فناوری پس از برداشت ۲

(Maturity Indices)

برخی ازشاخص های بلوغ (رسیدن فیزیولوژیکی) میوه ها

- شامل تغییرات مورفولوژیکی میوه (رنگ، شکل)، روش های محاسباتی (روز های از مرحله تمام گل، روزهای از مرحله تشکیل میوه، واحد های گرمایی)، خواص شیمیایی (درصد مواد جامد محلول، اسید قابل تیتراسیون، نسبت درصد مواد جامد محلول به اسید قابل تیتر، شاخص نشاسته، ترکیبات فنلی)، ویژگی های فیزیکی (وزن مخصوص) و برخی روش های غیر تخریبی (مانند بینی الکترونیکی، اسپکتروسکپی مادون قرمز، امواج مافوق صوت، اسپکتروسکپی تشدید صوت، عکس برداری تشدید مغناطیسی) می باشد.

- -Days from full bloom (DFFB)
- - Days from Fruit set (DFFS)
- - Heat units
- - Electronic nose
- - Near-infrared (NIR) spectroscopy
- - Ultrasonic waves
- - Acoustic resonance spectroscopy
- - Magnetic resonance imaging (MRI)

TABLE 10.1 ESTABLISHED METHODS FOR EVALUATION OF MATURITY IN HORTICULTURAL PRODUCE

MATURITY INDEX	PRODUCE
abscission	rockmelons
accumulated heat units	peas
astringency	persimmon
chronological time	apples
colour	tomatoes
stage of development (e.g. density)	lettuce
dry matter content	mangoes
firmness	peas
internal ethylene	apples
juice content	oranges
oil content	avocados
shape	bananas
size	zucchini
starch–iodine staining	apples
sugar, acid and sugar/acid by refractometer and titration	oranges
waxiness and gloss	grapes

Table 6.1. Maturity indices for selected fruits and vegetables

Index	Examples
Elapsed days from full bloom to harvest	Apples, pears
Mean heat units during development	Peas, apples, sweet corn
Development of abscission layer	Some melons, apples, feijoas
Surface morphology and structure	Cuticle formation on grapes, tomatoes Netting of some melons Gloss of some fruits (development of wax)
Size	All fruits and many vegetables
Specific gravity	Cherries, watermelons, potatoes
Shape	Angularity of banana fingers Full cheeks of mangoes Compactness of broccoli and cauliflower
Solidity	Lettuce, cabbage, Brussels sprouts

Textural properties:	
Firmness	Apples, pears, stone fruits
Tenderness	Peas
External color	All fruits and most vegetables
Internal color and structure	Formation of jellylike material in tomato fruits
	Flesh color of some fruits
Compositional factors:	
Starch content	Apples, pears
Sugar content	Apples, pears, stone fruits, grapes
Acid content, sugar/acid ratio	Pomegranates, citrus, papaya, melons, kiwifruit
Juice content	Citrus fruits
Oil content	Avocados
Astringency (tannin content)	Persimmons, dates
Internal ethylene concentration	Apples, pears

Source: Adel Kader , 2002

Table 3 Selected Maturity Indicators for Several Fruit Commodities

Commodity	Maturity indicator
Grapes	Sugar accumulation, loss of acids, berry softening, skin coloration, ripening with varietal flavor/odor development.
Apple	Skin and flesh color, flesh firmness, sugars (soluble solids), acid, starch, days from full bloom to harvest.
Pear	Flesh firmness (important), ease of spur separation, days from full bloom (indices vary with variety). Harvested hard-green, ripened off the tree; color, texture, sweetness, typical varietal flavor development.
Citrus	Fruit color, taste (both termed unreliable), soluble solids. Soluble solids/acid ratio.
Cherries	Color change light red to black, soluble solids to 18%–22%, flesh firmness, light transmission properties.
Peach	Days after full bloom, size, firmness, ground color, sugars, acidity, starch.
Apricot	Dependent on intended purpose (fresh market, canning, etc.), soluble solids, flesh firmness, light transmission properties.
Blueberries	Freedom from injury and decay, plump, firm, uniformly blue color. Green or red indicator of immaturity (unripeness), soft texture may be indicator of overmaturity.
Strawberry	Fully red/at least 3/4 of berry surface red or pink.

Source: Adapted from Salunkhe and Kadam (1995).

Table 4 Selected Maturity Indicators for Several Vegetable Commodities

Commodity	Maturity indicator
Potatoes	90–120 Days after planting
Tomatoes	Many possible maturities: mature green, pink, red, etc., see grade standards
Peppers	Color (green, red, yellow), smooth blocky shape, susceptible to chilling injury below 7°C
Peas	Accumulated heat units, alcohol insoluble solid (AIS), tenderness, size
Beans	14–18 Days from full bloom, size, fibrousness
Bean sprouts	Length, color
Onion	Top bending, size
Carrot	Size and color suitability for intended use, e.g., baby carrots
Radish	Size and cleanliness; suitability for use
Cabbage	Head firmness, appropriate color (green, purple), size
Cauliflower	Size, curds tight and compact, color
Broccoli	Firm head, closed florets, color, shape, lack of yellowing
Sweet corn	Sugar content (refractometer or equivalent)
Muskmelon	Distinct odor, ethylene development, soluble solids, skin ground color

Source: Adapted from Nonnecke (1989).

Table 6.1. Maturity indices for selected fruits and vegetables

Index	Examples
Elapsed days from full bloom to harvest	Apples, pears
Mean heat units during development	Peas, apples, sweet corn
Development of abscission layer	Some melons, apples, feijoas
Surface morphology and structure	Cuticle formation on grapes, tomatoes Netting of some melons Gloss of some fruits (development of wax)
Size	All fruits and many vegetables
Specific gravity	Cherries, watermelons, potatoes
Shape	Angularity of banana fingers Full cheeks of mangoes Compactness of broccoli and cauliflower
Solidity	Lettuce, cabbage, Brussels sprouts
Textural properties:	
Firmness	Apples, pears, stone fruits
Tenderness	Peas
External color	All fruits and most vegetables
Internal color and structure	Formation of jellylike material in tomato fruits Flesh color of some fruits
Compositional factors:	
Starch content	Apples, pears
Sugar content	Apples, pears, stone fruits, grapes
Acid content, sugar/acid ratio	Pomegranates, citrus, papaya, melons, kiwifruit
Juice content	Citrus fruits
Oil content	Avocados
Astringency (tannin content)	Persimmons, dates
Internal ethylene concentration	Apples, pears

جدول ۳-۱: شاخص‌های حداقل بلوغ تعدادی از میوه‌های گوشتی در ایالت کالیفرنیا (Kader، ۱۹۹۹)

میوه	شاخص حداقل بلوغ
سیب	الگوی نشاسته[1]، مواد جامد محلول بیش از ۱۲/۵-۱۰/۵ درصد و سفتی بافت کمتر از ۲۳-۱۸ نیوتن (بسته به رقم)
زردآلو	تغییر رنگ بیش از سه‌چهارم سطح میوه به سبز مایل به زرد یا زرد شدن بیش از یک‌دوم سطح میوه
آووکادو	وزن خشک بیش از ۲۰/۵-۱۷ درصد (بسته به رقم)
گیلاس و آلبالو	رنگ سطحی قرمز روشن و ۱۶-۱۴ درصد مواد جامد محلول (بسته به رقم)
انگور	۱۷/۵-۱۴ درصد مواد جامد محلول (بسته به رقم و منطقه تولید) یا نسبت SSC/TA برابر ۲۰ و بالاتر
گریپ فروت	نسبت SSC/TA برابر ۵/۵ یا ۶ (برای دشت‌ها)، زرد شدن حدود دو سوم سطح میوه
کیوی	۶/۵ درصد مواد جامد محلول
لیمو شیرین	داشتن ۳۰٪ آب میوه
هلو و شلیل	تغییر رنگ زمینه از سبز به زرد، شکل میوه (پر و گوشتی شدن ناحیه شکاف میوه)
پرتقال	نسبت SSC/TA برابر ۸ (و رنگ نارنجی ۲۵٪ سطح میوه) یا ۱۰ (و رنگ نارنجی کمتر از ۲۵٪)
گلابی (بارتلت)	رنگ سبز مایل به زرد، و یا سفتی کمتر از ۲۳ نیوتن، و یا بیش از ۱۳٪ مواد جامد محلول
خرمالو	رنگ سبز مایل به زرد تا نارنجی (بسته به رقم)
آلو	رنگ سطحی میوه و سفتی گوشت (بسته به رقم)
انار	رنگ قرمز آب و کمتر از ۱/۸۵٪ اسید در آب میوه
توت فرنگی	صورتی یا قرمز رنگ شدن بیش از دو سوم سطح میوه
نارنگی	نسبت SSC/TA برابر ۶/۵ و زرد، نارنجی یا قرمز شدن ۷۵٪ سطح میوه

Table 6.2. Methods of maturity determination

Index	Method of determination	Subjective	Objective	Destructive	Non-destructive
Elapsed days from full bloom	Computation		×		×
Mean heat units	Computation from weather data		×		×
Development of abscission layer	Visual or force of separation	×	×		×
Surface structure	Visual	×			×
Size	Various measuring devices, weight		×		×
Specific gravity	Density gradient solutions, flotation techniques, vol/wt		×		×
Shape	Dimensions, ratio charts	×	×		×
Solidity	Feel, bulk density, gamma rays, X-rays	×	×		×
Textural properties:					
Firmness	Firmness testers, deformation		×	×	
Tenderness	Tenderometer		×	×	

Source: Adel Kader , 2002

Toughness	Texturometer, fibrometer (also: chemical methods for determination of polysaccharides)		×	×	
Color, external	Light reflectance Visual color charts	 ×	×		× ×
Color, internal	Light transmittance, delayed light emission Visual examination	 ×	×	 ×	×
Compositional factors:					
Dry matter	Sampling, drying		×	×	
Starch content	KI test, other chemical tests		×	×	
Sugar content	Hand refractometer, chemical tests		×	×	
Acid content	Titration, chemical tests		×	×	
Juice content	Extraction		×	×	
Oil content	Extraction, chemical tests		×	×	
Tannin content	Ferric chloride test		×	×	
Internal ethylene	Gas chromatography		×	×	×

Source: Adel Kader , 2002

Maturity Indices
Requirements for establishing

- Simple, easy to carry out
- Objective vs subjective indicators
- Related to quality
- Related to storage life
- Inexpensive

CHARACTERISTICS OF A MATURITY INDEX

Maturity measures made by producers, handlers, and quality control personnel must be simple, readily performed in the field or orchard, and require relatively inexpensive equipment. The index should preferably be objective (a measurement) rather than subjective (an evaluation). The index must consistently relate to the quality and postharvest life of the commodity for all growers, districts, and years. If possible, the index should be nondestructive.

Use of Maturity Indices Limitations

- Soil conditions, nutrition, irrigation
- Season, climate
- Position on the plant
- Pruning, other cultural practices
- Varieties

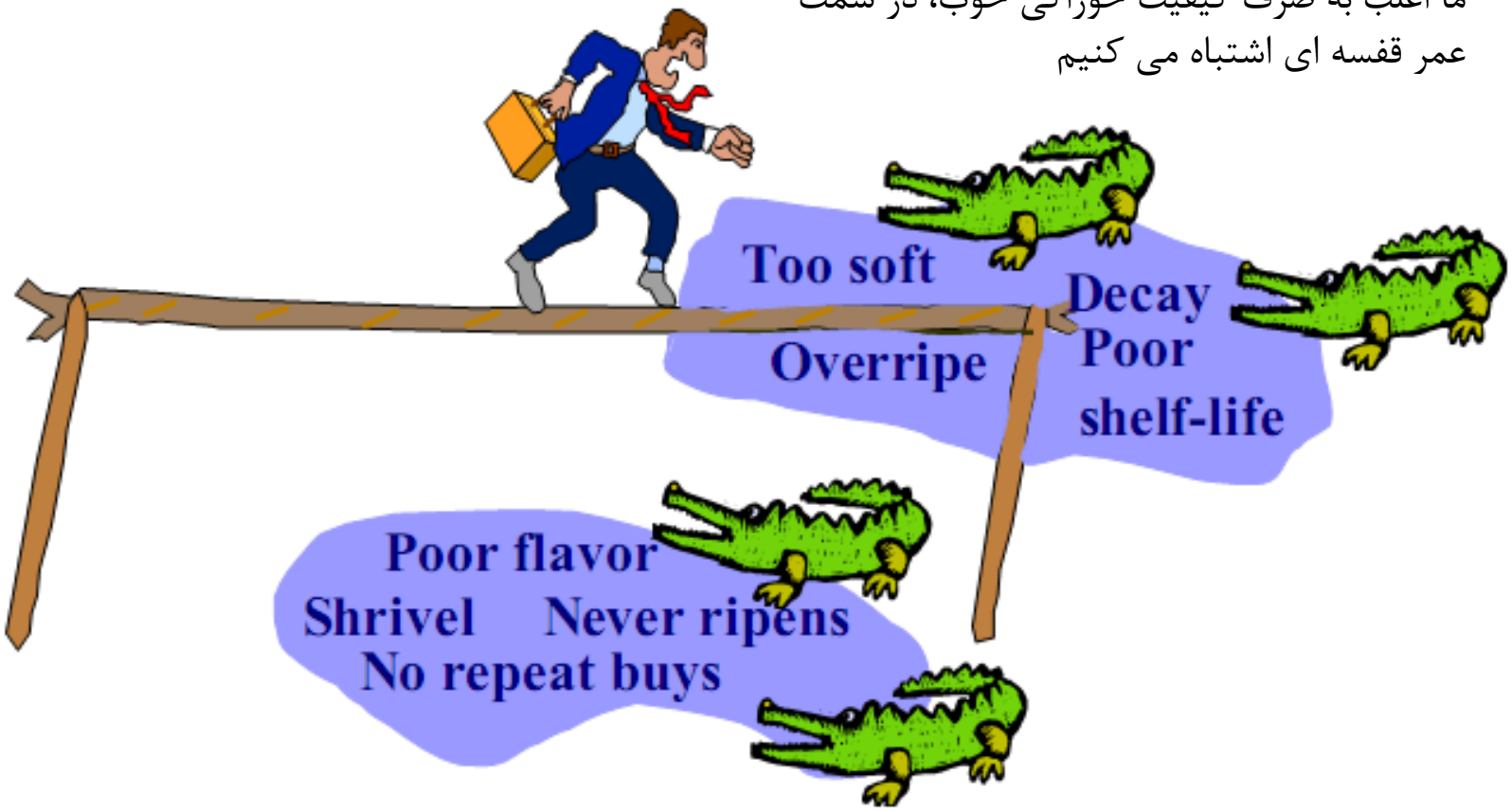
Predicting Maturity

- **Days from planting to harvest**
- **Progressive changes in size, composition**
- **Difficult to do; need new tools and methods**
  - **Nondestructive firmness measurement,** fruits
  - **Chlorophyll fluorescence,** broccoli; green tissues
  - **NIR spectroscopy,** sugar concentration in melon
  - **MR imaging** constituents, internal defects

Harvest Maturity for Fruits: A balancing Act

Too often we err on the side of shelf-life at the expense of good eating quality

ما اغلب به صرف کیفیت خوراکی خوب، در سمت
عمر قفسه ای اشتباه می کنیم



Indicators of Harvest Maturity

APPLES

- Days from full bloom
- Time/temp (heat units) from anthesis
- Days from harvest to onset of ethylene production
- Ground color
- Soluble solids content (SSC)
- Flesh firmness and SSC
- Starch disappearance pattern
- Internal ethylene concentration
- Changes in firmness or starch content

Streif Index considers starch, sugar, firmness

Golden Delicious at Retail Market: How is the maturity in this box?

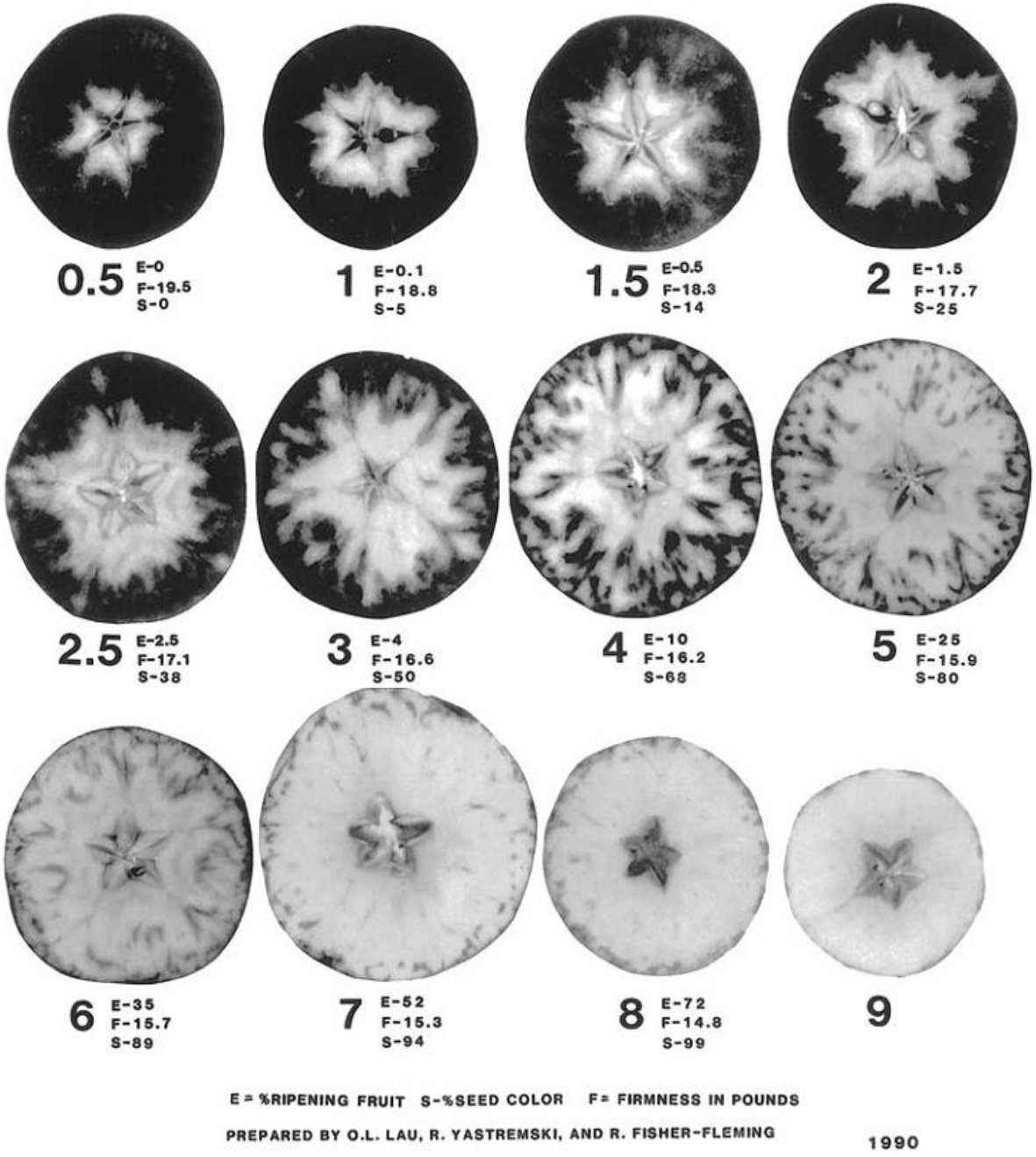


Fig. 4 Starch test guide for harvesting British Columbia McIntosh apples. (From Lau, 1995.)

Starch stains dark when fruit cross sections are dipped in an iodine solution. Percentage of starch disappearance can be used as a maturity index in apples (Reproduced from Ctifl, 1993).

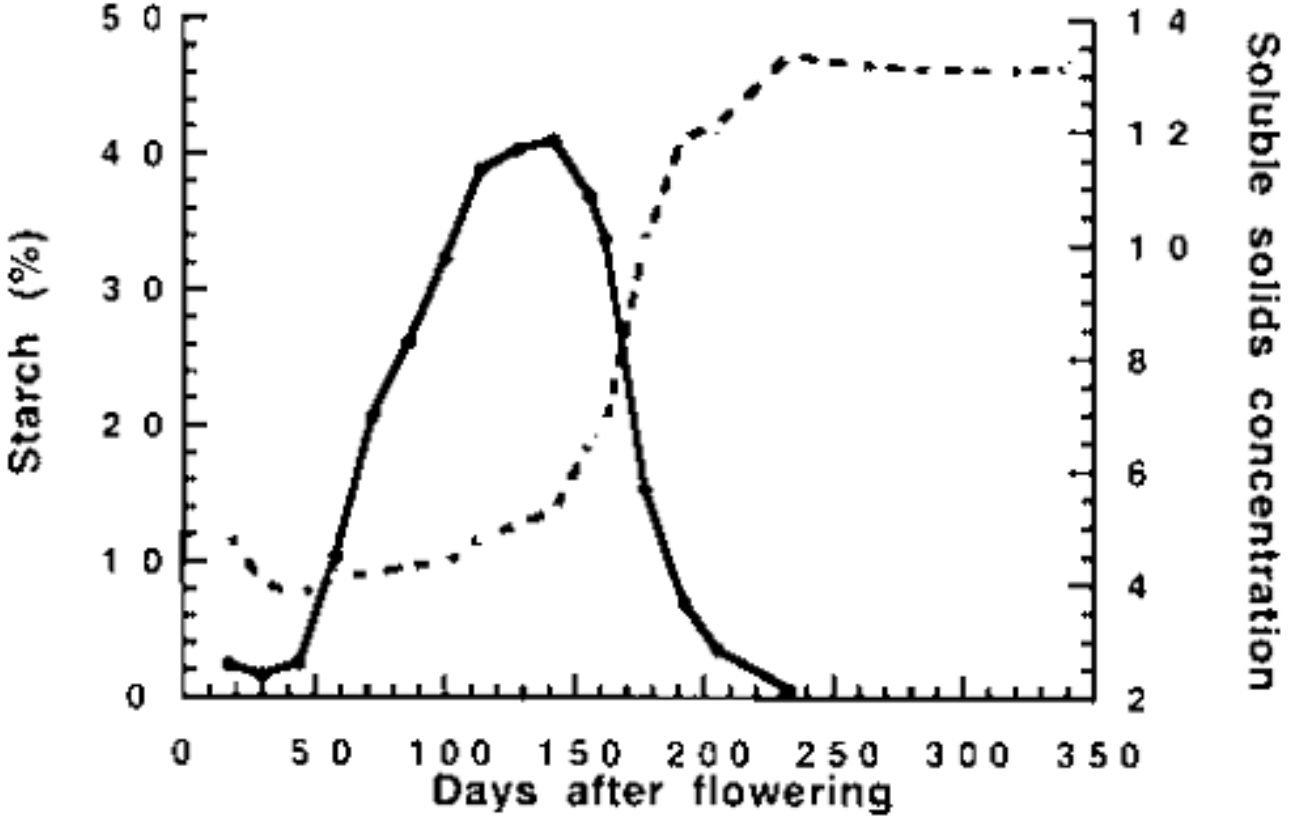


Fig. 6 Changes in starch (solid line) and soluble solids concentration from flowering until end of storage. (From Richardson et al., 1997).

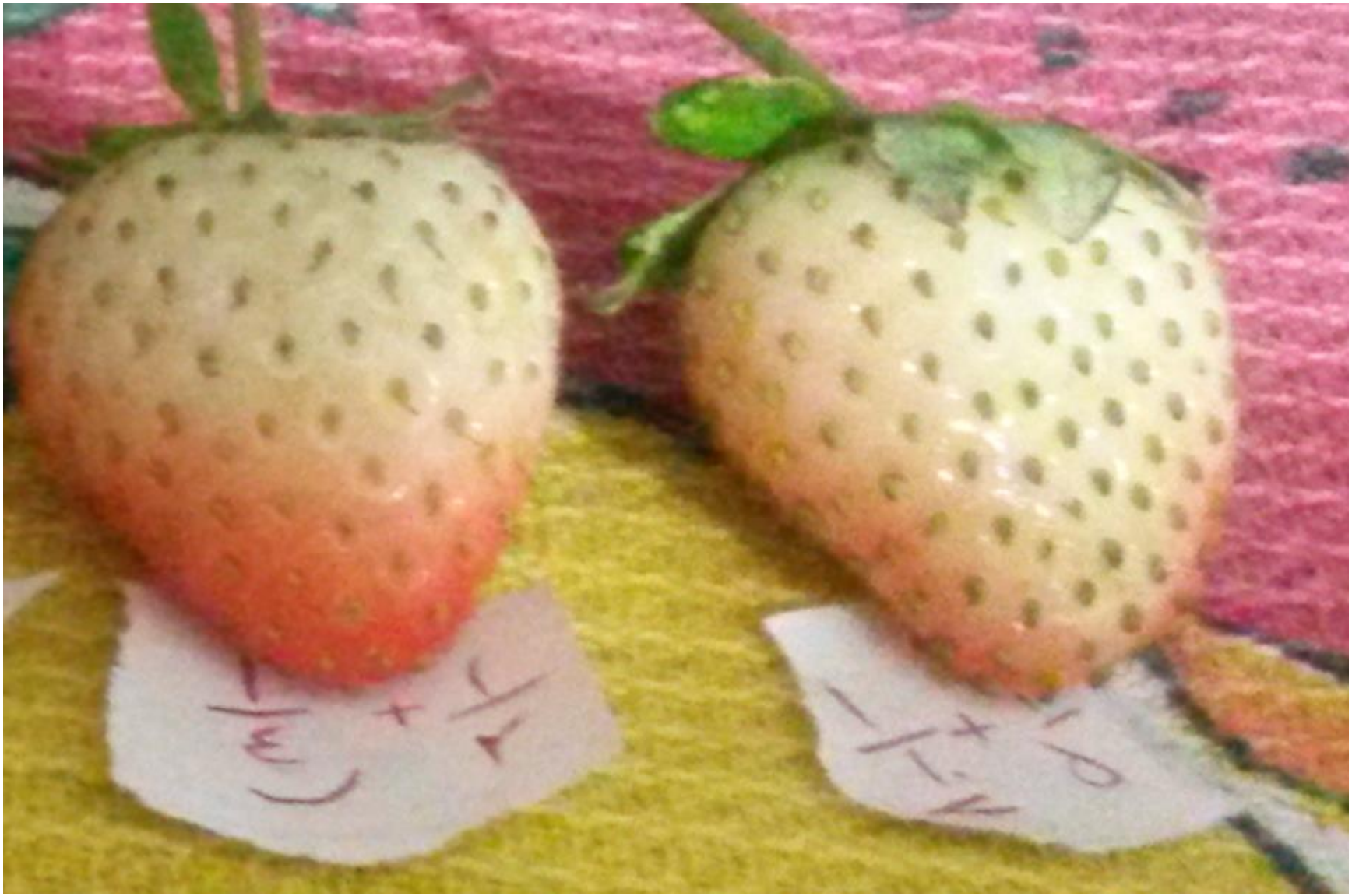
Pear Maturity Indices

- **Days After Full Bloom (DAFB)**
- **Firmness**
- **Fruit Appearance**
- **Other Methods**

Composition of Ripe Strawberry

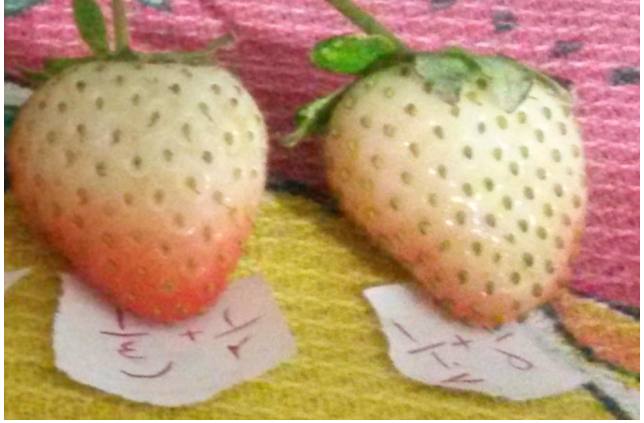
Harvested at different stages.
Held at 70°F (21°C) to complete color change.

Maturity	% SS	% Acid	Ratio
25% color	4.28	0.80	5.35
50% color	4.56	0.79	5.77
75% color	4.98	0.68	7.32
100% color	5.48	0.59	9.28

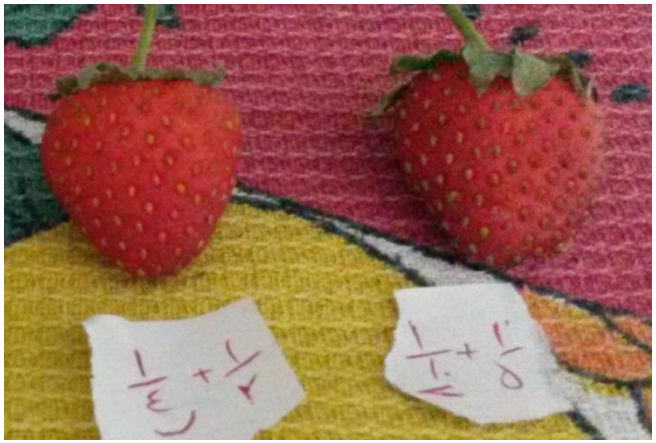


۴۰ ساعت
پس از برداشت

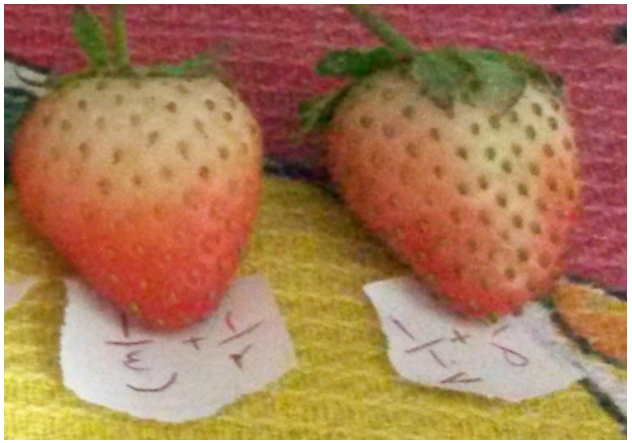
۶ ساعت
پس از برداشت



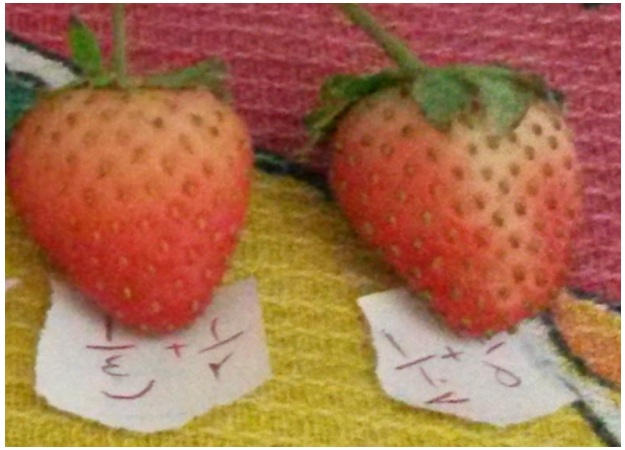
۴۸ ساعت
پس از برداشت



۱۸ ساعت
پس از برداشت

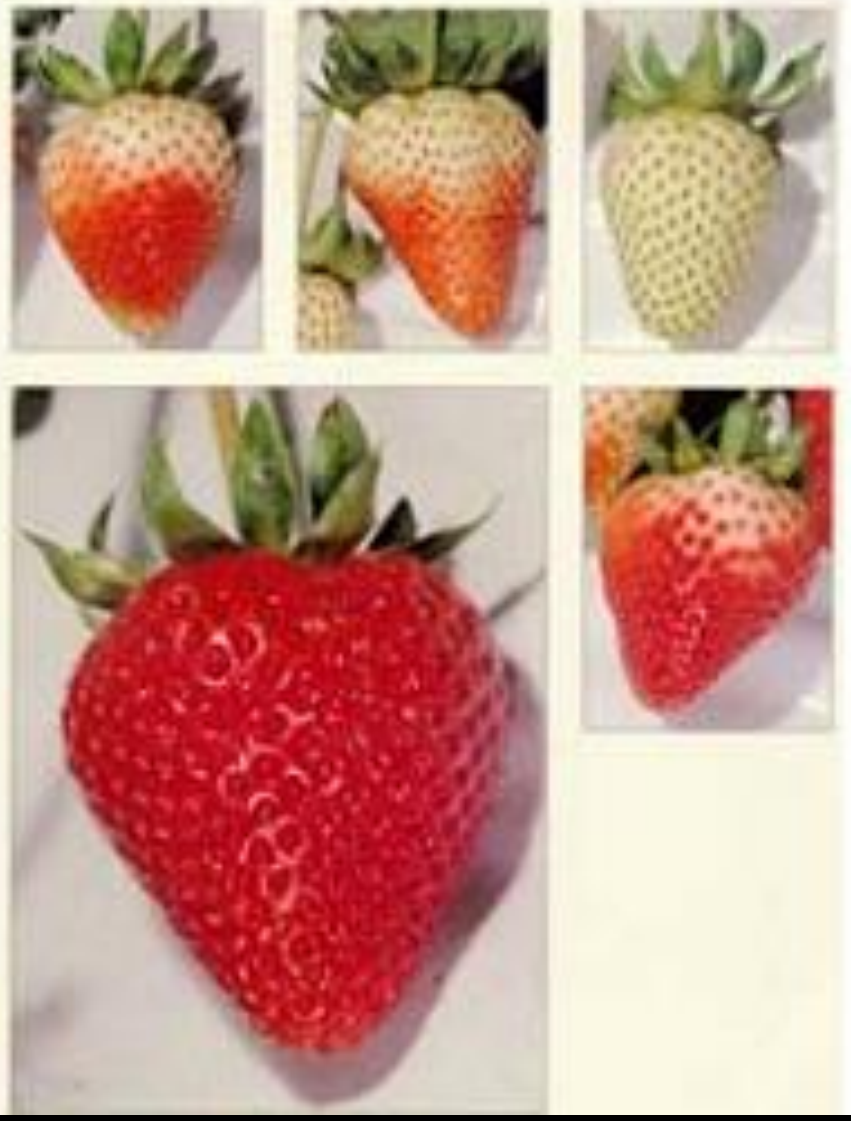


۲۸ ساعت
پس از برداشت



Maturity and Ripeness Stages of Strawberries

Strawberries must be picked fully-ripe because they do not continue to ripen after harvest.



Maturity Indices

Peppers

- Size
- Color
- Firmness
- Seed development

Tomato

- External and Internal color
- Development of locules (jelly)
- Firmness
- Size
- Development of cuticle

Degree of ripening in bell pepper. As with other non-climacteric fruits, ripening does not follow after harvest.

Figure 2: **Physiological maturity in bell pepper is reached when seeds become hardand the internal cavity of fruit starts colouring.**

Maturity & Ripening Stages

European Color Chart Tomatoes

1

GREEN The tomato surface is completely g
shade of green may vary from light to dark.

2

BREAKERS There is a definite break of col
bruised fruit tannish-yellow, pink or red or 1
tomato surface.

3

TURNING Tannish-yellow, pink or red color shows on over 10% but not more than 30% of the tomato surface.

4

PINK Pink or red color shows on over 30% but not more than 90% of the tomato surface.

5

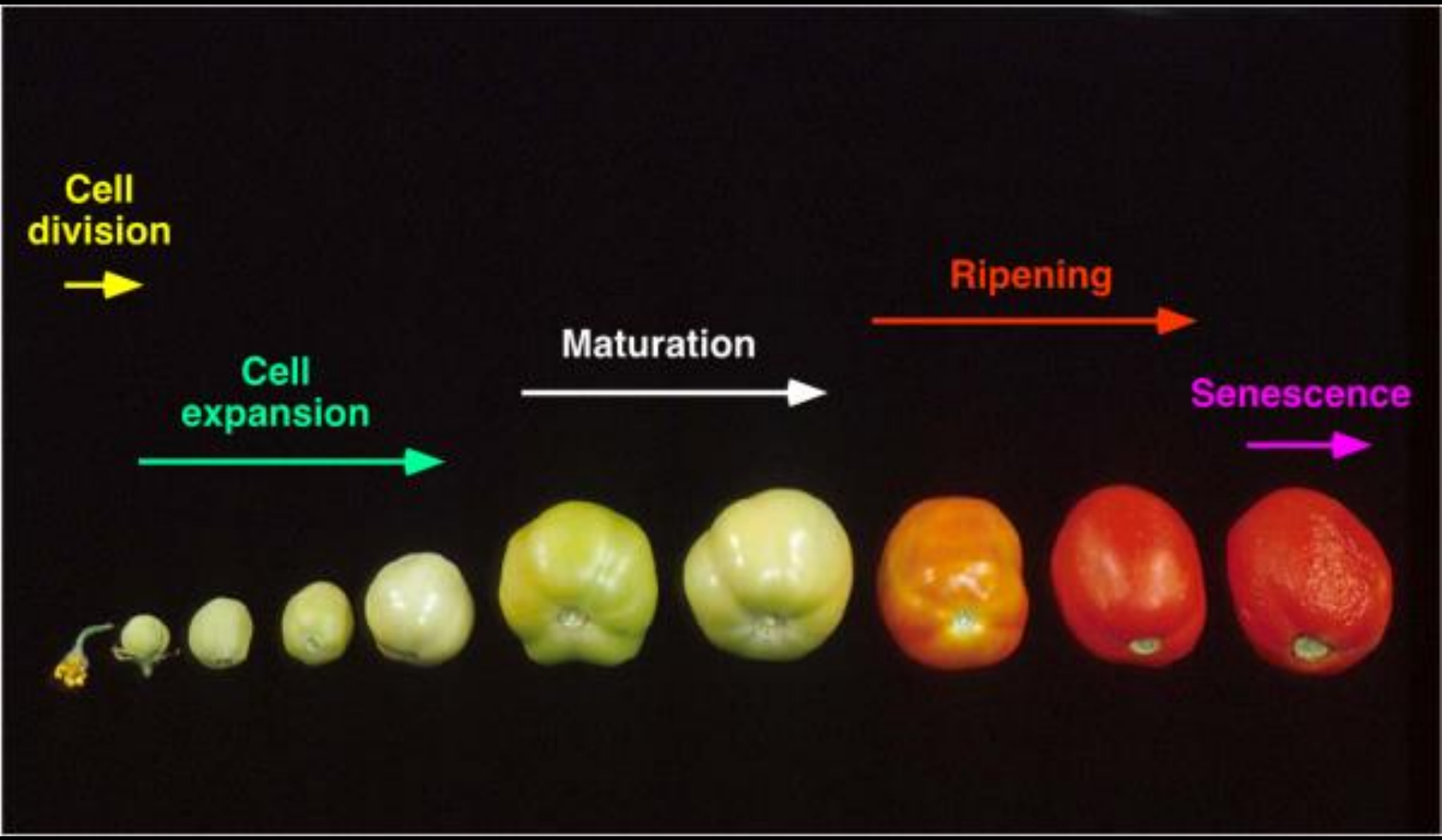
LIGHT RED Pinkish-red or red color shows on over 60% but red color covers not more than 90% of the tomato surface

6

RED Red means that more than 90% of the tomato surface, in aggregate, is red

http://www.tomato.org/

http://www.floridatomatoes.org/


Cell division
Cell expansion
Maturation
Ripening
Senescence

Mature-green and Breaker Stages

Checkerboarding

Ripe Grape Tomato

Initial Maturity Stage	Weight per fruit, g	Soluble solids, %	Titratable acidity, %	Red color, hue	Firmness, N force
3	4.9	5.9	0.59	35.8	11.5
4	5.7	6.7	0.68	36.3	13.6
5	5.9	7.5	0.67	37.7	13.7
	**	**	**	ns	**

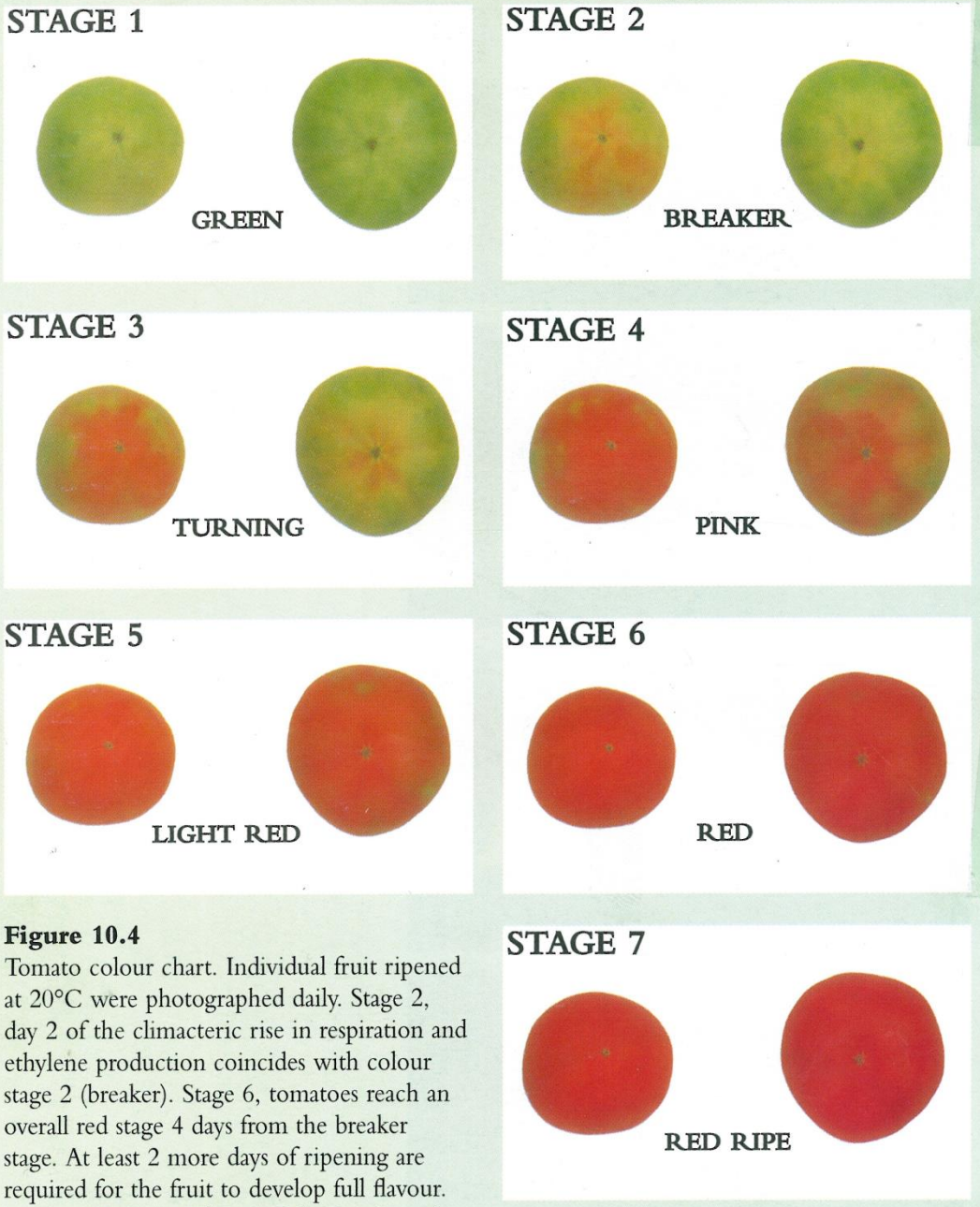


Figure 10.4
Tomato colour chart. Individual fruit ripened at 20°C were photographed daily. Stage 2, day 2 of the climacteric rise in respiration and ethylene production coincides with colour stage 2 (breaker). Stage 6, tomatoes reach an overall red stage 4 days from the breaker stage. At least 2 more days of ripening are required for the fruit to develop full flavour. SOURCE W.B. McGlasson, B.B. Beattie and E.E. Kavanagh (1985) Tomato ripening guide, *Agfact*, H8.4.5, NSW Department of Agriculture.

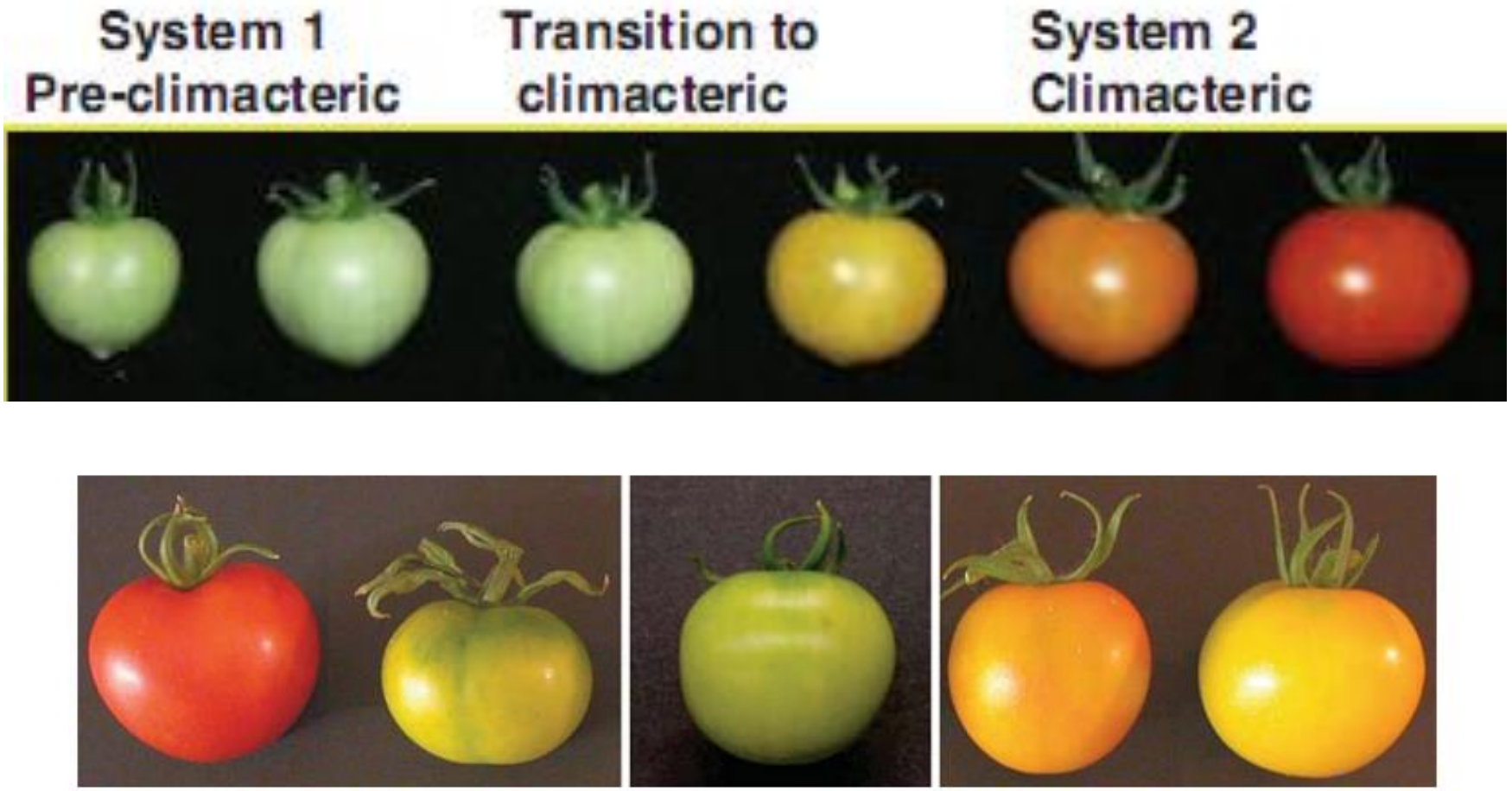
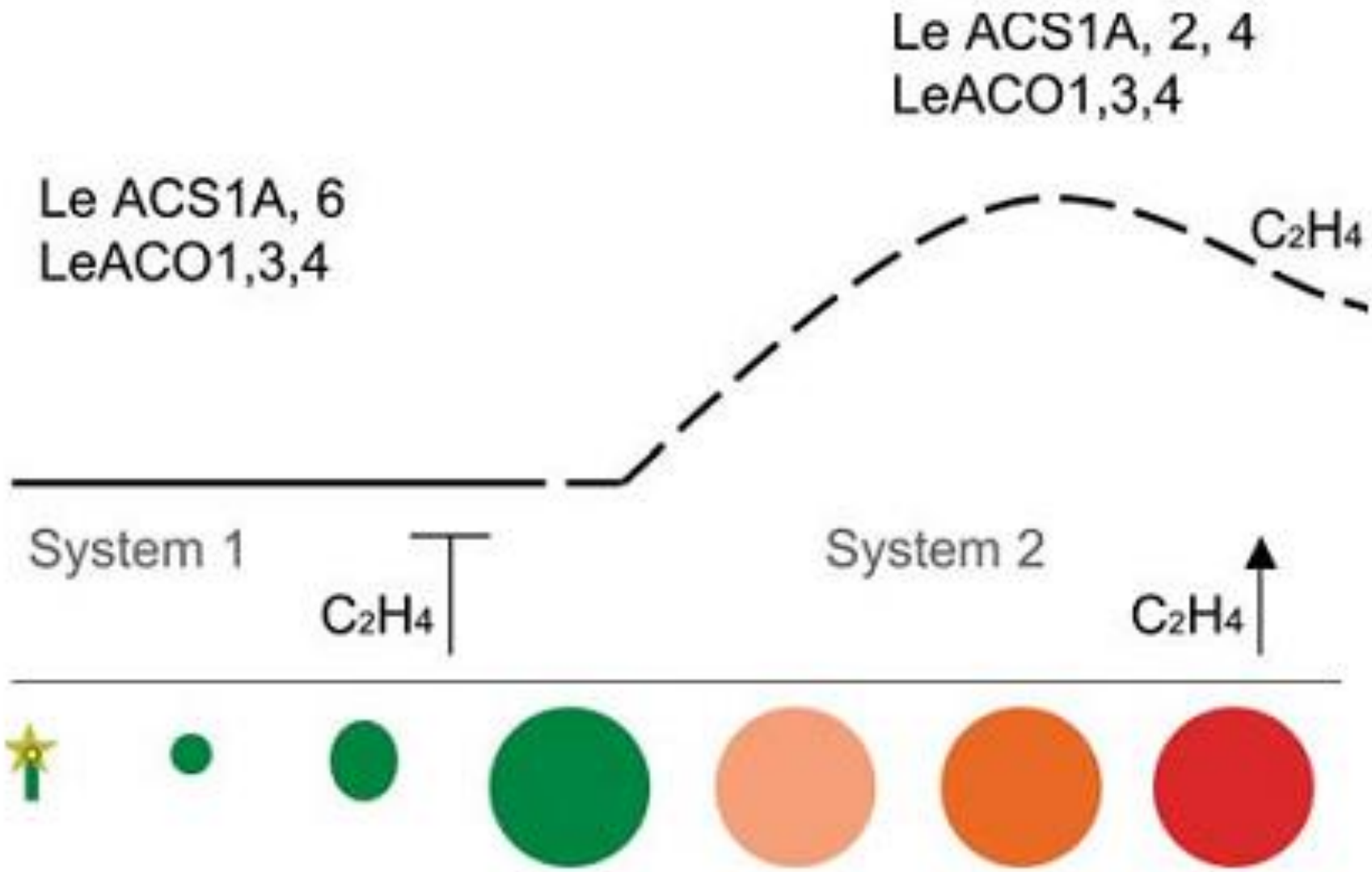


Figure 2. Fruit ripening mutants of tomato. From left to right, ripe fruit of wild type (cultivar Ailsa Craig) and near isogenic lines homozygous for the *ripening-inhibitor* (*rin*), *non-ripening* (*nor*), *Never-ripe* (*Nr*), and *Green-ripe* (*Gr*) loci. Note association of the *macrocalyx* (*mc*) (large sepal) phenotype with the *rin* mutation. The *rin* and *nor* loci act upstream in the ripening regulatory pathway and are required for system 2 ethylene synthesis during fruit ripening. The nonripening phenotypes of *Nr* and *Gr* are caused by reduced ethylene responsiveness (see text for details).


Le ACS1A, 2, 4
LeACO1,3,4
Le ACS1A, 6
LeACO1,3,4
C2H4
System 1
C2H4
System 2
C2H4

جدول ۵- مراحل رسیدگی فیزیولوژیکی در گوجه فرنگی

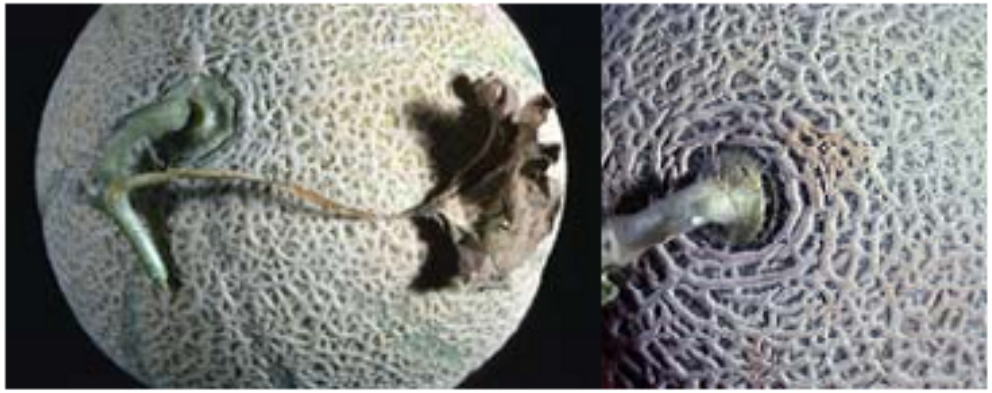
گروه	توضیحات
بلوغ سبز ۱	زمانی که گوجه فرنگی با چاقوی تیز بریده شود و به صورت ورقه ورقه در آید، بذرها نیز بریده می‌شوند. ماده ژلاتینی در این مرحله در حفره های تخمدان مشاهده نمی شود. میوه ها بیشتر از ۱۰ روز در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد از مرحله Breaker قرار دارند.
بلوغ سبز ۲	بذور کاملا رشد کرده در داخل میوه، اگر گوشت میوه به صورت ورقه ورقه در آید بذور بریده نمی شوند. ماده ژلاتینی حداقل در یک حفره تخمدان دیده می شوند. میوه در حدود ۶ تا ۱۰ روز در دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد از مرحله Breaker است. میوه ها در حداقل بلوغ برداشت می شوند.
بلوغ سبز ۳	ماده ژلاتینی کاملا ظاهر شده در حفره های تخمدان ولی سبز رنگ است. میوه ها در ۲ تا ۵ روز در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد از مرحله Breakerقرار دارند.
بلوغ سبز ۴	رنگ قرمز در داخل و در ته میوه مشاهده می شود ولی تغییرات رنگ در بیرون مشاهده نمی گردد. میوه ها ۱ تا ۲ روز در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد از مرحله Breaker هستند.
Breaker	اولین تغییر رنگ صورتی در بیرون میوه مشاهده می گردد. رنگ قرمز یا زرد در ته میوه مشاهده می گردد (Stage 2).
تغییر- دگرگون Turning	بین ۱۰ تا ۳۰ درصد از مجموع تغییرات رنگ را نشان می دهند (Stage 3). رنگ ها از سبز به سبز روشن، زرد، صورتی، قرمز یا مخلوطی از این رنگها می باشند.

بلوغ سبز ۲	بذور کاملا رشد کرده در داخل میوه، اگر گوشت میوه به صورت ورقه ورقه در آید بذور بریده نمی شوند. ماده ژلاتینی حداقل در یک حفره تخمدان دیده می شوند. میوه در حدود ۶ تا ۱۰ روز در دمای ۱۲۰ درجه سانتیگراد از مرحله Breaker است. میوه ها در حداقل بلوغ برداشت می شوند.
بلوغ سبز ۳	ماده ژلاتینی کاملا ظاهر شده در حفره های تخمدان ولی سبز رنگ است. میوه ها در ۲ تا ۵ روز در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد از مرحله Breakerقرار دارند.
بلوغ سبز ۴	رنگ قرمز در داخل و در ته میوه مشاهده می شود ولی تغییرات رنگ در بیرون مشاهده نمی گردد. میوه ها ۱ تا ۲ روز در دمای ۲۰ درجه سانتیگراد از مرحله Breaker هستند.
Breaker	اولین تغییر رنگ صورتی در بیرون میوه مشاهده می گردد. رنگ قرمز یا زرد در ته میوه مشاهده می گردد (Stage 2).
تغییر- دگرگون Turning	بین ۱۰ تا ۳۰ درصد از مجموع تغییرات رنگ را نشان می دهند (Stage 3). رنگ ها از سبز به سبز روشن، زرد، صورتی، قرمز یا مخلوطی از این رنگها می باشند.
صورتی Pink	بین ۳۰ تا ۶۰ درصد پوست میوه به رنگ صورتی است. میوه در مجموع به رنگ های صورتی یا قرمز مشاهده می شود (Stage 4).
قرمز روشن Light red	بیش از ۶۰ درصد پوست میوه به صورت قرمز روشن است. میوه در مجموع به رنگهای قرمز یا صورتی مایل به قرمز دیده می شوند. کمتر از ۹۰ درصد پوست میوه رنگ قرمز را نشان می دهد (Stage 5).
قرمز Red	در مجموع بیش از ۹۰ درصد پوست میوه به رنگ قرمز است و رنگ قرمز کامل مشاهده می شوند (Stage 6).

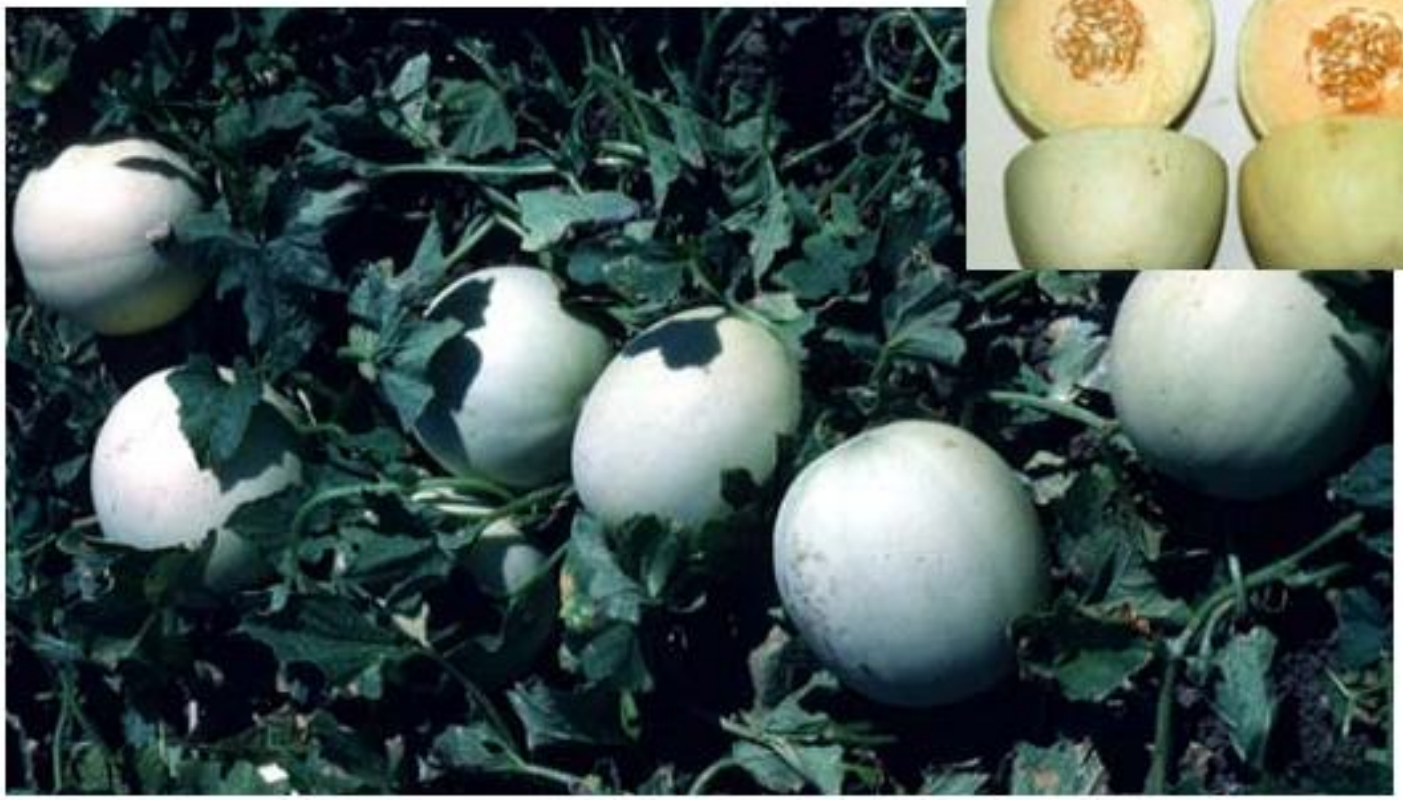
Cantaloupe Maturity/Ripeness

- Fruit begins to separate from stem
  - Abscission zone; "slip"
  - External color between net
  - Net well developed with wax
  - Subtending leaf dries up
  - Internal color, firmness, soluble solids

The "slip" is a very useful attribute & applicable to old & new cantaloupe varieties



Honeydew and other melons are more difficult to harvest at the proper stage of ripeness



Maturity Indices

- **Beans**
  - Size
  - Seed development
- **Summer Squash**
- **Cucumber**
  - Size
  - External color

Immature fruit vegetables: very rapidly developing and changing

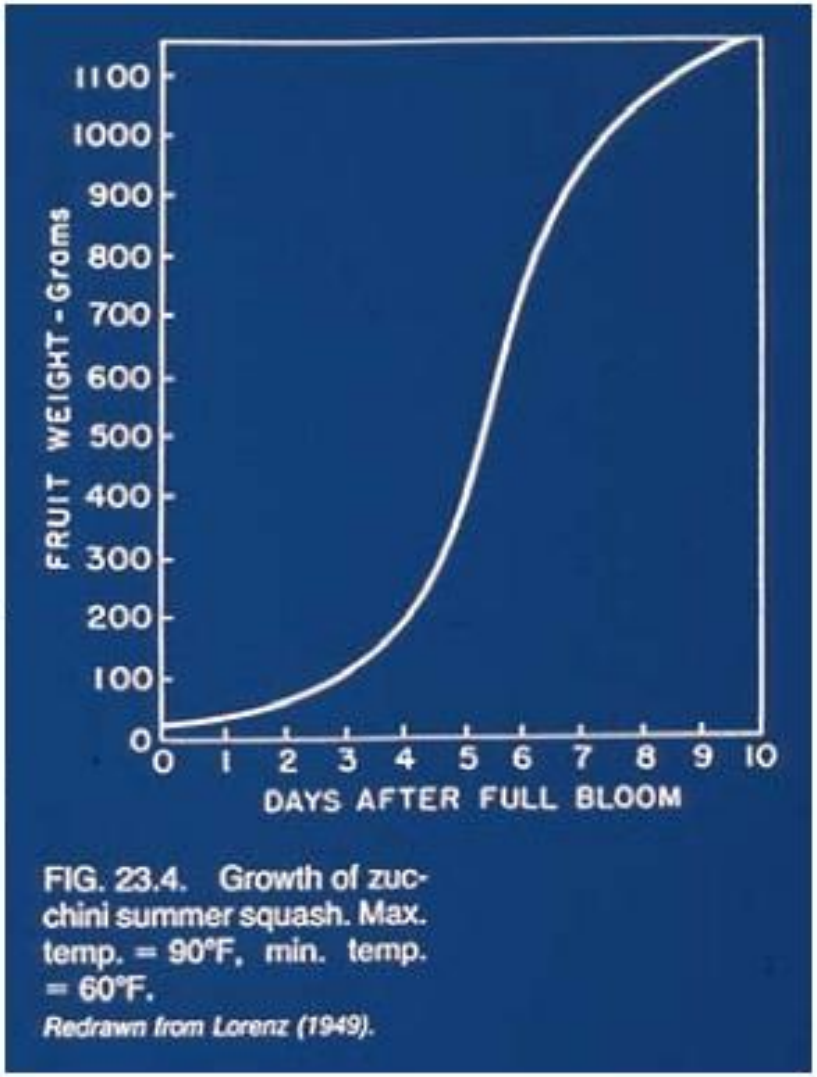


FIG. 23.4. Growth of zucchini summer squash. Max. temp. = 90°F, min. temp. = 60°F.

Redrawn from Lorenz (1949).

Harvest Maturity

Maturity Indices

Onions/Garlic

- Size
- Drying and collapse of the “neck”
- Drying of leaf scales

Potatoes

- Death of the plant
- Size of tubers
- Starch content; specific gravity
- Periderm development

Maturity Indices
Bulb Onions

Maturity Indices

- **Asparagus**
  - Size
  - Apex closed
- **Broccoli/Cauliflower**
  - Size
  - Florets closed
- **Carrot**
  - Size
- **Lettuce, head**
  - Size
  - Firmness, solidity
  - Flavor-sweetness, bitterness
- **Lettuce, Romaine**
  - Size
  - Number of leaves

Checking Iceberg Lettuce Maturity