

# § 5 乙烯 ethylene

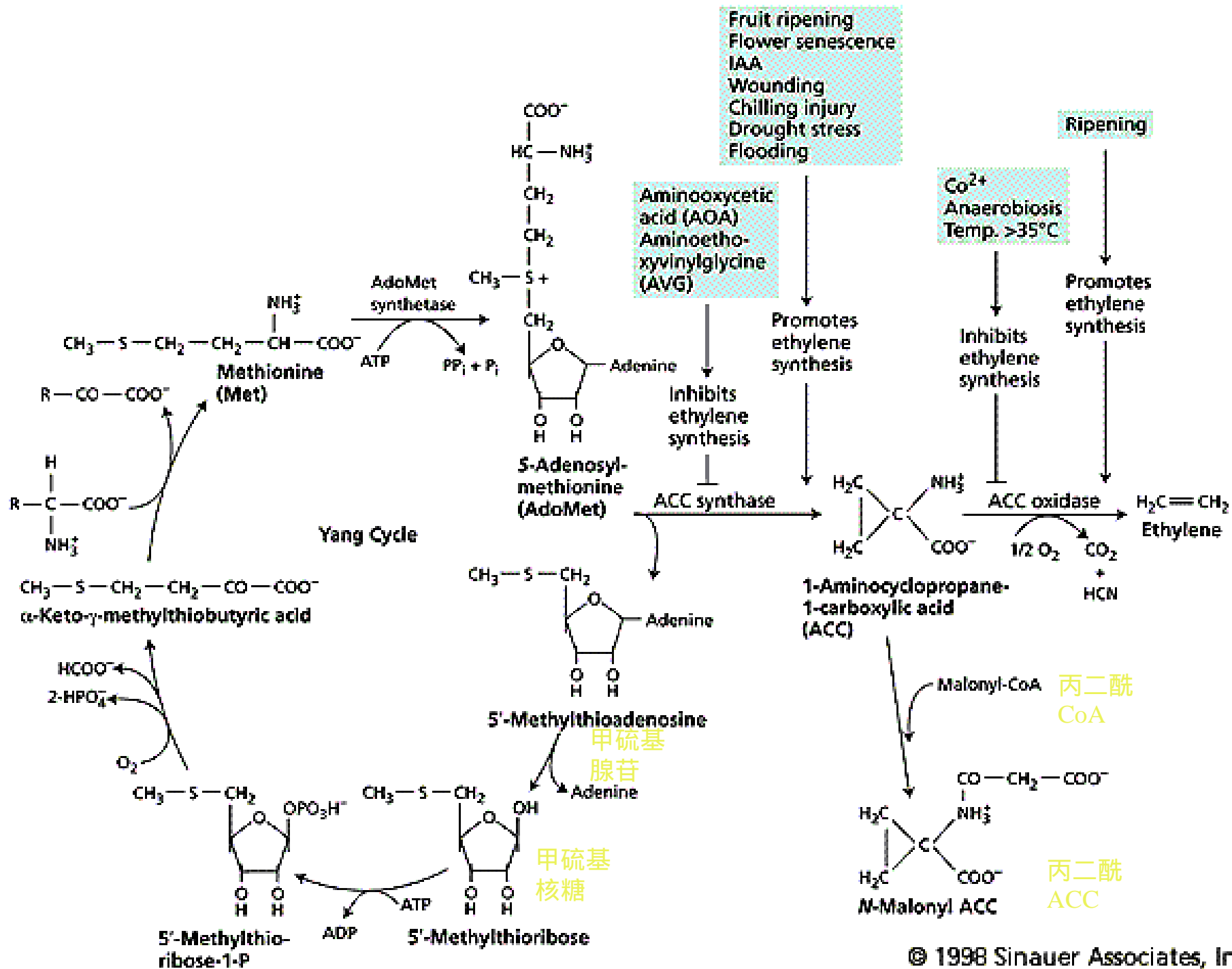
## — 乙烯的发现:

1. 1901 Neljubow in St. Petersburg Russia b/c of use in city's gas lights. **Caused many responses: dwarf stem, fat stem, agravitropism in stem; also leaf abscission in nearby trees.** Identified ethylene from the gas as the causative agent.
2. 1910 Cousin found Oranges cause bananas to ripen prematurely
3. 1934 Gane found Ethylene is a natural product (plant hormone?) from apple.
4. **Forgotten for many years as possible hormone....**
5. 1959 Burg & Thimann rediscover old research and begin studies showing ethylene as possible hormone (GC techniaue)

- 事实上，人类应用乙烯比发现乙烯要早得多，如在埃及很早就知道无花果在用镰刀割后2 - 3天迅速长大成熟，在我国人们很早就知道用梨烘柿子。
- 近40年来，
  - 人们已弄清了Eth的作用
  - 在生化上弄清了eth合成的途径并克隆了相关基因
  - 在分子生物学上弄清了乙烯信号的接受与反应途径
  - 乙烯在生物工程上获得了广泛的应用，已应用于农业产品的催熟与保鲜中去。

## 二 乙烯的分布与生物合成

- 分布：几乎存在于所有的高等植物的器官、组织，在成熟器官中含量最高。但含量甚微，一般不超过0.1ppm。
- 合成：
  - 1977年，由杨祥发、亚当斯阐明
  - 前体：甲硫氨酸
  - 部位：液泡膜的内表面。
  - 合成途径：Yang Cycle



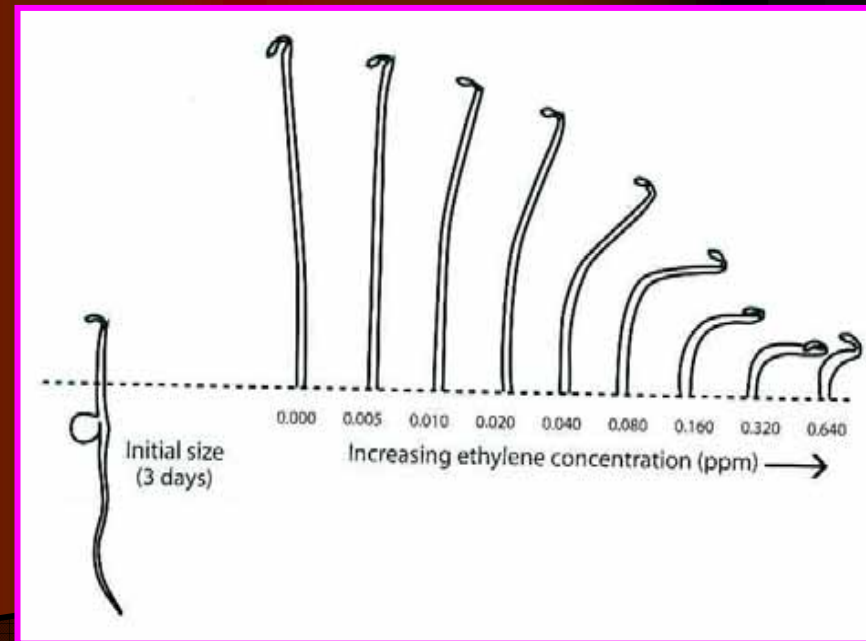
## 合成的调节：

1. ACC合成酶：在植物中含量极低，已分离出8个同功酶，在不同时期表达，受伤害、干旱、水涝、病虫害、IAA、开花等的诱导。
2. ACC氧化酶：需 Fe, O<sub>2</sub>。受Co<sup>2+</sup>、DNP、没食子酸丙酯等的抑制。
3. ACC的丙二酰基化作用

## 三 乙烯的生理作用与农业应用

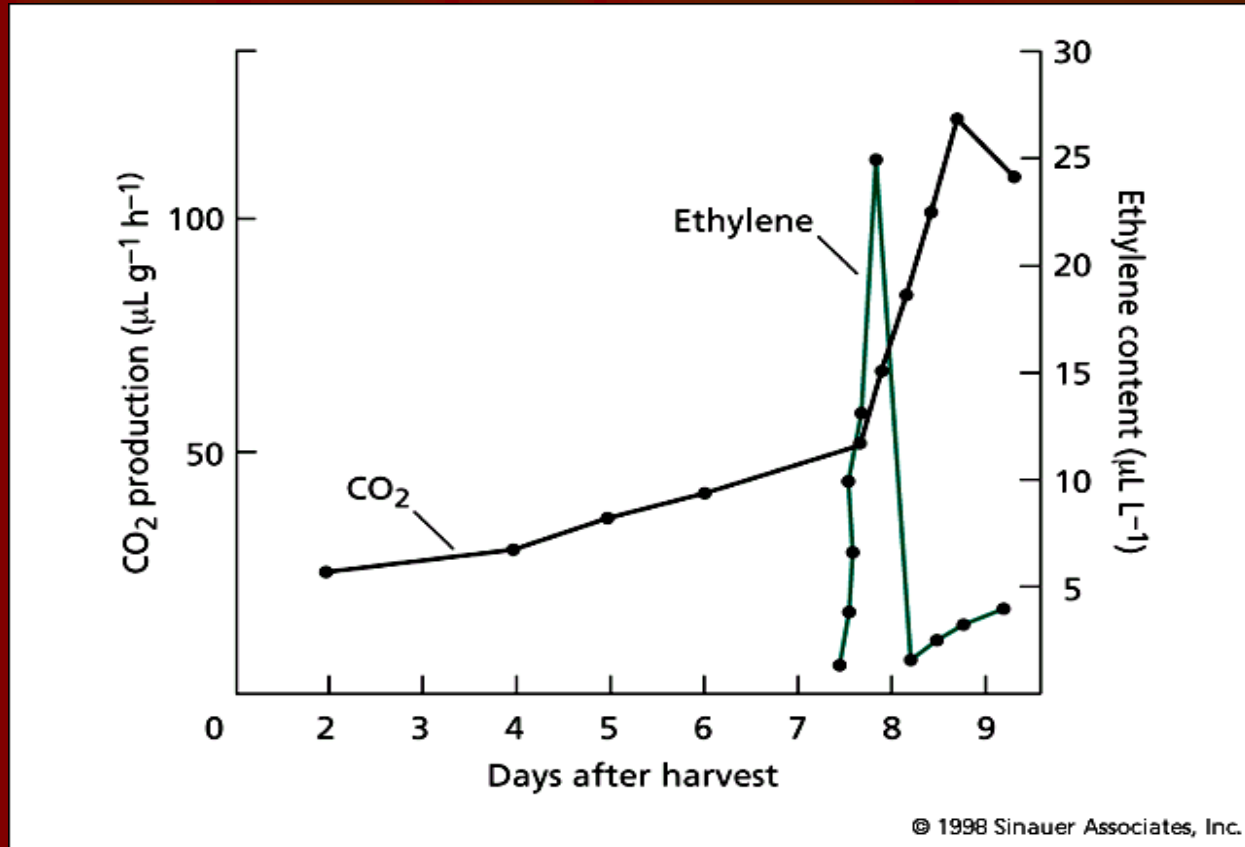
### ● 对生长的影响——三重反应

乙烯可导致暗中生长的黄化苗的 抑制茎的伸长生长 促进茎的加粗生长 使茎生长的负向地性消失，而水平方向生长，乙烯对生长的这三种作用称为三重反应（triple responses）



## ● 促进果实成熟

果实将成熟时乙烯合成增多，导致细胞膜透性增大，呼吸作用加强，物质转换加快，果实成熟。



香蕉成熟期间Ethylene含量的变化与呼吸作用的关系

# EFFECT OF ETHYLENE ON FRUIT RIPENING



**CONTROL**

**ETHYLENE**

- 促进器官的脱落与衰老



Control

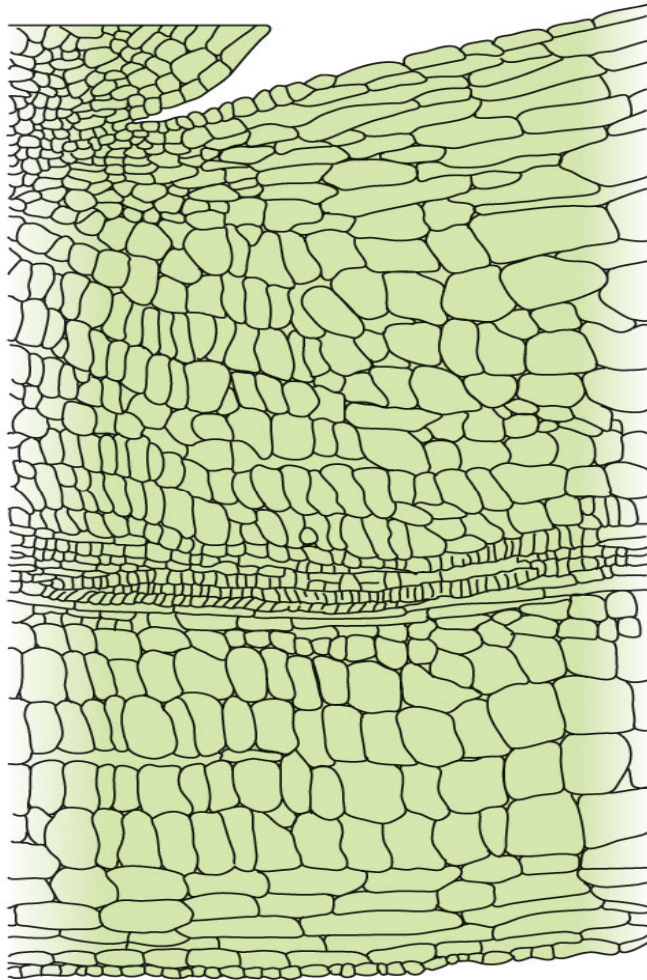
Eth (from apple)



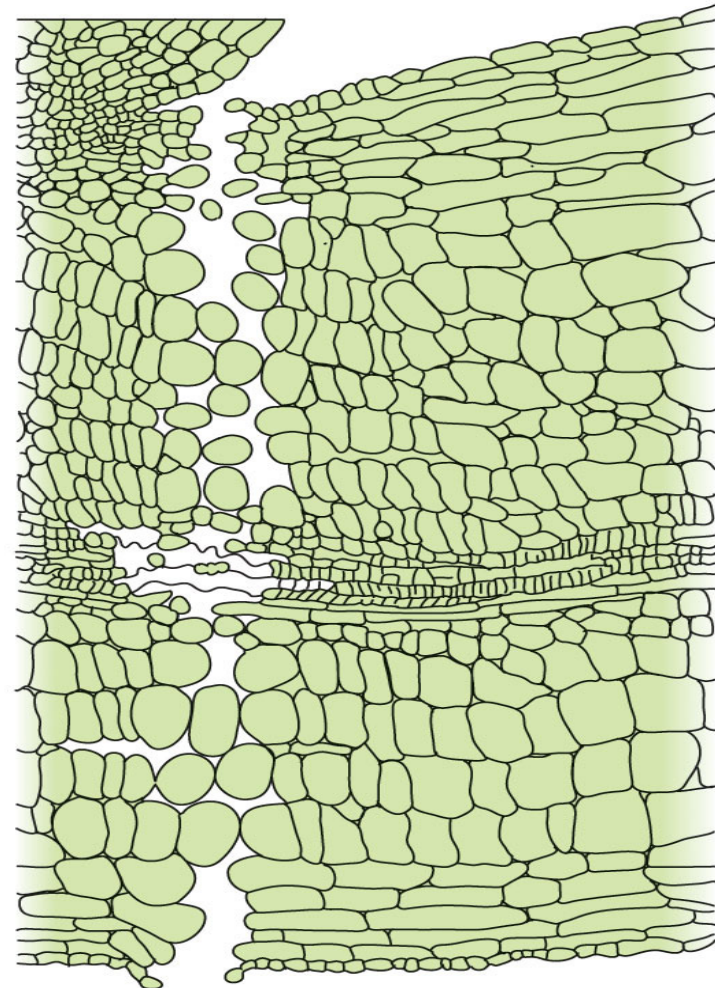
乙烯促进叶柄离层纤维素酶、果胶酶活性的升高。使离层区细胞壁分离，促进脱落；

乙烯能增强蛋白水解酶、脂肪酶、核酸酶等的活性，促进衰老。

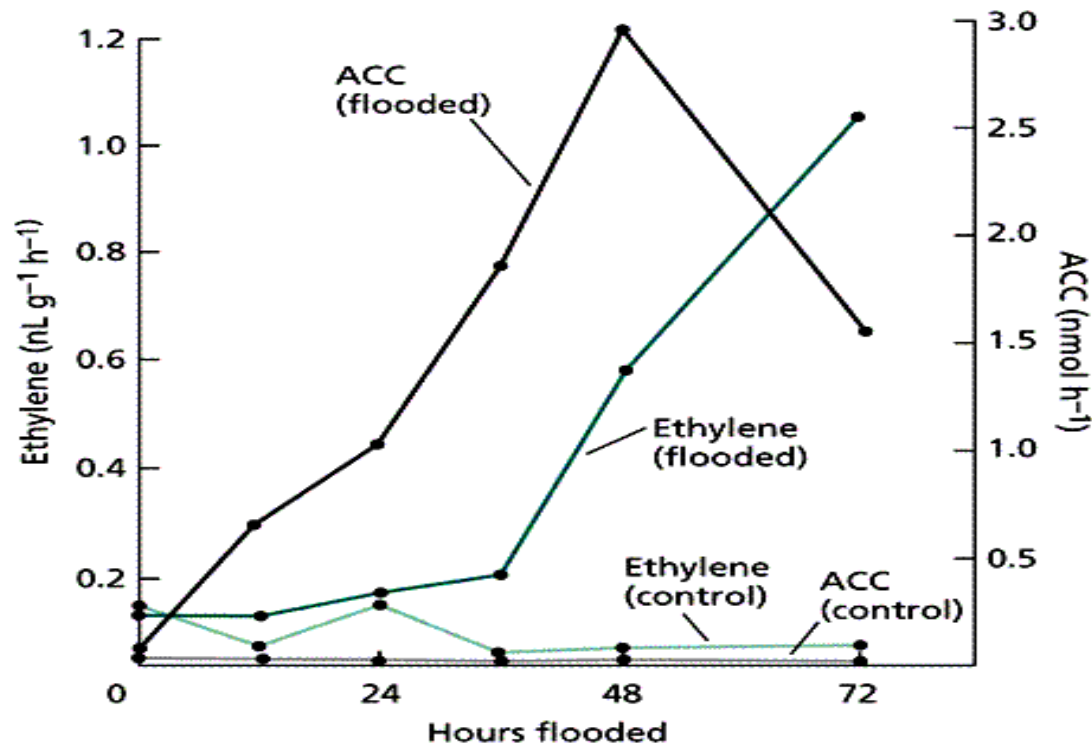
(A)



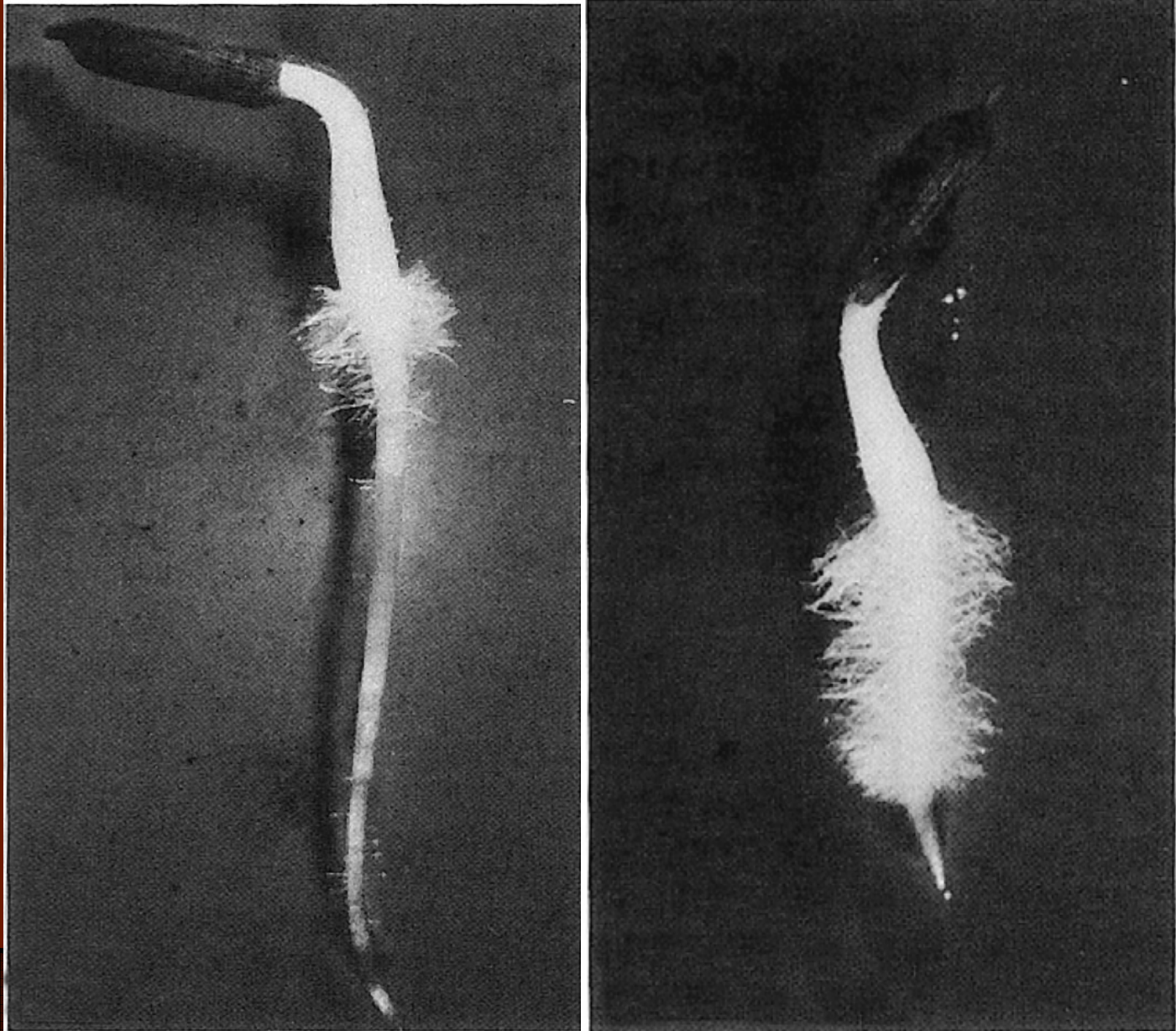
(B)



4. 促进菠萝开花和黄瓜开雌花
5. 促进橡胶、漆等次生物质的排出
6. 促进种子萌发



## 7 促进水淹时不定根的形成



- 由于乙烯是气体，应用上不方便，因此在农业中经常使用乙烯利（2 - 氯乙基膦酸），乙烯利在 $\text{pH} > 4.1$ 时可释放出乙烯，而植物细胞内 $\text{pH}$ 都大于4.1，因此在吸收后就可放出乙烯。

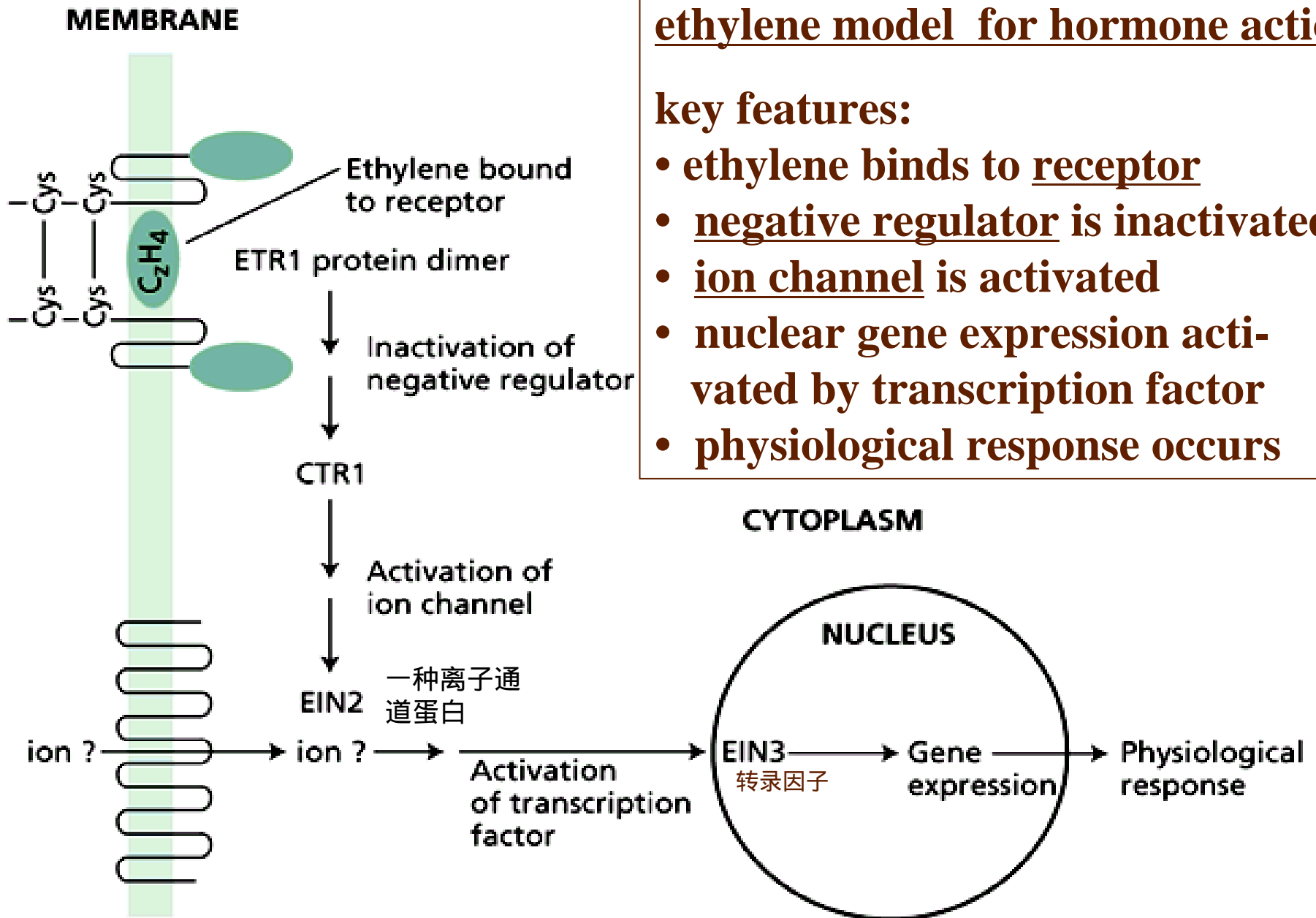
## 四 乙烯的作用机理——乙烯的信号转导

目前已在拟南芥中分离出乙烯的受体ETR - 1，它是一个二同源二聚体，每个单体上有两个功能域，一个与乙烯结合，一个与信号转导有关

# ethylene model for hormone action

## key features:

- ethylene binds to receptor
- negative regulator is inactivated
- ion channel is activated
- nuclear gene expression activated by transcription factor
- physiological response occurs



© 1998 Sinauer Associates, Inc.

乙炔的接受与作用模型

## 五 阻止乙烯形成的生物工程措施

1. ACC合成酶基因antisense RNA的导入，可阻止ACC合成酶的合成，不产生乙烯，在需要时外加乙烯可控制乙烯的成熟。
2. 导入ethr-1基因（该基因是在拟南芥中发现的，可拮抗ETR - 1的作用，即抑制乙烯与受体的结合），这样可长期保存水果
3. 导入ACC氧化酶的antisense RNA，同样抑制乙烯的产生
4. 化学抑制： $\text{Ag}^+ + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow [\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ 抑制乙烯作用



左：导入了反义ACC氧化酶基因RNA的西红柿，果实内乙烯含量仅为正常西红柿的5%，成熟后放置3周。

右：正常西红柿，成熟后放置3周

Ag<sup>+</sup> blocks  
endogenous  
ethylene action

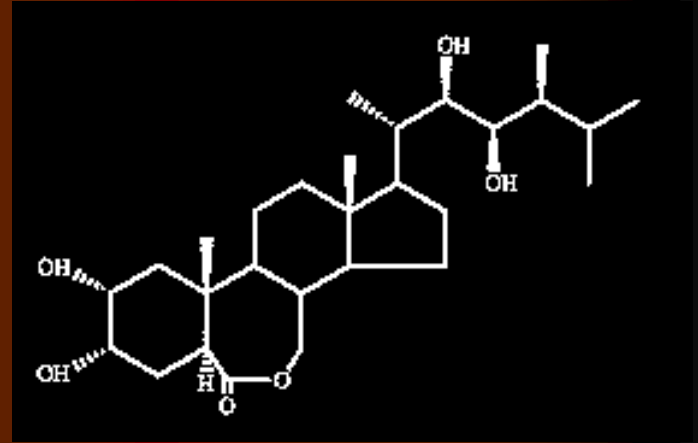


日本横滨市立大学与企业合作 开发出了合成氨基酸——乙基硫氢氨酸花卉保鲜剂。

## § 6 其它天然植物生长物质

- 除了上述五在类植物激素外，随着研究的深入，又在植物中发现了一些其它的与植物激素有相似功能的化合物，但未归入五在类之内：
  - 油菜素内酯 Brassinolide; BR
  - 多胺 Polyamine
  - 茉莉酸 Jasmonic acid; JA
  - 水杨酸 Salicylic acid; SA





## 油菜素内酯

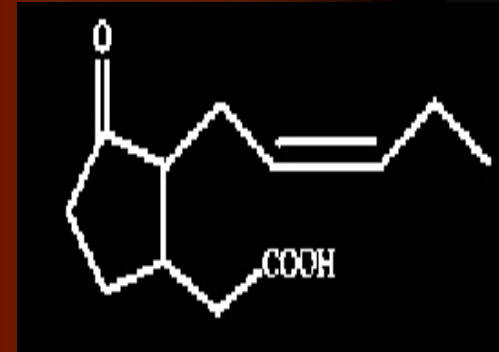
- 最早从油菜花粉中提取，普遍存在于高等植物中，存在于根茎叶、未成熟种子中，在花粉中含量最多。
- 促进细胞伸长，促进细胞分裂
- 促进光合作用
- 延缓衰老
- 提高植物的耐盐、耐冷、耐高温、抗病能力。

## ● 多胺

1. 可促进细胞分裂
2. 稳定膜的结构
3. 对各种胁迫具有抵御作用
4. 可以防止衰老

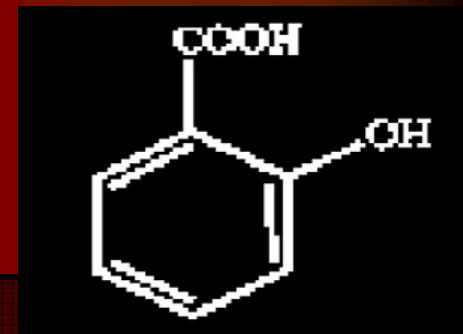
## ● 茉莉酸

- 促进衰老、抑制萌发与生长
- 抑制花芽形成、叶绿素合成与光合作用
- 提高植物的抗逆性、尤其是机械伤害和病虫害



## ● 水杨酸

- 可激活抗氰呼吸氧化酶基因，诱导抗氰呼吸，提高体温，增加抗病性；对天南星科海芋数开花时温度升高具有重要意义。
- 抑制乙烯合成
- 延长花期
- 抑制萌发



# § 7 生长抑制物质

- 生长抑制物质分两类：
  - 生长抑制剂：抑制顶端分生组织的生长，使植物丧失顶端优势，植株形态发生很大变化，外加GB不能逆转这种变化。这类物质有：脱落酸、肉桂酸、香豆素、水杨酸、绿原酸等（天然），三碘苯甲酸、整形素等（人工合成）
  - 生长延缓剂：使整株变小、生长缓慢、株型紧凑。这类物质全由人工合成，常用的有矮壮素CCC、B9、多效唑PP333，它们都通过抑制GB合成起作用，故外加GB可逆转其作用。