

最適な温度条件、通気条件、被覆材に基づく生レンコンの輸送技術

試験研究計画名：収穫後品質の向上と機能性を活かした加工品の展開による国産レンコンのブランド力強化プロジェクト

地域戦略名：収穫後品質の向上と機能性を活かした加工品の展開による国産レンコンのブランド力強化

研究代表機関名：(国)茨城大学

地域の競争力強化に向けた技術開発のねらい：

これまでの包装形態では、生レンコンは収穫後1週間程度しか持たずロスが多く遠方に送ることが困難でした。そこで、生レンコンの国内外での販路拡大を目指して、品質および機能性を保持する被覆材、通気、貯蔵温度等の条件を解明し、長期の輸送（船便輸出等）に耐えうる品質保持方法を開発しました。

開発技術の特性と効果：

東南アジアや北米西海岸等への船便輸出を想定した約1か月間の生レンコンの長期貯蔵で、防カビ機能や結露防止機能を持たせた比較的通気性の低い有孔MAフィルムを使用し、1節毎個包装しました（図1）。その結果、腐敗やカビ等の発生が無く食味も良好であり、貯蔵性も優れていました（表1）。また、同様のフィルムで1箱包装し（図2）、船便での海外輸出を想定した変温条件下で貯蔵しても、3週間品質を保持することが出来ました（表2）。さらに、外観品質をより効果的に保蔵する新たな方法として、「浸水貯蔵法」（茨城大学で特許申請予定）を開発しました。この方法は、収穫直後レンコンを洗浄後、直ちに水等とともにポリエチレンフィルム等で密封して低温下で保蔵する方法で、掘り立ての白い外観を30日以上保持することが出来ました。

これらの技術を用いて、実際に空輸および船便による北米や東南アジア等への輸出試験および国内の実輸送試験を実施し、その実用性を確認しました（表3）。

表1 MAフィルムで1節毎個包装して5°C約1か月貯蔵（船便輸出想定）したときの生レンコンの品質、食味評価（2017～2019）

試験時期 ¹⁾	試験区名	重量残存率 (%)	カビ等腐敗発生率 (%) ³⁾	表面変色程度指数 ⁴⁾	切口変色程度指数 ⁵⁾	食味評価 ⁶⁾
①2017 9～10月	有孔MAフィルム(防カビ)密封 ²⁾	99.6	0	0.0	1.0	3.4
	ポリエチレンフィルム非密封(対照)	99.7	100	0.4	1.0	3.8
	真空パック(真空度80)(参考)	99.9	0	0.0	0.0	2.9
②2017～18 12～1月	有孔MAフィルム(防カビ)密封 ²⁾	99.8	0	1.0	0.8	3.6
	ポリエチレンフィルム非密封(対照)	99.8	58.3	0.8	1.1	3.3
	真空パック(真空度80)(参考)	99.9	0	0.2	0.0	2.6
③2019 3月	有孔MAフィルム(結露防止)密封 ²⁾	—	0	0.8	0.0	3.2
	ポリエチレンフィルム非密封(対照)	—	60.0	1.4	1.4	2.8

注1) いずれも貯蔵温度5°C, n=5。貯蔵期間: 試験時期①25日②27日③28日。供試品種・系統: 試験時期①「幸祝」②③「金澄34号」。

注2) 住友ベークライト社製の有孔MAフィルム(防カビ機能、結露防止機能)を1節毎個包装で使用(フィルムサイズ180×270mm)。

注3) 外観でわかるカビや腐敗の発生株率(穴内部の腐敗等、株内部の腐敗は考慮していない)

有孔MAフィルム(防カビ機能、結露防止機能)、真空パックではエタノール臭のような臭いが感じられた。

注4) 指数評価基準 0: 地肌白+傷跡目立たない, 1: 地肌白+傷跡茶色, 2: 地肌変色又は傷跡濃い茶色

注5) 指数評価基準 0: 全体白(薄肌色), 1: 一部変色又は全体薄く変色, 2: 半分以上変色(腐敗含む)

注6) 評価者は所員で、試験時期①12名②8名③13名。

評価基準: 1: 不良(品質が明らかに劣化し購入できない), 2: やや不良(品質が劣り購入を控えたい),

3: やや良好(多少品質が劣るが購入できる), 4: 良好(問題なく購入できる)



図1 有孔MAフィルムの1節毎個包装

表2 MAフィルムで1箱包装して船便輸出想定変温貯蔵¹⁾したときの生レンコンの品質、食味評価(2019)²⁾

試験区名	カビ等腐敗	表面変色	切口変色	食味評価 ⁸⁾
	発生株率(%) ⁵⁾	程度指数 ⁶⁾	程度指数 ⁷⁾	
有孔MAフィルム(結露防止)密封 ³⁾	0.0	0.5	0.0	3.5
慣行フィルム ⁴⁾ 非密封	53.6	1.0	1.2	3.2



図2 有孔MAフィルムの1箱包装

注1) 常温2日(国内流通)→5°C2日(国内港倉庫)→2°C12日(船便輸送)→5°C2日(輸出先倉庫)→5°C3日(輸出先レストラン冷蔵庫)の計21日間貯蔵で、()内は想定。3/18~4/8に実施。

注2) 品種は「金澄34号」を使用。n=2。

注3) 住友ベークライト社製(試作品)。フィルムの口を折り、その部分全体を養生テープでとめて密封とした。

注4) 県内産地の一部で使用されているキチン質由来の遠赤外線放射物質を練りこんだフィルム。

注5)~7)表1の脚注3)~5)と同様。注8)評価者は所員13名。評価基準は表1の脚注6)と同様。



図3 浸水貯蔵法(1株包装)

表3 MAフィルム包装、浸水貯蔵法包装してシンガポール共和国にCAコンテナで船便輸送したときの生レンコンの品質評価(2019)¹⁾

試験区名	包装方法	重量 残存率 (%)	カビ等腐敗		表面変色		切口変色	
			発生株率(%) ⁶⁾		程度指数 ⁷⁾		程度指数 ⁸⁾	
			到着3日目	6日目	到着3日目	6日目	到着3日目	6日目
①有孔MAフィルム(結露防止)密封 ²⁾	1箱包装	99.1	0	0	0.0	0.4	0.0	0.3
②有孔MAフィルム(結露防止)密封 ³⁾	1節毎個包装	—	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
③浸水貯蔵法 ⁴⁾	1株包装	—	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
④慣行フィルム ⁵⁾ 非密封	1箱包装	99.2	0	10	0.2	0.4	0.1	0.9

注1) 9/4茨城で出荷・試験区設置(常温)→0°C保管→9/5AM東京に搬送(常温)→9/7東京出港(約1.5°C)→9/15シンガポール港着→9/16AM輸出入業者倉庫着→9/18~21調査(約17°C)の17日間輸送・保管。全区発泡スチロール製箱に保冷剤300g2個封入。

①④区n=2,②③区n=3。注2)表2の脚注3)と同様。注3)表1の脚注2)と同様。注4)この方法は茨城大学で特許申請予定。

注5)表2の脚注4)と同様。注6)~8)表1の脚注4)~6)と同様。

開発技術の経済性：

本技術を輸出に適用した場合、現地販売店等で再包装を想定する1箱包装や1株包装では新包装方法として1箱あたり140円あるいは155円の費用で、生産者側で1節毎個包装する場合は新包装方法として1箱あたり800円の費用で、船便での輸出が可能になり東南アジア等への販路拡大につながられます。

表4 船便実輸出試験の経済試算(表3を参考に試算)(円/1箱4kg)

試験区名	包装方法	売上(A)		費用(B)					(A-B) ⁶⁾	
		輸出先 販売額 ¹⁾	生レンコン原価 (生産者利益含む)	フィルム	熱シーラー 原価償却 ³⁾	包装 労働費 ⁴⁾	その他 ⁵⁾	計	④との差	
										計
①有孔MAフィルム(結露防止)密封	1箱包装	5,130	2,016	125	—	120	379	2,640	140	2,490
②有孔MAフィルム(結露防止)密封	1節毎個包装	5,130	2,016	300	5	600	379	3,300	800	1,830
③浸水貯蔵法	1株包装	5,130	2,016	95	5	160	379	2,655	155	2,475
④慣行フィルム非密封	1箱包装	— ²⁾	2,016	25	—	80	379	2,500	—	—

注1)表3の調査用とは別に、現地試験販売用に国内で1節毎個包装したものを現地で仮単価で販売した。1箱単位の販売額は15節/箱として算出した。

注2)慣行包装での船便輸出はロスが多く不安定であったため、今まで販売できていなかったのととした。注3)6,000円の真空熱シーラーを2年間使用したと仮定して算出した。

注4)④区については県経営指標の経費を参照し、新技術の①区と③区はそれぞれ④区の1.5倍、2倍、②区は7.5倍の包装時間がかかるとして算出した。

注5)発泡箱代、保冷材代、国内輸送費(自前トラックで仲卸までの搬送費用)を含む。注6)仲卸・輸出入業者・現地販売店の輸送・再包装費用と利益を含む(②区再包装費用無)。

こんな経営、こんな地域におすすめ：

本技術は、長期的な視野に立って、輸出等の販路の拡大や流通過程におけるロス率の低下を目指している産地や農業法人に適しています。導入に初期コストが掛からないため、個人でも導入可能です。

技術導入にあたっての留意点：

販売先に応じて1節包装か1箱包装かを選ぶ必要があります。1節包装の場合はその手間賃も上乗せする必要があります。なお、浸水貯蔵法では、封入水の重量も運賃に計上されますのでご注意ください。

研究担当機関名：茨城県農業総合センター、(国)茨城大学、徳島県立農林水産総合技術支援センター、水郷つくば農業協同組合、(株)れんこん三兄弟、NPO法人れんこん研究会

お問い合わせは：茨城県農業総合センター 園芸研究所 流通加工研究室

電話 0299-45-8343 E-mail ta.ishii@pref.ibaraki.lg.jp

茨城大学農学部 園芸学研究室

電話 029-888-8553 E-mail eiichi.inoue.a@vc.ibaraki.ac.jp

執筆分担(茨城県農業総合センター 石井貴、(国)茨城大学 井上栄一)