 유통도 늘어가고 있는 형편이다.

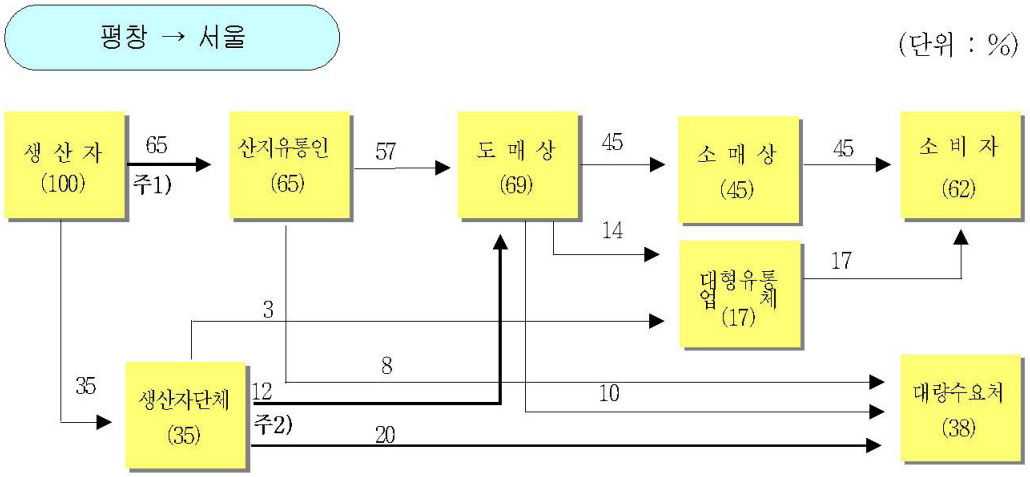

그림 14. 평창에서의 고랭지배추 유통형태(농수산물유통공사, 품목별 유통실태 정보)

앞에서의 결과를 통해 농산물을 생산하는 생산자에서 소비자까지의 유통경로와 그에 따른 유통환경을 조사하여 표 3과 같이 작성하였다. 유통경로를 크게 구분하여 볼 때 대략 6가지의 형태로 나눌 수 있으며, 가장 많은 유통경로를 통하는 것은 첫 번째의 형태(Ⅰ)로 생산자로부터 산지유통인과 도·소매상을 거쳐 소비자에게 이르는 형태로, 많은 경우는 도·소매상이 몇 단계를 거치는 경우도 있다. 소비자 직거래를 제외하면, 일반적으로 대형유통업체의 경우(Ⅴ)가 가장 짧은 유통과정을 거치지만, 지역 물류센타 등의 자체 물류시스템에 따라 달라진다.

표 3. 엽채류 유통경로를 통한 유통환경 추정

구분	유통경로	비고(유통현황)
유통경로 Ⅰ	생산자 → 산지유통인 → 도·소매상 → 소비자	상온유통
유통경로 Ⅱ	생산자 → 산지유통인 → 대량수요처	대량수요처에서 저온저장
유통경로 Ⅲ	생산자 → 생산자단체 → 도·소매상 → 소비자	상온유통 또는 저온유통
유통경로 Ⅳ	생산자 → 생산자단체 → 도매상 → 대량수요처 대형유통업체	상온유통 후 저온저장 및 유통
유통경로 Ⅴ	생산자 → 생산자단체 → 대량수요처 대형유통업체	수집후 저온유통
유통경로 Ⅵ	생산자 → 소비자	상온유통

대량수요처 또는 대형유통업체의 경우(유통경로 Ⅱ, Ⅳ, Ⅴ) 자체적인 품질관리 기준 및 유통시스템을 보유하고 있을 것으로 생각되며, 도소매상, 생산자단체, 또는 생산자가 직접 소비자에게 농산물을 제공하는 경우(유통경로 Ⅰ, Ⅲ, Ⅵ) 대량을 취급하는 대규모 도·소매

상, 생산자 단체의 경우는 자체 유통시설을 보유하고 있어 시설을 이용한 신선도유지가 가능하나, 소규모 또는 유통시설이 영세한 경우, 보유한 시설 및 자원을 최대한 활용한 적정 유통기술 제공이 필요하다.

표 4는 본과제의 연구결과 및 기존 연구된 저장 및 유통기술들을 이용하여 작성한 엽채류의 신선도 유지 기술 간편 메뉴얼을 제공하고자 한다.

표 4. 엽채류 유통환경별 신선도 유지 간편 매뉴얼

구분	유통경로				비고
	생산	유통	판매	소비	
최적 유통방법 (Ⅱ,Ⅳ,Ⅴ)	수확 ⇓ 예냉(5℃) ⇒	저온유통 (7℃ 이하) ⇒	저온진열 (7℃이하) ⇒	랩 또는 비닐포장 - 1일 이내 소비 (상온보관시) - 7일 이내 소비 (냉장보관시)	저온유통 후 상온 보관시 빨리 시듦.
상온 유통시 (봄,여름)	수확(새벽) ⇓ 예냉(15℃) ⇒	직사광선 피할 것 (천막이용), 해진 후 이동 ⇒	상온 진열, 차양 필수, 부패발생시 바로 제거 ⇒	종이포장, 환기필요 - 가능한 속히 소비 - 7일 이내 소비 (냉장보관시)	여름철 채소류 수분 많고, 연약
상온 유통시 (가을)	수확(오전) ⇓ 예냉 (10-15℃) ⇒	직사광선 피할 것 (천막이용) ⇒	상온진열, 직사광선시 차양 ⇒	랩 또는 비닐포장 - 가능한 속히 소비 - 7일 이내 소비 (냉장보관시)	가을철 채소류는 저장성 좋음.
소비자 직거래시	수확 ⇓ 예냉(10℃) ⇒	랩(Wrap) 또는 비닐 소포장 ⇒	상온진열, 직사광선시 차양 ⇒	랩 또는 비닐포장 - 가능한 속히 소비 - 7일 이내 소비 (냉장보관시)	수확후 신속한 공급 필요.

최적 유통방법으로 저온유통방법을 기록한 것이며, 저온유통시 신선도유지에 가장 유리하지만, 시설, 운송수단 등이 반드시 필요하며, 유통 중 상온노출 또는 판매 후 상온보관시 신속한 노화가 이루어진다.

간편 매뉴얼은 계절별로 제시하고 있으며, 봄, 여름 상온 유통시에는 수확시 품온을 낮추는 것이 가장 중요하며, 부패 등 신선도에 영향을 끼치는 요인발생시 신속히 제거하는 것이 필요하다. 소비자가 구입 후 저온보관이 가능할 경우 신선도 유지에는 더욱 유리하다. 특히 여름철 채소는 수분이 많고, 표피가 연약하여 취급에 유의하여야 하며 특히 미생물 오염에도 주의가 필요하다. 가을철 상온유통 역시 품온을 낮추는 것이 중요하며, 계절적 영향으로 이른 오전 수확만으로도 품온을 낮출 수 있다. 가을철 채소류의 경우 저장성이 좋아 봄, 여름철에 비해 취급이 용이한 장점을 가진다. 소비자 직거래는 소비자에게 수확 후 가장 신속하게 제공해준다는 가정 하에서 제시되었다. 시기별로 품온이 가장 낮을 때 수확하여 비닐 소포장후 수송하여 소비자에게 공급하여 주는 것을 제안하였으며, 상온유통시 공통적으로

주의할 점은 급격한 온도변화를 주지 않는 것을 필요로 한다.

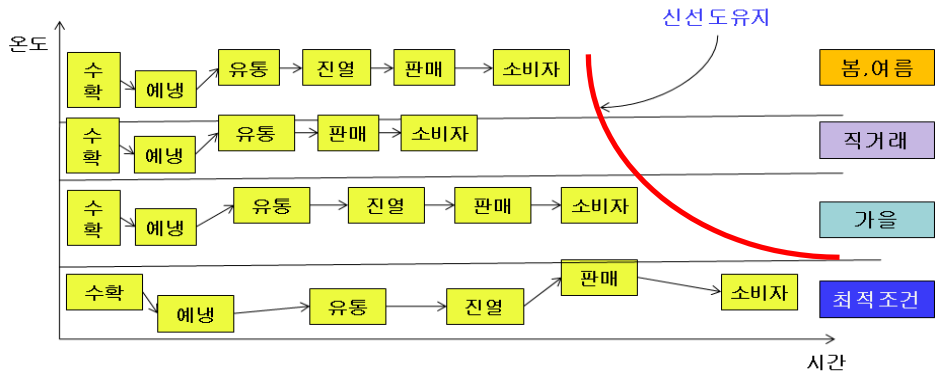

그림 15. 간편 유통메뉴얼 유통경로별 온도와 시간

그림 15는 제시한 매뉴얼의 온도와 시간 관계에 대한 자료로서 수확, 유통, 진열, 판매, 소비자의 과정에서 급격한 온도 변화 없이 유통하는 것과, 가능한 신속하게 소비자에게 공급하는 것이 가장 중요하다.

4. 적 요

결구상추는 12℃ 저장 시 약 8.5ml/h·kg 의 산소를 소모하고, 7ml/h·kg의 이산화탄소를 발생하였다. PE 포장재 처리 시 두께가 두꺼울수록 산소는 감소하고, 이산화탄소는 증가하였다. Wrap 포장재는 이산화탄소가 3%정도를 유지하고 있으며 감모율이 높은 것으로 조사되었다. 저장온도에 따른 특성으로는 15℃ 저장시 상품유통기간은 3일정도이며, 7℃ 저장시 10일 정도 유통 가능하였다.

양배추는 상온저장(15℃) 저장시 저온예냉(5℃) 처리된 것이 상온 예냉(15℃) 처리된 것 보다 빨리 노화 및 부패 되었으며, 이때 급격한 호흡량변화를 보였다. 가스투과도가 다른 포장재 처리를 통한 양배추의 저장성은 PE70에서 양호하였으며, 낮은 산소농도가 신선도유지에 유리하였다. 상온(15℃) 저장시 비닐포장이 신선도유지에 유리하였다.

엽채류의 다양한 유통환경에 대한 조건별 적정 유통기술을 설정하고자, 엽채류의 유통경로를 분석한 결과, 유통경로를 크게 6가지로 구분하고, 각각의 유통조건별 적정 유통기술을 제안하였다.

5. 인용문헌

김건희. MA포장 기술을 이용한 신선한 과실 및 채소류의 품질보존에 대한 연구. 농산물저장유통학회지. 5권 1호. 23~28 (1998)

김병삼, 남궁배, 김민정. 포장 및 적입 방법이 늦가을 대추의 저온저장 중 품질에 미치는

영향. 농산물저장유통학회지. 8권 1호 23~29 (2001)
김창배, 이숙희, 김종수, 윤재탁, 김탁. 부추저장시 선도유지에 미치는 포장재료의 효과. 농산물저장유통학회지. 6권 3호. 270~275 (1999)
농수산물유통공사. 품목별유통실태정보. 고랭지배추 (2008)
농촌진흥청 농업공학연구소. 원예작물의 수확후처리공학.
이세희, 이명숙, 이용우, 염형준, 선남규, 송경빈. 포장재 및 저장온도가 토마토와 자두의 품질에 미치는 영향. 한국식품저장유통학회지. 11권 2호. 135~141 (2004)
임정호, 최정희, 홍석인, 정문철, 김동만. 신선편이가공 양송이의 포장방법에 따른 품질변화. 한국식품저장유통학회지. 13권 1호. 1~7 (2006)
정기태, 이공준, 유정, 나종성, 주인옥. 포장방법이 토마토의 저장서에 미치는 영향. 농산물저장유통학회지. 2권 1호. 147~154 (1995)

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제 목
2009(2년차)	영농활용	○ 엽채류 현장활용 유통메뉴얼

7. 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도	
					'08	'09
책임자	농산물이용시험장	농업연구사	김경대	'08~'09 세부과제 총괄	○	○
공동연구자	〃	농업연구사	허남기	조사분석업무 지원	○	
〃	〃	농업연구사	임상현	조사분석업무 지원		○
〃	〃	농업연구관	김경희	조사분석업무 지원	○	○
〃	〃	농업연구사	최병철	조사분석업무 지원	○	○
〃	〃	연구보조원	주도화	조사업무 보조	○	○
〃	〃	연구보조원	유성희	조사업무 보조	○	○