

レタスの収穫後の呼吸特性と 各種機能性フィルムによる鮮度保持

永井耕介*・小河拓也*・中川勝也*

要 約

レタスの品質低下の原因を明らかにするために、収穫後の呼吸量を測定するとともに、 O_2 透過量の異なる機能性フィルムを用いて各種フィルムの鮮度保持効果を検討した。

- 1 呼吸量は試験を行った $0^{\circ}C \sim 20^{\circ}C$ の範囲では、保存温度が高いほど増大した。保存期間中の変化は $0^{\circ}C$ と $5^{\circ}C$ 保存では2日後に半減したが、 $15^{\circ}C$ と $20^{\circ}C$ 保存ではほとんど変化はなかった。呼吸量は品種間に差がみられ、早生品種は中晩生品種に比べ、呼吸量が多い傾向にあった。
- 2 $0^{\circ}C$ と $5^{\circ}C$ の温度条件下ではハンカチ包装を除けば、フィルムの種類による鮮度保持効果の差は小さいが、 O_2 透過量の少ないフィルムでの鮮度保持期間は3~5日長かった。
- 3 $10^{\circ}C$ の温度条件下でハンカチ包装を除くほぼ全てのフィルムで4日間外観的な高鮮度状態が保てた。なかでも O_2 透過量の少ないフィルムでは $10^{\circ}C$ で7日間高鮮度状態が保たれた。しかしながら、 O_2 透過量の少ないフィルムでは異臭が感じられた。
- 4 $10^{\circ}C$ 以下では、 O_2 透過量 $4,000 \text{ ml/m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm}$ ($15^{\circ}C$)程度 of フィルムの鮮度保持効果が高いが、品温が $20^{\circ}C$ を越える場合には O_2 透過量 $10,000 \text{ ml/m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm}$ 程度のフィルムを使用する必要がある。
- 5 レタスの品温が上昇する場合には現行のハンカチ包装では品質低下が懸念されるので、流通状況に即した酸素透過量のフィルムを用いたシール包装への改善が必要である。

Characteristics of Respiration in Harvested Lettuce and Effects of Film Packaging on Quality Preservation

Kousuke NAGAI, Takuya OGAWA and Katsuya NAKAGAWA

Summary

Respiration in harvested lettuce (*Lactuca sativa* L.) was examined. Effects of packaging with films at different O_2 permeability on quality preservation was studied.

- (1) The higher the storage-temperature, the greater is respiration. Seven days after harvest, respiration decreased, and it decreased at $0^{\circ}C$ and $5^{\circ}C$ storage, particularly. Respiration on early cultivars was higher compared to medium and late cultivars.
- (2) At $0^{\circ}C$ and $5^{\circ}C$ storage, the difference of effect among packages except handkerchief package on keeping freshness was essentially the same. However, in the films with low gas permeability the period of the freshness keeping was long for 3~5 days.
- (3) At $10^{\circ}C$ storage, high freshness was maintained for 4 days in all packages except handkerchief packaging. And for 7 days at $10^{\circ}C$, high freshness was maintained with film at low gas permeability. However, flavor for the latter was unsatisfactory.
- (4) These results indicate that at under $10^{\circ}C$ storage, quality is high with film at O_2 permeability of about $4,000 \text{ ml/m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm}$ ($15^{\circ}C$). However, it is suggested that the use for film at O_2 permeability of $10,000 \text{ ml/m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm}$ ($15^{\circ}C$) is practical, when the temperature of lettuce is over $20^{\circ}C$.
- (5) As quality fall is been anxious about in existing handkerchief package when the temperature of lettuce rises, package sealing should be improved.

キーワード：レタス，呼吸量，鮮度，機能性フィルム

1997年8月29日受理

*北部農業技術センター

緒 言

レタス (*Lactuca sativa* L.) は「美味しさ」や「栄養価」のみならず、特に「新鮮さ」が強く求められている野菜である¹⁾。レタスは流通途上で葉先の萎れや切り口が褐変化するなどし、特に外観的に品質低下しやすい。一般に低温ほど品質保持期間が長いことから、高温時には予冷・保冷等の低温流通が行われている。しかし、実際の流通段階では品温変化があり^{2, 3)}、そのために、品質低下を起こす場合が多い。また、鮮度保持の観点からフィルムの機能性も検討されている^{2, 3)}。機能性フィルムについては近年、レーザー光による微細孔フィルムなど新たなフィルムが開発されている。しかしながら、その効果や利用法については不明な点が多い。

そこで、レタスの収穫後の呼吸特性を調べるとともに、新たに開発された各種機能性フィルムの鮮度保持効果を検討した。

なお、本研究は地域重要新技術開発促進事業「機能性フィルム等と温度管理を活用した野菜の高鮮度保持流通技術の確立」で取り組んだ課題の一部であり、取りまとめに当たりご指導とフィルムの提供を賜った農林水産省農研センター第4プロジェクトの各位に厚く御礼申し上げます。

材料及び方法

1) 実験材料

実験に供したレタスは兵庫県立中央農業技術センター(加西市)で1994年12月3日及び20日に収穫した試料と同北部農業技術センター(和田山町)で1995年11月5日

に収穫した試料を用いた。

収穫後の呼吸量の測定には供試品種として1994年産の「カイザー」、'シスコ'(以上早生品種)、「サントス」(中晩性品種)を用いた。収穫時の品温は早生2品種が6.5°Cで、「サントス」の品温は5.8°Cであった。

機能性フィルムの鮮度保持効果の試験には1995年産の「シスコ」を用いた。「シスコ」の収穫時の品温は10.5°Cであった。レタスの収穫後の調整は出荷可能な形態まで外葉を除き、実験に供する前に茎部を切りなおした。調整後の球の重量が360~400gのものを用いた。

2) 実験方法

(1) 試験1 レタスの収穫後の呼吸量

(ア) 保存方法

収穫後の保存温度は0, 5, 15と20°Cの4区で、保存期間は2週間とした。保存の包装にはOPP微細孔フィルム袋(酸素透過量: 20,000ml/m²/24hr/atm, 15°C, 大きさ: 197×370mm, 厚さ: 25μ)を用いた。

(イ) 呼吸量の測定

呼吸量として二酸化炭素(以下CO₂と略す)を測定した。用いた試料は包装フィルムをはずしガラス製デシケーター内に保った。試料取り出し用のデシケーターのふたの部分はラバーストッパーで固定した。デシケーター内のCO₂濃度を設定温度条件下で密封直後と密封2時間後に測定した。収穫直後の測定は、設定温度の保存庫に4時間放置し、レタスの中心温度が保存温度に達した後より開始した。呼吸量の測定の間は暗黒条件に保存した。保存庫は日本医化器製作所製のインキュベータ(BIOTRON LPH200型)を使用した。

Table 1 The characteristics of films used for quality preservation

film	O ₂ permeability ^{a)}	size	thickness	material ^{b)}
	ml/m ² ·day·atm	mm	μm	of film
L 1	7,000	438×306	16.4	LDPE
L 2	5,400	438×306	20.3	LDPE
L 3	4,100	438×306	27.8	LDPE
L 4	1,900	438×306	38.4	LDPE
H 1 (microhole ^{c)})	100,000	431×279	40.6	OPP
H 2 (microhole)	28,000	431×280	40.4	OPP
H 3 (microhole)	10,000	433×278	40.5	OPP
H 4 (microhole)	4,000	432×282	39.6	OPP
V	10,000	450×450	29.7	PVC

a) measured at 15°C

b) LDPE: low density polyethylene, OPP: polypropylen, PVC: polyvinylchloride

c) microhole film treated with laser beams

CO₂濃度は(株)住友ベークライト製ガスアナライザー(モデルMAP-T3000)で測定した。

(2) 試験2 機能性フィルムによる鮮度保持効果

(ア) 機能性フィルムと保存温度

供試したフィルムは、酸素(以下O₂と略す)透過量7,000~1,900ml/m²・day・atmのポリエチレン(L1~L4); 新しく開発されたO₂透過量100,000~4,000ml/m²・day・atmのポリプロピレン(H1~H4)およびO₂透過量10,000ml/m²・day・atmのポリ塩化ビニル(V)の9種で、詳細はTable 1に示した。ポリプロピレンの4フィルムはレーザー光による微細孔フィルムで酸素透過量が調節されたものである。供試したポリ塩化ビニルは慣行として現地でハンカチ(非密封)包装で使用されており、比較として本試験でもハンカチ包装を行った。他の8種のフィルムは密封(シール)包装をした。さらに対照区として無包装区を設けた。保存温度は0℃, 5℃, 15℃と20℃の4段階とした。保存庫は呼吸量の測定と同じインキュベータを使用した。

(イ) 袋内のガス組成

5℃, 20℃保存における1日, 4日, 7日後の袋内のCO₂, O₂濃度を測定した。測定には試験1と同様の装置を用いた。

(ウ) 官能評価

官能評価は指標として鮮度スコアや褐変スコアを設けて行った。鮮度スコア等の評価は5人のパネリストを用い、各パネリストが5から1の5段階で評価を行った。

鮮度スコアは以下の通りとした。

- 5 : 収穫直後の状態
- 4 : 商品性は高いが、若干しおれ等がみられる
- 3 : 商品性はあるが、かなり鮮度低下している
- 2 : 商品性がかなり低下している(商品性の限界)
- 1 : 食べられない

Table 2 Effect of storage temperature on respiration rate in lettuce 'Shisuko' (1994)

temperature of storage (°C)	respiration rate (CO ₂ mg/kg/hr)			
	storage period (days)			
	0 ^{a)}	2	4	7
0	13.2	6.4	3.8	6.0
5	16.2	8.9	7.4	8.7
15	23.2	22.5	20.7	22.6
20	38.5	40.6	38.2	35.5

a) 0 day: measured after 4 hours storage at 0, 5, 15 and 20°C, respectively

切り口の褐変スコアは以下の通りとした。

- 5 : 無変化 4 : 微褐変 3 : 赤褐色 2 : 赤褐色~黒褐色 1 : 黒褐色

開封時の品質調査で異臭発生やかび等の外観調査も行った。

結 果

1) 試験1 レタスの収穫後の呼吸量

Table 2に収穫後の保存温度とレタスの呼吸量の関係を示した。CO₂発生量は保存温度が高いほど増加しており、予冷の目標温度とされている5℃を基準にみると収穫直後では15℃, 20℃は5℃のそれぞれ約1.4倍, 2.4倍であり、0℃は5℃の約0.8倍量であった。収穫後の変化については保存2日後以降呼吸量は0℃, 5℃で激減したが、15℃, 20℃では呼吸量はほとんど変化がなく、5℃のそれぞれ約2.5倍, 4.5倍になった。

Table 3に品種による呼吸量の差異を示した。供試3品種の中で差がみられ、中晩性品種の'サントス'は早生品種の'カイザー' 'シスコ'に比べて呼吸量が収穫直後で8割程度、収穫7日後で6~7割程度と少なかった。

2) 試験2 機能性フィルムによる鮮度保持効果

Table 4に0℃, 5℃の保存温度条件における各種フィルムの鮮度保持効果を示した。鮮度スコアが4.0以上のものを高鮮度状態とした。0℃の保存条件下ではハンカチ包装と無包装を除きほぼ全てのフィルムで1週間程度高鮮度状態に保てた。保存7日後の調査では切り口の褐変はL2, L3, L4およびH2, H3, H4のフィルムで少なく、異臭は全てのフィルムでみられなかった。2週間後では高鮮度状態を保てたのはL4とH4のフィルムであった。

5℃の保存条件下では無包装を除きほぼ全てのフィルムで4日間高鮮度状態に保てた。保存7日後の調査ではL2, L3, L4及びH2, H3, H4のフィルムで高

Table 3 Respiration rate of several cultivars of lettuce at 15°C storage (1994)

cultivar	respiration rate (CO ₂ mg/kg/hr)		
	storage period (days)		
	0 ^{a)}	2	7
Kaiza	22.8	24.3	18.1
Shisuko	23.2	22.5	22.6
Santosu	18.3	15.4	12.7

a) 0 day: measured after 4 hours storage at 15°C

Table 4 Effect of plastic films on keeping freshness of lettuce 'Shisuko' at 0°C and 5°C storage (1995)

filum ^{a)}	0°C storage					weight decrease per day (10 ⁻² %)	5°C storage					weight decrease per day (10 ⁻² %)
	resh score ^{b)}		brown ^{c)} stench ^{d)}				fresh score		brown stench			
	storage period (days)						storage period (days)					
	4	7	14	7	7		4	7	14	7	7	
L 1	4.5	4.0	3.3	4.0	1	6.0	4.4	3.6	3.2	4.0	1	7.9
L 2	4.7	4.3	3.4	4.5	1	5.5	4.7	4.2	3.2	4.5	1	6.9
L 3	4.8	4.4	3.4	4.5	1	5.5	4.7	4.2	3.2	4.5	1	5.4
L 4	4.8	4.5	4.0	4.5	1	5.2	4.7	4.3	3.6	4.5	1	4.8
H 1	4.6	3.9	3.1	4.0	1	7.2	4.5	3.8	3.0	4.0	1	10.1
H 2	4.7	4.5	3.2	4.5	1	5.2	4.7	4.3	3.4	4.5	1	7.1
H 3	4.7	4.5	3.6	4.8	1	4.8	4.7	4.3	3.4	4.5	1	5.3
H 4	4.8	4.7	4.1	4.8	1	4.2	4.7	4.3	3.8	4.8	1	4.5
V ^{e)}	4.2	3.3	2.6	4.0	1	11.3	4.0	2.5	2.4	4.0	1	19.7
non-pack	4.0	3.1	2.0	4.0	1	20.5	2.0	1.0	1.0	4.0	1	43.5

a) filum; same as in Table 1

b) fresh score; 5: Excellent ~ 1: not edible

c) brown score of cutted plane; 5: white, 4: little brown, 3: red-brown, 2: red-brown ~ black-brown, 1: black-brown

d) stench score; 3: terrible, 2: small, 1: non

e) handkerchief package (not sealed)

Table 5 Effect of plastic films on keeping freshness of lettuce 'Shisuko' at 10°C and 20°C storage (1995)

filum ^{a)}	10°C storage					weight decrease per day (10 ⁻² %)	20°C storage					weight decrease per day (10 ⁻² %)
	fresh score ^{b)}		brown ^{c)} stench ^{d)}				fresh score		brown stench			
	storage period (days)						storage period (days)					
	4	7	14	7	7		4	7	14	7	7	
L 1	4.2	3.1	2.5	4.0	1	22.3	2.5	1.0	- ^{f)}	3.0	1	31.5
L 2	4.3	3.3	3.0	4.5	1	21.5	2.8	1.8	-	3.0	1	27.4
L 3	4.4	3.5	3.1	4.5	1	11.8	3.1	1.8	-	4.0	2	17.4
L 4	4.4	3.8	3.5	4.5	2	8.0	3.7	2.5	-	4.0	3	10.9
H 1	4.0	3.0	2.0	4.0	1	25.3	1.3	1.2	-	2.5	1	33.8
H 2	4.3	3.3	3.2	3.0	1	15.3	2.5	1.8	-	3.0	1	23.6
H 3	4.4	3.8	3.2	4.5	1	10.1	3.0	1.6	-	4.0	2	13.0
H 4	4.5	4.0	3.7	4.5	2	9.2	3.8	1.8	-	4.0	3	10.4
V ^{e)}	3.8	2.8	2.0	4.0	1	59.7	1.3	1.0	-	2.5	1	78.5
non-pack	2.7	1.0	1.2	4.0	1	114.5	1.0	1.0	-	2.0	1	153.0

a) filum; same as in Table 1

b)~e); same as in Table 4

f) -; sample rotted

鮮度状態が保たれ、異臭は全てのフィルムでみられなかった。切り口の褐変はL 2, L 3, L 4及びH 2, H 3, H 4のフィルムで少なかった。2週間後ではL 4とH 4のフィルムで比較的高い鮮度状態が保てた。

Table 5には10°C, 20°Cの保存温度条件における各種フィルムの鮮度保持効果を示した。10°Cの保存条件下で

はハンカチ包装と無包装を除き全てのフィルムで4日間高鮮度状態に保てた。保存7日後ではH 4のフィルムで高鮮度状態に保て、L 4, H 3のフィルムでも比較的高い鮮度状態であった。2週間後ではL 4, H 4のフィルムで比較的高い鮮度状態を保てた。切り口の褐変はL 2, L 3, L 4, H 3, H 4のフィルムで比較的少なかった。

Table 6 CO₂ and O₂ concentration in film bags in which lettuce 'Shisuko' was packaged (1995)

film ^{a)}	5°C storage						20°C storage					
	CO ₂ %			O ₂ %			CO ₂ %			O ₂ %		
	storage period (days)											
	1	4	7	1	4	7	1	4	7	1	4	7
L 1	0.1	1.0	0.7	20.3	19.5	19.5	1.2	1.4	1.0	19.3	18.9	19.1
L 2	0.5	1.4	1.2	20.1	19.2	19.0	1.4	1.8	1.6	18.9	16.8	15.3
L 3	1.2	2.3	2.9	19.6	17.9	15.4	3.5	4.7	3.9	16.6	13.5	11.8
L 4	2.5	4.7	7.0	18.4	13.8	8.3	6.6	7.2	9.3	14.1	7.5	4.9
H 1	0.2	0.5	0.6	20.5	20.3	20.0	0.5	0.4	0.4	20.1	20.3	20.1
H 2	0.3	1.2	1.1	19.9	19.2	18.9	1.2	1.8	1.8	16.5	15.1	13.6
H 3	0.6	2.2	2.6	19.4	16.9	15.8	2.4	4.1	4.0	16.1	12.9	10.9
H 4	2.1	5.3	7.5	18.2	14.4	8.6	7.3	9.2	11.4	13.5	7.8	5.2
V ^{b)}	0.0	0.1	0.1	20.5	20.7	20.6	0.1	0.3	0.2	20.6	20.5	20.3
non-pack	0.0	0.0	0.0	20.7	20.6	20.5	0.0	0.0	0.0	20.5	20.8	20.7

a): same as in Table 1

b): handkerchief package (not sealed)

た。異臭はL 4, H 4のフィルムで少し感じられた。20°Cの保存条件下ではL 4, H 4の2つのフィルムで4日間比較的高鮮度の状態に保てた。7日後では供試したどのフィルムを用いても販売可能な状態は保てなかった。O₂透過量の少ないフィルムほど切り口の褐変程度は少なかったが、異臭の発生は強くなる傾向にあった。L 4, H 4のフィルムでは強いアルコール臭があった。重量減はTable 4, Table 5で示すように包装区に比べて無包装区で著しく、1日当たり0°C保存では0.2%, 5°C保存では0.4%, 10°C保存では1%, 20°Cでは1.5%の重量減であった。シール包装の場合にはフィルムの種類により異なり、0°Cでは0.04~0.07%, 5°Cでは0.05~0.1%で、10°Cでは0.09~0.25%, 20°Cでは0.1~0.3%となっており、保存温度が高いほど、またO₂透過性の高いフィルムほど重量減が大きくなる傾向にあった。非密封のハンカチ包装は他のシール包装に比べて重量減が著しかった。

保存中の供試フィルム内のCO₂, O₂濃度をTable 6に示した。5°C保存条件下ではO₂透過性の低いフィルムほどCO₂濃度が高く、逆にO₂濃度は低くなっており、L 4のフィルムでは保存1日後から7日後までの間CO₂濃度が2.5~7%で推移した。また、H 4フィルムではCO₂濃度が2.1~7.5%で推移し、保存日数の増加に伴い濃度も増大する傾向にあった。

20°C保存条件下での供試フィルム内のCO₂濃度もO₂

透過性の低いフィルムほど高くなっており、5°C保存に比べてフィルム内のCO₂濃度は全体に高かった。保存1日後から7日後までの間CO₂濃度がL 4フィルムでは6.6~9.3%で、H 4フィルムでは7.3~11.4%で推移していた。

考 察

レタスの収穫直後の呼吸量は収穫時の気温や品温等により異なるが、その後の呼吸量は保存温度と密接な関係にあり、試験を行った0°C~20°Cの範囲では低温ほど少ない。保存中の呼吸量は収穫直後に比べて減少する傾向にあったが、保存温度により減少パターンが異なっていた。

すなわち、保存温度が比較的低い0°C, 5°Cでは収穫直後の呼吸量が低く、また保存後の呼吸量の減少も著しいが、15°C, 20°Cの保存では直後の呼吸量も高く、またその後の変動も少なかった。なお、ブロッコリーでは同様に設定した全ての保存温度において収穫7日後には収穫直後の1/2程度に減少していたことを報告したが⁷⁾、レタスではブロッコリーとは異なり保存温度による減少パターンが異なる理由は不明であり、今後検討する必要がある。ただこのことからレタスでは低温の保存条件で、その後の呼吸量が大きく減少することから収穫直後の予冷・保冷効果が大きい野菜であると考えられる。

また、呼吸量は保存中に減少する傾向にあったが、袋内のCO₂濃度は増加傾向がみられ、O₂透過量の少ない

フィルムでは明らかに増加していた。フィルムのCO₂透過量は不明であるが、袋内のCO₂濃度の増加は保存中にレタスから発生するCO₂量がフィルムを透過するCO₂量よりも多いために生じたものと推察される。

供試品種間に呼吸量の差がみられ、早生品種は中晩生品種よりも呼吸量が多い傾向にあった。収穫時の品温にはほとんど差が無いことから、品種による差であると推察される。早生品種が中晩生品種よりも呼吸量の多い傾向はブロッコリーでも確認されている⁷⁾。しかしながら、その差は保存温度による差に比べれば小さい。

0℃、5℃の保存条件ではハンカチ包装を除きフィルムの種類及びO₂透過量の違いによる鮮度保持期間の差は比較的小さかった。フィルム内に蓄積したCO₂濃度はフィルムの種類により異なっていたが、5℃7日間でO₂透過量の少ないフィルムでも7%程度であった。Kuboら⁴⁾、壇ら¹⁾は高O₂条件下では、フィルム内のCO₂濃度が増加しても呼吸抑制効果は少ないと報告しており、本試験の0℃、5℃の保存条件ではL4、H4以外のフィルムではO₂濃度が15%以上と高くなっており、レタスの呼吸によるCO₂の増加にともなうMA(調整空気 modified atmosphere)効果は小さいものと推察される。また、比較的低温の保存条件のために呼吸量そのものは少なく、水分減少率も相対的に小さいために、フィルムの種類による外観鮮度の差が小さくなったものと推察される。

10℃の保存条件ではL4、H4のO₂透過量2,000~4,000ml/m²・day・atm(15℃)程度のフィルムの外観鮮度がやや優れていたが、7日後では若干の異臭が感じられた。20℃の保存条件でもO₂透過量4,000ml/m²・day・atm程度のL4、H3フィルムの外観鮮度はやや優れていた。外観鮮度はフィルム内のCO₂濃度が5~10%で、O₂濃度が5~15%のフィルムで保持されていたが、O₂透過量の少ないフィルムほど異臭が強く発生した。フィルム内のO₂濃度が5%程度になると異臭の程度が強くなることを確認された。これらの異臭はアルコール臭であり、呼吸代謝に異常が生じたものと推察される。したがって、レタスを高鮮度状態に保つためのフィルム内の酸素濃度条件は10%程度であると推察される。

以上は一定保存温度での試験であり、実際には流通段階で品温変化が生じる。流通段階でレタスの中心品温が20℃以上に上昇する場合にはフィルム内のCO₂濃度の上昇とO₂濃度の低下が著しく、レタスの呼吸代謝に異常を生じる可能性があり、異臭が発生したり、むれを生じるのでL2やH2などのO₂透過量のより多いフィルム

を使う方が安全であると考えられる。流通段階における品温変化については、著者らは⁶⁾夏季高温時のハウレンソウの品温変化を調査し、ハウレンソウでは予冷後保冷されて販売店に輸送されるまでの間に5~20℃の幅の温度変動がみられること、茨木ら³⁾も輸送中にネギの品温変化が生じることを報告しており、この程度の温度変動は想定する必要がある。

今日広く普及しているレタスにおける非密封のハンカチ包装は無包装に比べれば鮮度保持効果は認められるが、シール包装に比べれば重量減による鮮度低下が早い。特に保存温度が高い場合の重量減が著しい。したがって、レタスの品温が上昇する時期には現行のハンカチ包装では品質低下が懸念されるので、しおれ防止のためにO₂透過量10,000~20,000ml/m²・day・atm程度のフィルム等を用いたシール包装への改善が必要であると考えられる。

引用文献

- (1) 壇 和弘・永田雅靖・山下市二(1995): 数種野菜の呼吸に及ぼす低酸素の影響(Ⅱ): 日食低温誌, 21, 127-132
- (2) 龍 一平・阿部一博・茶珍和雄(1990): 多孔質鉱物練り込みフィルムの包装による数種野菜の品質保持効果: 日食低温誌, 16, 145-151
- (3) 茨城俊行・池田浩暢・打田 宏・太田英明(1995): フィルム包装および出荷容器が葉ネギの鮮度に及ぼす影響: 日食低温誌, 21, 67-72
- (4) KUBO, Y., INABA, A. and NAKAMURA, R. (1990): Effects of High CO₂ on Respiration in Various Horticultural Crops: J. Japan. Soc. Hort. Sci., 58, 731-736
- (5) 永井耕介・有方千裕・小河拓也・中川勝也(1995): 野菜に対する消費者の意識と今後の流通対策: 近畿中国農研, 89, 45-50
- (6) 永井耕介・羽瀧維子・小河拓也・中川勝也(1997): 包装法の改善による夏季収穫ハウレンソウの鮮度保持: 日食保科誌, 23, 133-138
- (7) 永井耕介・小河拓也・中川勝也(1997): ブロッコリーの収穫後の呼吸特性と酸素透過度を変えたフィルムによる鮮度保持効果: 日食保科誌, 23, 323-328
- (8) 太田英明・與座宏一・中谷明雄・椎名武夫・井尻勉・石谷孝佑(1991): 市販鮮度保持フィルムのエチレン透過性とブロッコリーの鮮度保持: 日食低温誌, 17, 106-111