

Non-intervention de l'éthylène endogène dans la maturation de la cerise, fruit non-climactérique.

M.S. REID, J.C. PECH et A. LATCHÉ*

NON-INTERVENTION DE L'ETHYLENE ENDOGENE DANS LA MATURATION DE LA CERISE, FRUIT NON-CLIMACTERIQUE
M.S. REID, J.C. PECH et A. LACHE.

Fruits, Mars 1985, vol. 40, n° 3, p. 197-203.

RESUME - L'émission d'éthylène et la teneur en ACC (Acide 1-aminocyclopropane - 1-carboxylique), précurseur de l'éthylène, restent à des niveaux très faibles et ne subissent pas de variations pendant la maturation de 3 variétés de cerises. Un traitement au propylène ne provoque ni une accélération de la maturation, ni aucun accroissement de l'émission d'éthylène endogène, indiquant l'absence de production autocatalytique d'éthylène. L'application de thiosulfate d'argent, inhibiteur bien connu des effets de l'éthylène, sur l'arbre ou sur fruits détachés, ne retarde pas l'évolution de la maturation. Ces résultats permettent de conclure que l'éthylène émis en faible dose par un fruit non-climactérique tel que la cerise, n'intervient pas directement dans les processus de maturation.

INTRODUCTION

L'éthylène est connu depuis longtemps comme une hormone jouant un rôle décisif dans la maturation et la sénescence des fruits climactériques. Cependant, son rôle dans la maturation des fruits non-climactériques est encore mal connu (PRATT, 1975 ; Mc GLASSON et al., 1978 ; LIEBERMANN, 1979 ...). Certains auteurs considèrent ce rôle comme négligeable (COOMBE, 1979) alors que d'autres pensent que les faibles quantités d'éthylène émises par les fruits non-climactériques sont suffisantes pour initier la maturation (RHODES, 1971 ; REID, 1975).

Afin de contribuer à la résolution de ce problème, nous

avons étudié, dans le cas d'un fruit considéré comme non-climactérique (HARTMANN, 1971 ; BLANPIED, 1972 ; BIALE, 1981), tout d'abord l'évolution de l'émission d'éthylène et du contenu en ACC, précurseur de l'éthylène. Nous avons ensuite recherché si le propylène, analogue structural de l'éthylène, était capable d'induire une synthèse autocatalytique d'éthylène endogène. Enfin, les effets d'une application du complexe thiosulfate d'argent (VEEN et Van de GEIJN, 1978) sur l'évolution de la maturation ont été estimés.

MATERIEL ET METHODES

Matériel.

Les cerises utilisées dans cette expérimentation (*Prunus avium* L.) proviennent du verger expérimental de la SICA CEFEL de Montauban. Il s'agit des variétés Van, Hedel-

* - J.C. PECH et A. LACHE - Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Toulouse, 145, avenue de Muret - 31076 TOULOUSE Cedex
M.S. REID - En congé sabbatique - Professeur, Department of Environmental Horticulture, University of California, DAVIS, CA 95616 (USA).

fingen et des hybrides INRA V1359 (Hyb1) et V1360 (Hyb2).

Echantillonnage en fonction du stade de maturité.

Les fruits ont été cueillis en une seule récolte, le 27.06. 1984 et classés visuellement en 8 stades de maturité d'après leur couleur. Pour la variété Van, ces stades sont les suivants : 1 = jaune vert, 2 = jaune, 3 = jaune rose, 4 = rose jaune, 5 = rose, 6 = rose rouge, 7 = rouge rose, 8 = rouge. Pour les variétés hybrides Hyb1 et Hyb2, plus colorées à pleine maturité, les deux derniers stades correspondent à la notation suivante 7 = rouge ; 8 = rouge sombre.

Traitement au thiosulfate d'argent.

Le thiosulfate d'argent (TSA) préparé selon la méthode de REID et al., (1980) a été utilisée en trempage ou en pulvérisation sur l'arbre de la variété Hedelfingen au stade 3 = jaune rose.

Le trempage a été réalisé en plongeant le pédoncule des fruits pendant 12 heures dans une solution de TSA 2 mM dans l'eau. La quantité de solution ayant pénétré a été en moyenne de 160 μ l/fruit. Un lot témoin a été constitué par trempage des pédoncules dans l'eau pendant la même durée.

La pulvérisation sur l'arbre a eu lieu directement sur les fruits avec une solution de TSA 2 mM. Des fruits témoins ont été pulvérisés avec de l'eau.

Maturation après récolte en présence ou non de propylène.

Après récolte, les fruits ont été placés à 20°C dans un récipient de 1,5 litres dans lequel circule un courant d'air enrichi ou non en propylène (1000 ppm) à une vitesse de 11.h⁻¹. Le traitement au propylène a duré 24 heures.

Détermination de l'intensité de la couleur et de la teneur en ACC.

Des lots de 3 fruits dépourvus de leur noyau ont été broyés dans un homogénéisateur Polytron en présence de 75 ml du mélange méthanol - HCl 1,5 N (85 : 15, V/V). Après décantation ou centrifugation, l'intensité de la coloration du surnageant a été évaluée à 515 nm, longueur d'onde correspondant au maximum d'absorption des composés colorés de la cerise, essentiellement les anthocyanes (figure 1).

Les teneurs en ACC sont estimées dans l'extrait méthanolique à l'aide de la méthode de LIZADA et YANG (1979).

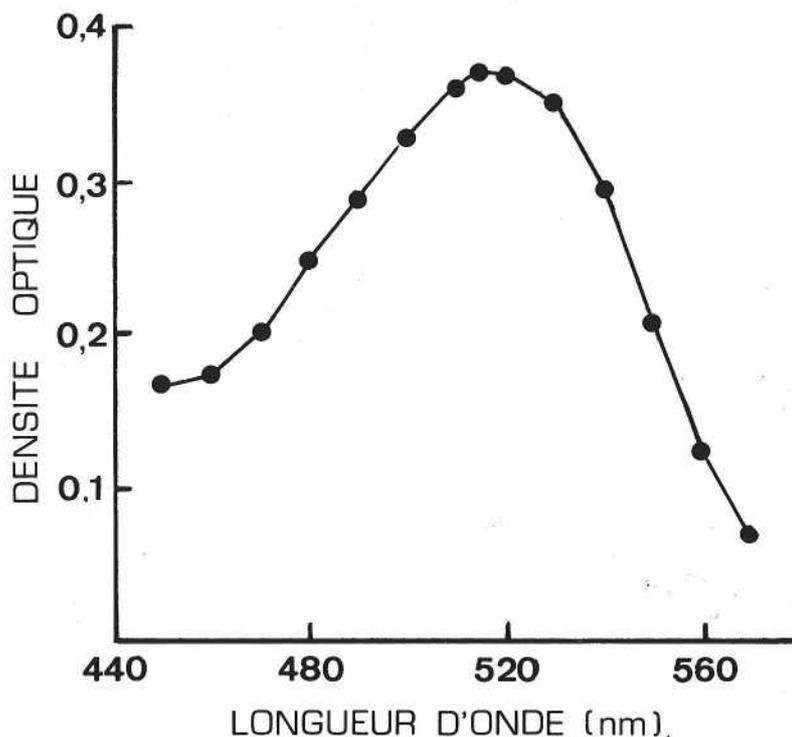


FIGURE 1 - Densité optique à différentes longueurs d'onde d'un extrait méthanol-acide chlorhydrique de cerises de la variété Van prélevées au stade 6 (rose-rouge).

Détermination de l'émission d'éthylène.

Les fruits prélevés à chaque stade de maturité ont été amputés de leur pédoncule près du point d'attache. Ils ont ensuite été placés individuellement dans un flacon en verre muni d'un septum et maintenus en confinement pendant 4 heures. L'éthylène émis par chaque fruit est évalué par chromatographie en phase gazeuse de 1 ml de gaz prélevé dans le flacon à l'aide d'une seringue (MANSOUR et al., 1982).

RESULTATS

Variations du poids et de la coloration.

Le poids des échantillons de fruits classés visuellement d'après la coloration est représenté dans la figure 2. Il montre que d'une façon générale, les fruits ont pratiquement terminé leur croissance au-delà du stade 4 = rose jaune. C'est à ce stade d'ailleurs que les anthocyanes commencent à s'accumuler de façon très intense surtout dans les variétés hybrides (figure 3).

Emission d'éthylène et teneur en ACC aux différents stades de maturité.

L'émission d'éthylène par les fruits à divers stades de maturité reste très basse, le plus souvent de l'ordre de 2 à 3 nmoles $g^{-1}.h^{-1}$. Une émission plus importante est observée pour la variété hybride 2 en début et en fin de maturation ainsi que pour la variété Van au dernier stade (figure 4).

Les teneurs en ACC sont également très faibles et ne dépassent que dans deux cas 0,4 nmoles g^{-1} de matière fraîche (figure 5).

Effets d'un traitement au propylène.

Après action du propylène (1000 ppm pendant 24 heures à 20°C) chez la variété Hedelfingen au stade 3, aucune modification de l'émission d'éthylène endogène n'a été observée. Celle-ci est demeurée constante à un niveau voisin de 3 nmoles $g^{-1}.h^{-1}$.

Le traitement au propylène n'a pas eu d'action significative sur l'évolution de la coloration (figure 6).

Action du thiosulfate d'argent.

Après pulvérisation avec TSA sur l'arbre de fruits de la variété Hedelfingen, aucune différence visuelle n'a pu être observée entre les fruits témoins et les fruits traités. Chez

ces derniers quelques taches de phytotoxicité dues au TSA ont été observées, mais leur évolution a été normale en ce qui concerne la coloration.

Ces observations ont été confirmées par des analyses plus précises effectuées sur la même variété après application du TSA par trempage du pédoncule. Le tableau 1 montre en effet que 5 jours après le traitement, le TSA n'a pas arrêté l'évolution de la couleur du fruit. De plus, le traitement au propylène associé à celui du TSA n'apporte également aucune modification par rapport aux témoins.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Les résultats présentés dans cette étude ont été obtenus en prélevant à un même moment les fruits à différents stades de maturité et en les classant visuellement en fonction de leur couleur. L'allure des courbes de variations de poids et de couleur indique que cette méthode permet d'avoir une bonne représentation de la maturation.

D'autres études sur les cerises (HARTMANN, 1971 ; BLANPIED, 1972) ont utilisé un échantillonnage à dates variables. Dans ce cas il faut s'assurer, en raison de la grande hétérogénéité de maturation, que les fruits prélevés constituent un échantillon moyen représentatif à chaque stade. Les dosages biochimiques qui s'en suivent reflètent alors des variations moyennes dont l'amplitude est atténuée par l'hétérogénéité des lots. Cette technique est bien adaptée à des comparaisons de traitements en vergers, par exemple, mais ne convenait pas dans notre cas.

L'émission d'éthylène par les fruits est toujours très faible ; elle est la plupart du temps d'environ 2 à 3 nmoles $g^{-1}.h^{-1}$, c'est-à-dire du même ordre de grandeur que celle trouvée par BLANPIED (1972) chez d'autres variétés de cerises ou que celle observée chez des fruits non-climactériques (BIALE, 1981). Les courbes de production d'éthylène présentent certaines irrégularités dues, soit à la pré-

TABLEAU 1 - Effets du thiosulfate d'argent et du propylène sur l'évolution de l'intensité de la coloration de cerises de la variété Hedelfingen. Chaque échantillon comporte 15 cerises (voir Matériel et Méthodes pour les traitements).

Date	Traitements	Coloration D.O. g^{-1}
27.06	Témoin	3.7
02.07	Témoin	6.0
	Témoin + propylène	6.7
	TSA	7.2
	TSA + propylène	6.7

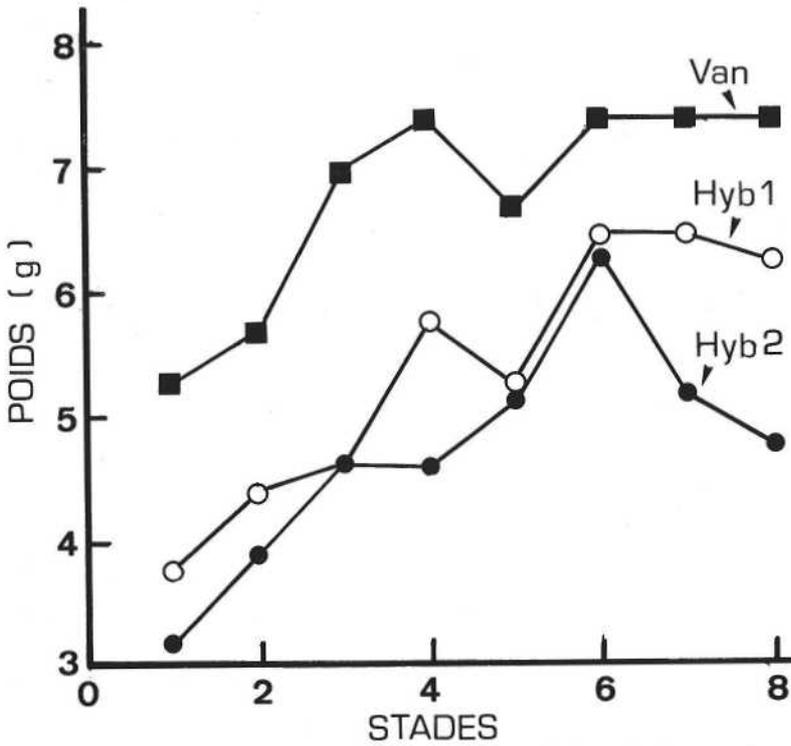


FIGURE 2 - Variations du poids de cerises de 3 variétés prélevées au même moment sur l'arbre (27.06.1984) et classées en 8 stades en fonction de la coloration visuelle (voir Matériel et Méthodes).

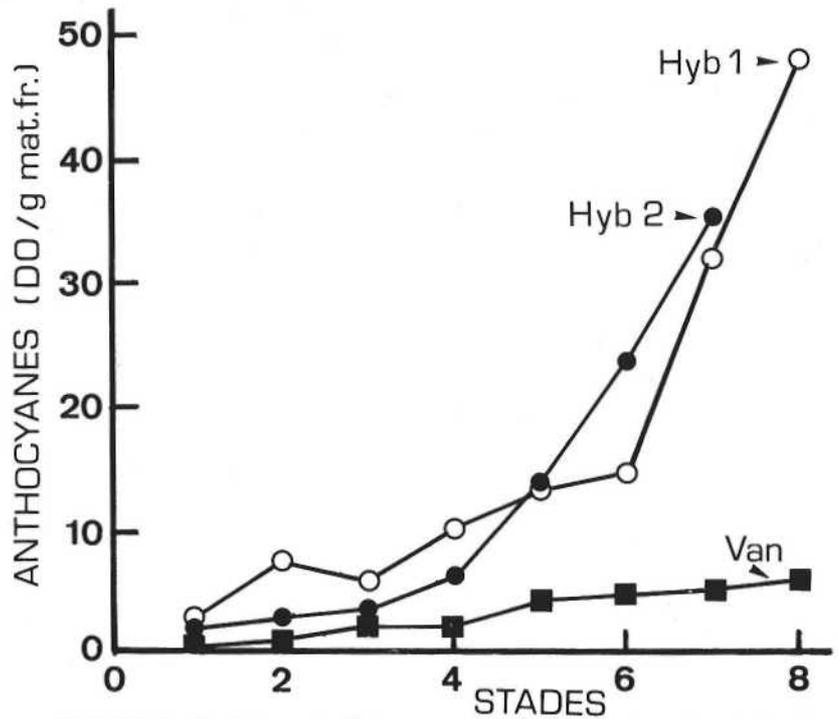


FIGURE 3 - Variations de l'intensité de la coloration de cerises de 3 variétés prélevées au même moment sur l'arbre (27.06.1984) et classées en 8 stades. L'intensité de la coloration a été mesurée sur un extrait méthanol-acide chlorhydrique (voir Matériel et Méthodes).

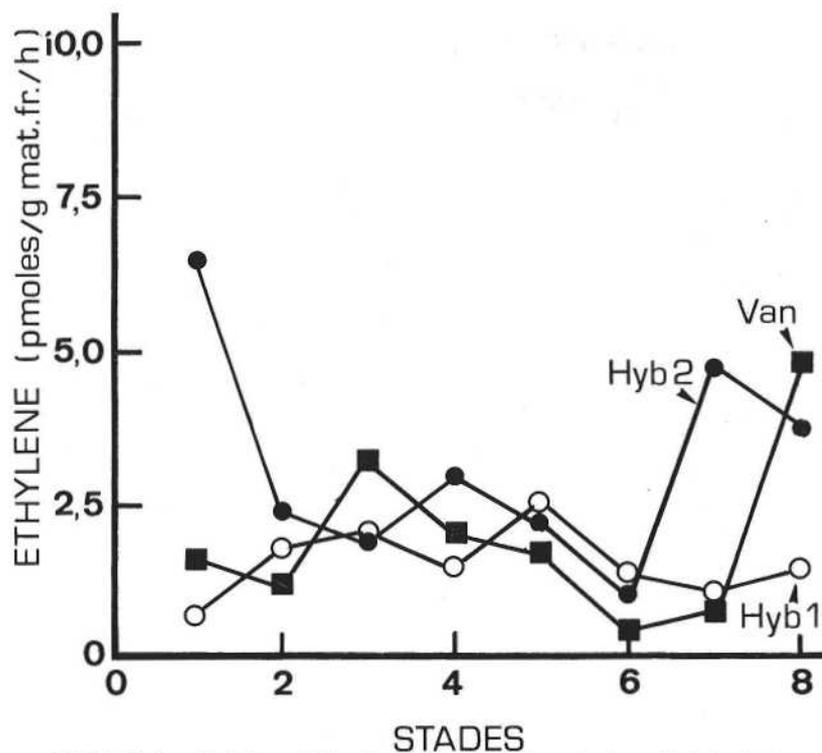


FIGURE 4 - Emission d'éthylène par des cerises de 3 variétés à différents stades de maturité. Les mesures ont été effectuées sur 3 cerises pour chaque stade et chaque variété.

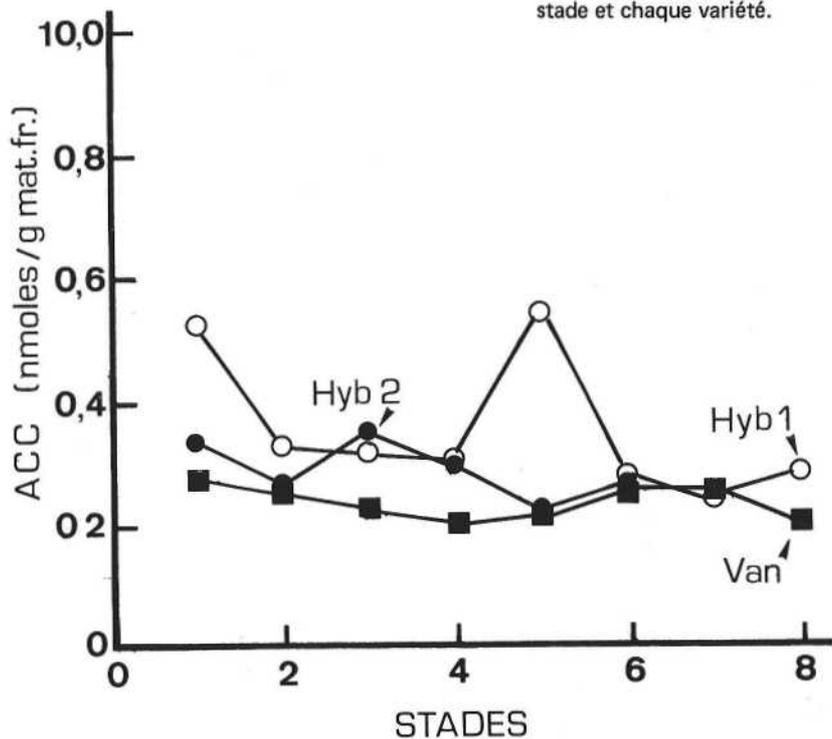


FIGURE 5 - Teneur en acide 1-aminocyclopropane-1-carboxylique (ACC) de cerises de 3 variétés à différents stades de maturité.

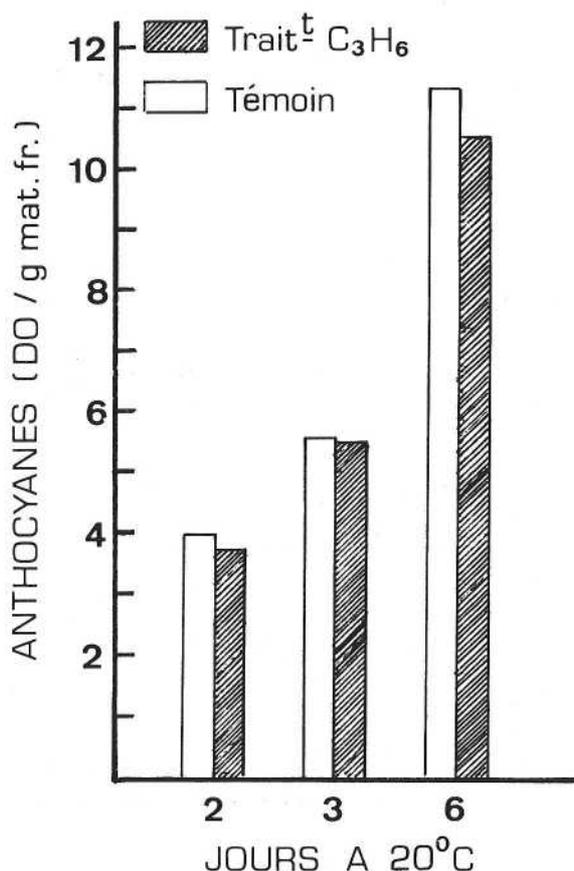


FIGURE 6 - Effet d'un traitement par le propylène pendant 24 heures sur l'intensité de la coloration de cerises de la variété Hedelfingen conservées à 20°C.

sence possible de blessures sur les fruits, soit à une augmentation réelle mais de faible amplitude de l'émission d'éthylène en fin de maturation pour les variétés hybrides 2 et Van. Un tel phénomène a été observé par BLANPIED (1972) chez certaines variétés. Cependant, en raison de sa faible amplitude et de l'absence de crise respiratoire au cours de la maturation sur l'arbre (LEBLOND, 1967) ou après récolte (HARTMANN, 1971) ce phénomène ne peut pas être assimilé à une crise climactérique. Cette affirmation est consolidée par le fait que le niveau d'ACC, précurseur immédiat de l'éthylène, est faible et ne subit pas de variations importantes comme dans le cas de fruits climactériques (HOFFMAN et YANG, 1980).

Le traitement au propylène préconisé par Mc MURCHIE et al. (1972) n'entraîne pas, comme chez les fruits climactériques, d'accélération de la synthèse endogène d'éthylène, indiquant l'absence de production autocatalytique de cette hormone. De même, aucune accélération de la maturation n'a été observée. Ces données sont en accord avec celles d'HARTMANN (1973) qui a montré que le traitement de

bigarraux Napoléon avec de l'éthylène exogène avant pleine maturité, bien que se traduisant par une accélération des échanges gazeux (CO₂ et O₂), n'entraîne pas de maturation. Les traitements à l'éthylène ou à l'éthephon avant maturité complète se traduisent parfois par une augmentation de la couleur des fruits (VIDAUD et ARCUSET, 1983 ; LOONEY, 1969). Il s'agit probablement là d'une modification partielle de la maturation correspondant seulement à l'accélération de la synthèse d'anthocyanes et non à un changement de l'ensemble des processus de maturation comme dans le cas de fruits climactériques. On peut également envisager que ces traitements modifient la physiologie de l'arbre et par conséquent la maturation des fruits.

Nous avons observé que l'ion Ag⁺⁺, connu pour ses effets bloquant l'action de l'éthylène (BAYER, 1976), n'a pas conduit à un arrêt de la maturation du fruit sur l'arbre ou détaché. Ce composé a été apporté sous forme de complexe thiosulfate d'argent dont la migration dans les tissus végétaux est très rapide (VEEN et Van de GEIJN, 1978) ce qui le rend très utile dans des études physiologiques (VEEN, 1983). On sait que l'ion Ag⁺ apporté par infiltration à des fruits climactériques comme les poires, retarde ou inhibe la maturation (JAMES et FRENKEL, 1978). L'absence d'effet de cet ion dans le cas d'un fruit non-climactérique comme la cerise indique que chez ce type de fruits, l'éthylène émis à de faibles quantités ne joue pas de rôle important dans le déclenchement et le déroulement de la maturation. Des résultats analogues ont été obtenus dans le cas de raisins de la variété Cardinal par CHAMPAGNOL à l'E.N.S.A.M. de Montpellier (communication personnelle). Ces résultats apportent une réponse à la question controversée du rôle de l'éthylène dans la maturation des fruits non-climactériques. On est donc amené à penser que dans ce cas ce sont d'autres hormones telles que l'AbA qui jouent un rôle décisif.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient très vivement M. JOURDAIN, Ingénieur CTIFL, SICA CEFEL Montauban, pour son aide dans la fourniture des échantillons et C. de la RIGAUDIERE pour son assistance technique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BEYER (E.M.). 1976.
A potent inhibitor of ethylene action in plants.
Plant Physiol., 58, 268-271.
- BLANPIED (G.D.). 1972.
A study of ethylene in apple, red raspberry and cherry.
Plant Physiol., 49, 627-630.
- COOMBE (B.G.). 1976.
The development of fleshy fruits.
Ann. Rev. Plant Physiol., 27, 207-228.

- HARTMANN (C.). 1971.**
Evolution de l'intensité respiratoire du fruit après cueillette. Présence ou absence d'une crise respiratoire en fonction de l'âge du fruit (cas de la cerise) ; signification de cette crise.
C.R. Acad. Sci., 273, 1570-1572.
- HARTMANN (C.). 1973.**
Les échanges gazeux de la cerise. Comportement du fruit cueilli soumis à l'action de l'éthylène.
Qual. Plant. Mater. Veg., 22, 261-268.
- HOFFMAN (N.E.) et YANG (S.F.). 1980.**
Changes of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid content in ripening fruits in relation to their ethylene production rates.
J. Amer. Soc. Hort. Sci., 105, 492-495.
- JAMES (H.W.) et FRENKEL (C.). 1978.**
Inhibition of ripening processes in pears by inhibitors of cyanide - resistant respiration and by silver.
J. Amer. Soc. Hort. Sci., 103, 394-397.
- LEBLOND (C.). 1967.**
Evolution de l'intensité respiratoire de fruits de *Cerasus duracina* D.C. au cours de leur croissance, de leur maturation et de leur sénescence sur l'arbre.
C.R. Acad. Sci., 264, 3002-3005.
- LIEBERMANN (M.). 1979.**
Biosynthesis and action of ethylene.
Ann. Rev. Plant Physiol., 30, 533-591.
- LIZADA (M.C.C.) et YANG (S.F.). 1979.**
A simple and sensitive assay for 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid.
Anal. Biochem., 100, 140-145.
- LOONEY (M.E.). 1969.**
Regulation of sweet cherry maturity with succinic acid 2,2-dimethyl hydrazide (Alar) and 2-chloroethylphosphonic acid (Ethrel).
Can. J. Plant Sci., 49, 625-627.
- MANSOUR (R.), LATCHE (A.) et PECH (J.C.). 1982.**
Extraction et dosage de l'acide 1-aminocyclopropane-1-carboxylique, précurseur de l'éthylène, dans la pomme Golden Delicious. Mise en évidence de gradients.
Fruits, 37, 785-791.
- Mc GLASSON (W.B.), WADE (N.L.) et ADATO (I.). 1978.**
Phytohormones and fruit ripening.
in : *«Phytohormones and related compounds - A comprehensive treatise»*, vol. II, Chap. 10, Letham, Goodwin et Wiggins eds, Elsevier, p. 447-493.
- Mc MURCHIE (E.J.), Mc GLASSON (W.B.) et EAKS (I.L.). 1972.**
Treatment of fruits with propylene gives information about the biogenesis of ethylene.
Nature, 237, 235-236.
- PRATT (H.K.). 1975.**
The role of ethylene in fruit ripening.
in : *«Facteurs et régulation de la maturation des fruits»*. Colloque intern. C.N.R.S., Ulrich éd., Paris, p. 153-160.
- REID (M.S.). 1975.**
The role of ethylene in the ripening of some unusual fruits.
in : *«Facteurs et régulation de la maturation des fruits»*. Colloque intern. C.N.R.S., Ulrich éd., Paris, p. 177-182.
- REID (M.S.), PAUL (J.L.), FARHOOMAND (M.B.), KOFRAMEK (A.M.) et STABY (G.L.). 1980.**
Pulse treatments with the silver thiosulfate complex extend the vase life of cut carnations.
J. Amer. Soc. Hort. Sci., 105, 25-27.
- RHODES (M.J.C.). 1971.**
The climacteric and ripening of fruits.
in : *«The Biochemistry of fruits and their products»*, vol. I, Hulme éd., Academic Press, p. 521-533.
- VEEN (H.). 1983.**
Silver thiosulfate : An experimental tool in plant science.
Scientia Horticulturae, 20, 211-224.
- VEEN (H.) et Van de GEIJN (S.C.). 1978.**
Mobility and ionic form of silver as related the longevity of cut carnations.
Planta, 140, 93-96.
- VIDAUD (J.) et ARCUSET (P.). 1983.**
Récolte mécanique des cerises : point actuel sur les possibilités d'emploi des substances de croissance.
in : *«Les substances de croissance et leurs utilisateurs en Agriculture»* Colloque COLUMA, Paris, vol. II, p. 576-582.





E. E. AZOULAY & C°

tous les fruits
exotiques

2. rue des Tropiques
E 108-94538 RUNGIS Cedex
tél. 687.25.40 · télex 270079