

農産物 プロセッシング 工学

()
()
()

()

学問知識を
利用することで
有用な事物を
構築すること

目的

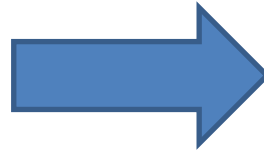
農産物を

()、()、()、()

となるように処理を行う

国内における
農産物の生産額
+海外からの輸入額

約11兆円



飲食料
最終消費額

約74兆円

栽培



収穫



貯蔵
乾燥
選別
粉碎

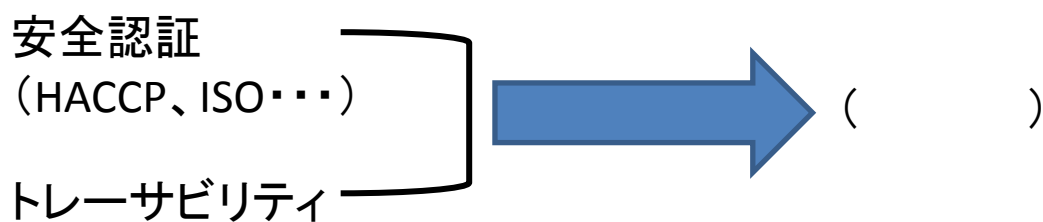
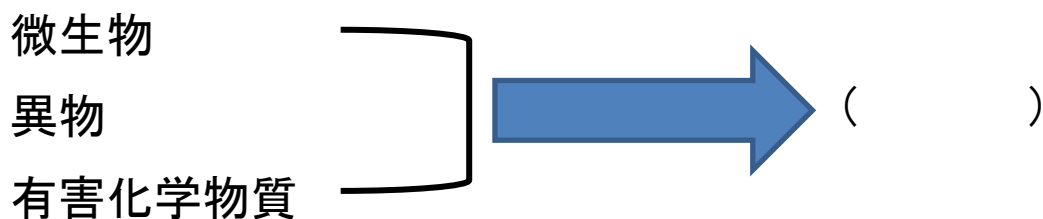


食品
加工

ポストハーベスト
技術

農産物プロセッシング技術

ポストハーベスト技術の例・・・



本講義では
青果物を対象とした
貯蔵、包装、選別、微生物制御、
に関するポストハーベスト技術を概論する。

Q すべての青果物において、貯蔵温度は低い方が良い？

青果物種と適正貯蔵温度の違い

	-5°C	5°C	10°C	15°C
キャベツ				
トマト				
サツマイモ				

A 青果物の種類により
適切な取り扱い(ポストハーベスト技術)は異なる。



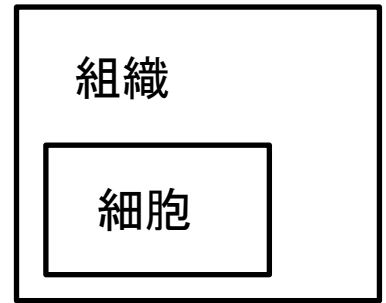
青果物の()につい
て知る必要がある。

氷点下の温度では()が始まる

一般的に熱帯性の作物で()が起きやすい

青果物の構造

個体(青果物)



○植物細胞の基本構造について

大きさ・・・高等植物の細胞は10～100 μ m

細胞を構成する小器官

・細胞核

・液胞

・葉緑体

・ミトコンドリア

・細胞質基質

・細胞膜

細胞質を包む膜で外側から中層、第1次細胞膜、第2次細胞膜から構成され、食用の柔らかい青果物では第2次細胞膜の形成まで至っていない。

・中層

最初にできる細胞膜でペクチンが多く含まれ、細胞相互を結合させる接着剤の働きを持つ。

・第1次細胞膜

セルロースが主成分で、細胞の機械的強度を高める。

細胞間隙・空隙率

果実の肥大過程では、最初は細胞分裂により数を増やし、各細胞が生長肥大する。

○表皮組織

植物体の外面を形成する組織群
体の保護を目的とし、生理活性を調節する機能も持つ。

クチクラ層

青果物内外におけるガス交換

青果物の生理

消費者が青果物を選ぶ基準



()を最重視

何故？

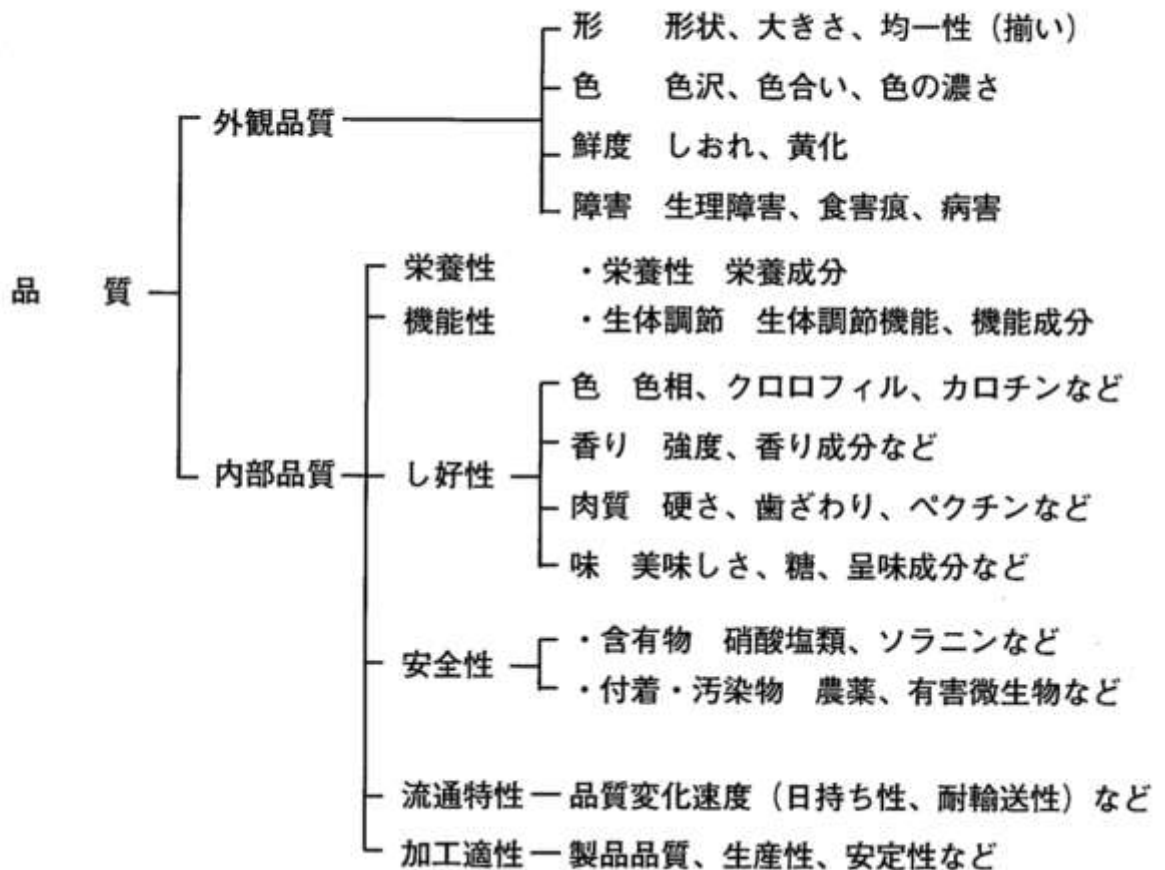
()が
無くなると



()
()
()

青果物の()する

野菜の品質構成要素



品質を決定する指標とは？

青果物に含まれる成分

- ()
- ()
- タンパク質
- 脂質
- 有機酸、無機質、ビタミン、色素、…

収穫後の青果物は時間の経過と共に
以下の原因でより品質が変化する

- ①()
- ②()
- ③()
- ④()
- ⑤()

①呼吸による内部成分の消耗

青果物や穀物は、収穫後も生存しており、呼吸を行っている

呼吸

エネルギー(ATP:アデノシン三リン酸)を生成するために、生体中に蓄積される呼吸基質の消費を行う。

例)呼吸における化学反応

()

酸素を吸収して、グルコース(呼吸基質)を消費

→二酸化炭素と水まで分解され、エネルギーが生成

実際には

50以上の酵素反応を経て、最終段階まで進む

このときの酵素反応は3段階に分けられる。

①呼吸による内部成分の消耗

青果物や穀物は、収穫後も生存しており、呼吸を行っている

呼吸

エネルギー(ATP:アデノシン三リン酸)を生成するために、生体中に蓄積される呼吸基質の消費を行う。

例)呼吸における化学反応

()

酸素を吸収して、グルコース(呼吸基質)を消費

→二酸化炭素と水まで分解され、エネルギーが生成

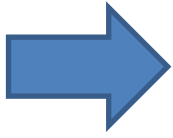
実際には

50以上の酵素反応を経て、最終段階まで進む

このときの酵素反応は3段階に分けられる。

1.解糖系・・・()で行われる

グルコースがピルビン酸となる経路で、
()、反応は進む



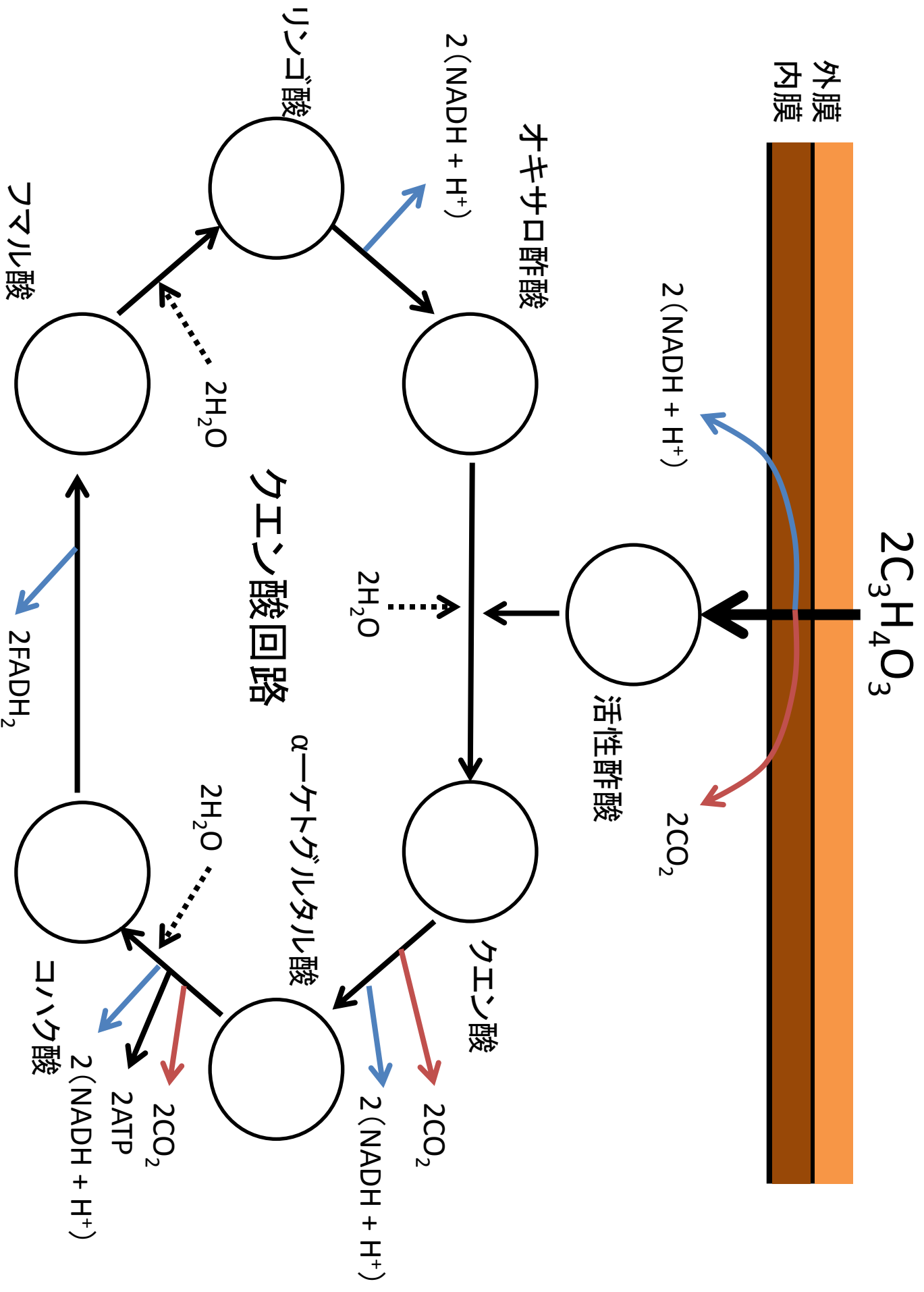
酸素がない場合、その後の正常な呼吸反応が進まず、ピルビン酸が乳酸やエタノールに分解される()が進行する。これらの呼吸によりエタノール等が蓄積すると、青果物の()の原因となる。

「嫌気呼吸」⇔「好気呼吸」

2.クエン酸回路・・・()で行われる

酸素を消費することでピルビン酸からクエン酸となる。その後、クエン酸はコハク酸、フマル酸等を経てクエン酸に戻る。

このときの回路をクエン酸回路という。



3.電子伝達系・・・ミトコンドリア内膜で行われる

電子の授受を行う過程で、エネルギー(ATP)の生成を行う。
また、エネルギー生成量は最も大きい。

グルコース1分子を呼吸で消費した場合

解糖系: ATP2分子

嫌気呼吸

クエン酸回路: ATP2分子

電子伝達系: ATP34分子

好気呼吸: ATP38分子

酸素を消費する好気呼吸の方が
エネルギー生成効率は良い

6段階に分かれた、反応が進む。

①

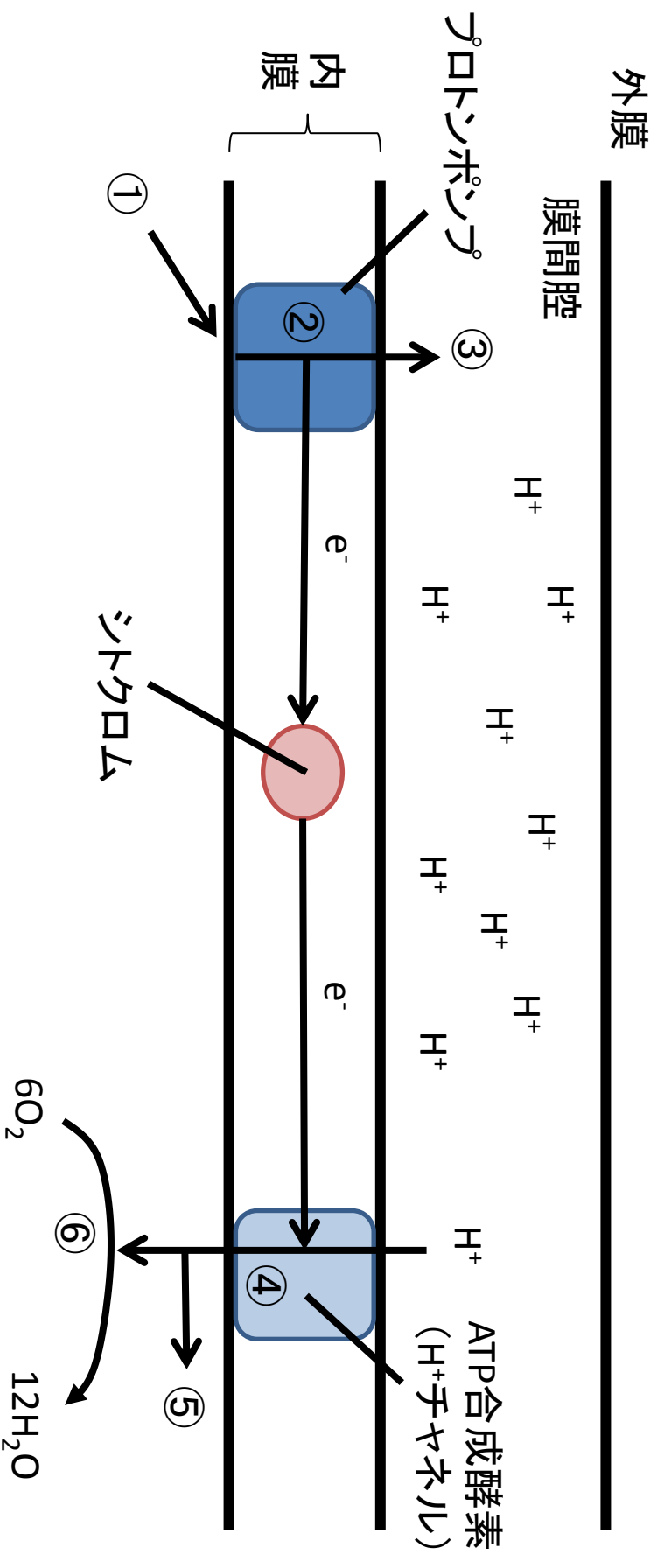
②

③

④

⑤

⑥



呼吸反応のまとめ

解糖系

クエン酸回路

解糖系: $2(\text{NADH} + \text{H}^+) \rightarrow 4\text{H}^+$

クエン酸回路: $8(\text{NADH} + \text{H}^+) + 2\text{FADH}_2 \rightarrow 20\text{H}^+$

$24\text{H}^+ \rightarrow$
水素伝達系へ

水素伝達系

右辺、左辺を整理すると $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + 38\text{ATP}$

呼吸商 (RQ; respiratory quotient)

呼吸で生成される二酸化炭素と消費される酸素の比

$$RQ = \text{二酸化炭素生成量} / \text{酸素消費量}$$

青果物では、糖類の他に()が呼吸基質として消費される。

呼吸商を算出することで、()として何が消費されているか、推定できる

しかしながら、実際の呼吸反応では・・・

呼吸活性に影響を及ぼす環境要因

・温度

呼吸反応は()の一種であるため、その反応速度は温度に依存し、最も影響を及ぼす環境要因となる。そのため、青果物は()を保持した上で流通させることで呼吸の抑制を行っている。

・ガス濃度

空気は N_2 :78%、 O_2 :21%、 CO_2 :0.03%、その他微量のガスで構成されている。

青果物の呼吸を抑制するには、()と()の濃度を制御するのが有効であるとされる。

通常空気より()を下げる、あるいは()を上げることで呼吸を抑制できる。一般的には()を制御することが多い。

最適なガス環境は青果物種により異なり、一般的には()、()の範囲にある。

但し、()が低すぎると()となり、青果物の湿度の品質が劣化する。

湿度は()。

しかしながら、一般的な傾向として、呼吸は、乾燥時では()され、過湿状態では()される。

原因としては、酸素・二酸化炭素の通り道である()が湿度に影響されていると考えられる。

また、湿度の影響についても青果物種により異なる。ミカンではこの傾向が当てはまるが、サツマイモでは逆の傾向が示される。

・損傷

②蒸散による水分損失

蒸散

青果物生育中では、蒸散を行うことで植物体の()を防ぎ、根からの吸水を促す働きを持っていた。

しかしながら、収穫後の青果物では、()ないまま、蒸散のみが行われる。

そのため、植物体の水分が減少し、() (萎凋:いちょう)が起きる。

蒸散は、()と()の2種に分けられるが、主に()によって行われている。

呼吸量の大きい青果物種は、それに比例し、蒸散量も()傾向がある。

葉菜類では、植物体重量が()%目減りすると、萎れが顕著となり、商品価値を失う。

蒸散活性に影響を及ぼす環境要因

・湿度

蒸散は、周辺環境の相対湿度と()との差で駆動される。

一般に食品の水分活性は、食品直近の相対湿度と同等の値となる。

$$\text{水分活性} = \frac{\text{自由水量}}{\text{自由水量} + \text{結合水量}} = \frac{\text{食品直近の蒸気圧}}{\text{条件に応じた飽和蒸気圧}}$$

蒸散は、周辺環境の相対湿度と青果物の水分活性との差で駆動される。

・温度

温度が高まるほど、蒸散量が多くなる。

・光

植物体には光が当たると、
()、
()ため、
蒸散が進む。

・損傷

損傷を受けると、傷口から植物体の細胞液が蒸発する。
厳密には蒸散ではないが、同様に青果物の重量が目減りするので注意が必要である。

③植物ホルモンによる作用

青果物は収穫後においても()が進行し、()、
()、()、()等が起きる。

④低温障害

青果物が凍結しない温度においても、限界温度以下の温度に青果物が曝された際に生じる生理障害

表面や内部に()、()、()、()を引き起こす。

低温障害を引き起こす限界温度は青果物種により異なり、熱帯・亜熱帯原産の農産物に多い。それ以外にも、トマト、キュウリ、ナス、マメ類も低温障害を受けやすい。

低温障害の程度は、限界温度に曝される前の青果物の()や()に比例して大きくなる傾向がある。

また、低温障害の症状は、限界温度から常温に戻った後、時間差で観察されることが多い。

そのため、流通中ではなく、()段階で低温障害果が観察されるため、流通過程における温度管理が非常に重要となる。

⑤微生物による変敗

青果物表面には栽培段階から微生物が()、収穫後に微生物の活動が活発となることで、()や()の原因となる。また、微生物種によっては()も引き起こすことになる。

青果物の微生物汚染は、青果物の()や()に応じて大きく異なる。

土壌上・中で栽培される青果物は、樹上で栽培されるものよりも比較的に微生物汚染度が()なる傾向がある。また、青果物の内側よりも外側の方が微生物汚染度が()なる。

・温度

微生物種により増殖の最適温度帯は異なるが、()ほど活発となる。そのため、微生物による変敗を遅延させる上で()は有効となる。しかしながら、酵母・カビ、一部の細菌は0～10℃でも増殖可能であり、温度管理のみでは微生物による変敗を完全に防ぐことは困難である。そのため、低温保持を行う前に、()を行うことで青果物中の微生物を減らす作業も重要となる

・pH

・湿度、水分活性

微生物は増殖などの活動を行うためには水分は必須の成分となる。そのため、低水分活性(低湿度)では増殖が抑制され、高水分活性(高湿度)では増殖が活発となる。カビ・酵母では()以上、細菌では()以上で増殖が活発となる。

・損傷

青果物表面に付着した微生物は青果物表面の土などの汚れや()を栄養源として増殖を行う。そのため、青果物では損傷を受けた部位を起点として、微生物による変敗が進む。