

Le brunissement interne de l'ananas.

V.- Recherches des moyens de lutte.

C. TEISSON, J.J. LACOEUILHE et J.C. COMBRES*

LE BRUNISSEMENT INTERNE DE L'ANANAS
V.- RECHERCHES DES MOYENS DE LUTTE

C. TEISSON, J.J. LACOEUILHE et J.C. COMBRES (IRFA)

Fruits, Juin 1979, vol. 34, n° 6, p.399-415.

RESUME - Recherches pour diminuer la sensibilité des fruits par voie génétique, micro-climatique et surtout par la nutrition minérale. Importance de la fumure potassique à l'approche de l'induction florale, supériorité du chlorure sur le sulfate. Essais pour empêcher l'expression des symptômes, en particulier par limitation des échanges gazeux et thérapie.

Cet aspect du problème a constitué une part primordiale de nos travaux et, dans sa première phase, a été abordé avec peu de connaissances théoriques sur le problème. Des techniques très diverses ont donc été essayées, nous les signalerons toutes, mais celles qui n'ont pas entraîné d'effet ou qui ont donné des résultats non reproductifs ne le seront que très succinctement.

Dans la mesure du possible, on a déterminé les répercussions de ces techniques, au jour de la récolte, sur les éléments de la composition du fruit liés au BI et en particulier acidité titrable et acide ascorbique.

On a déterminé également les teneurs en éléments minéraux qui sont analysables en grande série, afin de rechercher ceux qui pourraient être liés au BI.

Parce que les solutions qu'ils impliquent présentent des impératifs très différents, on a distingué deux types de traitements :

* traitements avant récolte, visant à produire des fruits moins sensibles au BI,

- traitements après récolte, visant à empêcher le développement du BI.

ACTION SUR LA SENSIBILITÉ DES FRUITS

Action des facteurs génétiques.

Nous avons vu que la sensibilité au BI était différente suivant les variétés et qu'elle pouvait s'expliquer, mais en partie seulement, par la richesse des fruits en acide ascorbique.

Eviter le BI par des moyens génétiques serait évidemment la solution la plus radicale. Elle peut s'envisager à deux niveaux :

- la sélection des clones peu ou pas sensibles au BI,
- l'hybridation entre la variété 'Cayenne lisse' qui présente de nombreux avantages et des variétés plus riches en acide ascorbique.

Au cours de toutes les simulations de transport réalisées en période de forte sensibilité au BI, nous avons pu observer deux fruits, soit en trois ans : 0,4 pour mille, indemnes de brunissement. Les couronnes de ces ananas ont été mises en

* - C. TEISSON et J.C. COMBRES - IRFA - 01 B.P. 1740 - Abidjan Côte d'Ivoire.
J.J. LACOEUILHE - IRFA - B.P. 153 - 97200 Fort de France (Martinique).

multiplication et les fruits de la première génération suivante ont été observés. Ils ne présentaient pas de brunissement interne ou de légères traces, mais d'origine imprécise : bien que d'aspect correspondant à celui du BI, elles étaient localisées au centre des yeux comme les taches noires. Ces quelques fruits, ayant subi des simulations de transport, n'ont pu être analysés le jour de la coupe. A l'observation, ils présentaient une activité oxydative et une teneur en acide ascorbique comparables à celles des fruits frais. L'origine exacte de leur résistance est inconnue.

Les quelques hybridations réalisées entre les variétés 'Cayenne lisse' et 'Perolera' ont montré qu'il était facile d'obtenir des hybrides riches en acide ascorbique. Cette voie est donc prometteuse.

Action de la nutrition minérale.

La composition de l'ananas étant très dépendante de la nutrition minérale, cet aspect a retenu une part importante de notre attention.

On rappelle que les doses dites classiques de fumure par plant sont les suivantes :

- avant plantation : 2 g P₂O₅, 4,3 g CaO et 2,5 g MgO sous forme de phospat et de dolomie,
- après plantation : 4 g N et 10 g K₂O sous forme d'urée et de sulfate de potasse, en pulvérisation sur le feuillage, aux dates théoriques suivantes : 40, 75, 105, 130, 150, 165 et 180 jours après plantation, le traitement d'induction florale (TIF) ayant théoriquement lieu à 195 jours.

Dans certains cas, on a été amené à utiliser des fruits produits en cycle long avec traitement de floraison à 274 jours et doses doubles d'engrais.

Aucune différence nette sur le BI n'a été observée en comparant des fumures nulle, organique ou minérale classique, que ce soit sous forme liquide ou solide. Les éléments minéraux ont donc été étudiés individuellement.

Fumure azotée.

On sait que l'azote est l'élément essentiel pour la croissance de l'ananas et qu'il a, par ailleurs, un effet dépressif sur l'acidité des fruits. Ce double rôle justifie le nombre d'essais entrepris sur ce sujet.

Pour déterminer l'effet de la dose globale, une gamme très large a été testée en utilisant toujours l'urée en pulvérisations comme source d'azote. Que ce soit en cycle court ou long, l'augmentation de la fumure azotée diminue nettement l'acidité titrable et l'acide ascorbique. L'effet sur le brunissement n'est visible que dans le cas d'un cycle long et on observe une tendance à l'augmentation du BI avec celle de la dose d'azote (tableau 30).

Fumure potassique.

Nous avons vu que, d'après plusieurs auteurs, la potasse a tendance à augmenter l'acidité des fruits et que celle-ci est corrélée, par l'intermédiaire de l'acide ascorbique, au BI

Son action bénéfique sur la teneur en acide ascorbique est d'ailleurs bien connue, que ce soit sur l'ananas (SU, 1969), la tomate (ANAND et MUTUKRISHNAN, 1974) ou l'oignon (CECCONI et VIDRICH, 1971). D'autre part, dans certains cas, la potasse aurait un effet dépressif sur les activités Per Ox et P.O. (PANDALAI et NAGARAJAN, 1972), responsables des brunissements.

● Fumure après traitement de floraison.

Les premières améliorations avaient été obtenues par M.-A. et Renée TISSEAU (1971) à l'aide d'applications solides de 3 g de K₂O, réalisées après le traitement d'induction florale (TIF). Les résultats obtenus avaient été variables, nous les avons donc vérifiés dans trois essais différents. Les applications de potasse, égales aux précédentes, étaient réalisées à 2, 4, 8 ou 12 semaines après le traitement de floraison, sous forme de pulvérisations de sulfate de potasse.

Des trois essais entrepris, il ne se dégage aucun effet net sur le BI (tableau 31).

TABLEAU 30 - Influence de la fumure azotée sur la composition du fruit et le brunissement interne.

cycle	dose N en g	acidité méq 100	acide ascorbique μ M	p. 100 fruits atteints	note BI
court	1	7,9	203	100	0,96
	2	6,5	182	91,7	1,68
	3	6,6	139	85,7	0,94
	4	5,5	112	79,2	0,95
long récolte le 6.3.73	2	8,7	336	95,8	0,9
	4	8,1	247	91,7	1,2
	6	7,6	257	83,3	1,3
	8	6,9	268	93,3	1,1
long récolte 6.6.74	4	8,6	538	100	1,7
	6	6,5	442	100	2,6

TABLEAU 31 - Influence d'apports supplémentaires de potasse après induction florale, sur la composition du fruit et le BI.

essai		Date d'apport de 3 g K ₂ O en semaines après TIF					
		témoin	0	2	4	8	12
1	acidité méq 100	11,2	11,8	11,9	11,7	11,9	12,1
	p. 100 fruits atteints	91,7	91,7	95,8	87,5	75,0	83,4
	note BI	1,6	1,7	1,5	1,7	1,8	1,2
2	acidité méq 100	9,8	10,9	11,1	10,2	10,6	10,3
	p. 100 fruits atteints	95,8	95,8	87,5	70,8	83,3	95,8
	note BI	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5
3	p. 100 fruits atteints	100	100	100	100	100	100
	note BI	2,8	2,5	2,9	2,8	3,3	3,6

Un autre essai de ce type a été recommencé avec des doses plus fortes : deux pulvérisations à 2 et 3 mois après TIF, apportant 5 g de K₂O. Ces applications ont été également réalisées en association avec de l'acétate de calcium et de l'acide borique.

Les effets sur la composition minérale du fruit ont été nets (tableau 32). L'apport de K enrichit la couronne en cet élément et diminue Mg par effet antagoniste. Un antagonisme de K sur Ca se fait sentir lorsqu'on apporte à la fois ces deux éléments. Lorsqu'on ajoute du B, c'est l'effet inverse qui se produit, l'absorption de Ca est facilitée et celle de K ralentie.

La potasse seule a un effet très léger sur le brunissement interne ; cet effet est plus net lorsqu'elle est associée avec le calcium (tableau 33). La présence de bore qui, on le verra, augmente le BI, détruit cet effet bénéfique.

● Fumure avant traitement de floraison.

Un nombre important d'essais a été entrepris sur ce sujet, où seule la quantité de potasse variait, les dates d'applications et les doses d'azote en particulier restant constantes.

Le premier réalisé présentait un éventail très large de doses de K appliquées en pulvérisation sous forme de sulfate. Il a montré une relation évidente entre le niveau de la fumure potassique et l'intensité du BI (tableau 34). Une fumure cinq fois plus faible (2 g) que la fumure classique (10 g) a très nettement augmenté le brunissement interne, alors qu'une fumure beaucoup plus forte (18 g) l'a maintenu au niveau de traces.

Cette diminution du brunissement interne s'accompagne d'un enrichissement en acide ascorbique, qui atteint un

TABLEAU 32 - Effet, sur la composition minérale des couronnes, d'apports de sulfate de potassium, associé ou non à de l'acétate de calcium et à de l'acide borique après induction florale.

traitement	analyses minérales des couronnes à la récolte								
	p. 100 de m.s.					p.p.m. de m.s.			
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	B
témoin	1,22	0,299	2,52	0,664	0,383	18	244	257	17,2
+ K	1,27	0,299	3,03	0,710	0,348	12	233	247	18,8
+ K+Ca	1,11	0,243	2,95	0,765	0,325	13	206	218	17,4
+ B+K+Ca	1,18	0,304	2,70	0,977	0,402	15	236	196	27,6

TABLEAU 33 - Influence, sur la composition du fruit et le brunissement interne, d'apports, après induction florale, de potassium associé ou non à du calcium et du bore.

traitement	acide ascorbique en μ M	p. 100 fruits atteints	note BI
témoin	285	100	2,1
+ K	280	100	1,8
+ K+Ca	283	100	1,4
+ B+K+Ca	307	100	1,9

TABLEAU 34 - Influence, sur la composition du fruit et le brunissement interne, de la dose de potasse appliquée avant induction florale.

dose K ₂ O en g	observations à la récolte			après simulation de transport		
	acidité méq 100	acide ascorbique en μ M	Pot. Redox mv	Pot Redox mv	p. 100 fruits atteints	note BI
2	5,1	229	+ 49	+ 172	100	2,0
10	6,0	249	+ 31	+ 109	100	1,1
18	7,6	408	+ 26	+ 78	100	0,6

TABLEAU 35 - Effet, sur la composition minérale des feuilles, de la dose de potasse appliquée avant induction florale.

dose K ₂ O en g	analyse foliaire (p. 100 de m.s.)									
	à 4 mois					à 6 mois 1/2 · TIF				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
2	1,36	0,111	1,77	0,192	0,241	1,56	0,135	1,60	0,162	0,244
10	1,28	0,115	2,48	0,187	0,225	1,47	0,134	2,86	0,154	0,203
18	1,28	0,197	2,96	0,177	0,223	1,42	0,135	3,67	0,152	0,197

TABLEAU 36 - Effet, sur la composition minérale du jus, de la dose de potasse appliquée avant induction florale.

dose K ₂ O en g	composition minérale du jus en mg/l							
	N. total	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Fe/Mn
2	401	44	811	47	129	0,77	1,01	0,76
10	325	37	1205	37	129	1,16	0,82	1,41
18	295	38	1515	32	123	0,89	0,69	1,29

niveau très élevé pour la saison où a été récolté l'essai.

La vigueur de l'action de la potasse, dans cet essai, trouve son explication dans les analyses minérales aussi bien des feuilles en cours de végétation (tableau 35), que du jus (tableau 36).

Avec la dose de 2 g, le niveau foliaire du potassium est carenciel. Avec 10 et même 18 g, les taux de K restent encore inférieurs à la normale et l'effet correspond donc plus à l'effet d'une correction de carence.

Après ce résultat encourageant, de nombreux essais de confirmation, légèrement différents dans leur réalisation, ont été entrepris (tableau 37). Dans certains essais (5 et 6), la forte fumure potassique a eu, au contraire, l'effet, assez surprenant, d'augmenter le brunissement interne. Dans tous les autres cependant, la tendance à l'amélioration a été plus ou moins nette. L'effet le plus important a été obtenu, non pas avec les plus fortes doses essayées, mais en augmentant la fumure potassique juste avant le traitement d'induction

florale (essai 3). Cette voie n'a pas été complètement explorée à ce jour, mais elle pourrait permettre d'améliorer les résultats obtenus, en diminuant la dose efficace. Dans tous ces nouveaux essais, il n'y a pas eu d'effet net sur la teneur en acide ascorbique.

- Forme de la fumure potassique.

Le BI a été également comparé dans des fruits ayant reçu la potasse sous forme soit de chlorure, soit de sulfate.

Dans un premier temps, trois modes d'application ont été testés : pulvérisation, apport solide à l'aisselle des vieilles feuilles ou au sol. Le chlorure de potasse a très nettement augmenté la teneur en acide ascorbique et, par voie de conséquence, diminué le brunissement interne (tableau 38). Il a malheureusement eu un effet dépressif sur le poids du fruit de près de 100 g (LACOEUILHE, 1978). On rappelle que les essais sur le BI sont réalisés avec des fruits de poids identiques et que cet effet sur le poids n'a pas pu interférer

dans nos observations.

Les essais entrepris avec le sulfate ayant montré que les apports réalisés à l'approche du TIF sont les plus efficaces et afin de diminuer l'incidence dépressive du chlorure sur le poids du fruit, un essai a été entrepris en apportant des formes différentes de potasse pendant la première ou la deuxième moitié de la phase végétative, tout en conservant des doses totales de 10 g de K_2O (LACOEUILHE, 1978). Les résultats résumés dans le tableau 39 sont particulièrement intéressants.

La réalisation des derniers apports de potasse sous forme de chlorure permet de conserver intégralement l'enrichissement en acidité titrable et en acide ascorbique, il diminue sensiblement le BI, mais sans entraîner d'effet dépressif sur le poids du fruit.

Plusieurs autres essais ont été entrepris sur ce thème du remplacement du sulfate de potasse par le chlorure. Ils ont confirmé l'effet bénéfique du chlorure sur le BI. Une publication détaillée sur ce sujet sera réalisée ultérieurement.

Fumure phosphatée.

Des apports supplémentaires de phosphore à 2 g par plant sous forme de phospal, avant plantation, ou de phosphate monopotassique en pulvérisation, après l'induction florale, n'ont eu aucun effet sur la composition des fruits et le BI, alors que, d'après SU (1969), on pouvait s'attendre à un enrichissement en acide ascorbique des fruits.

Fumure calcique.

Le calcium diminue souvent les désordres physiologiques dans lesquels intervient l'intensité respiratoire (FAUST, 1974), comme c'est le cas, semble-t-il, dans le BI de l'ananas. Par ailleurs, des applications de calcium sur les pommes diminuent le «bitter pit» et le brunissement interne.

Des apports supplémentaires de calcium par rapport à la fumure de fond classique ont été réalisés :

- en pulvérisations sous forme soluble et assimilable (acétate

TABLEAU 37 - Influence, sur le brunissement interne, des différents essais doses de potasse réalisés

essai	traitement	observations	ac. asc. μM	p. 100 fruits atteints	note BI
1	10,5 g K_2O 30 g K_2O	cycle en 14 mois	244	100	1,5
			301	100	0,8
2	10 g K_2O 20 g K_2O + 400 mg Fe^{2+}	sec	176	100	2,3
			233	100	1,7
3	10 g K_2O 18 g K_2O 26 g K_2O 10 g K_2O + 8 g av. TIF 10 g K_2O + 8 g ap. TIF	4 appl. dans les 6 semaines av. TIF 4 appl. dans les 6 semaines ap. TIF	210	100	2,3
			210	100	1,8
			193	100	2,2
			192	100	1,1
4	10 g K_2O 10 g K_2O	sec irrigué sec irrigué	233	100	2,4
			227	100	2,1
			244	100	2,0
			250	100	1,6
5	11 g K_2O 15,7 g K_2O	réalisé à Tiassalé	335	100	1,7
			284	100	2,5
6	10 g K_2O 20 g K_2O + 400 mg Fe^{2+}	irrigué	204	100	1,8
			221	100	2,3

TABLEAU 38 - Influence, sur la composition du fruit et le brunissement interne, de la forme d'apport de potassium.

forme de l'engrais potassique	mode d'application	acidité meq 100	acide ascorbique μM	note BI
sulfate	pulvérisation	7,4	190	1,7
	aiss. vieilles feuilles	8,6	220	1,7
	sol	7,0	208	1,5
chlorure	pulvérisation	9,7	316	0,5
	aiss. vieilles feuilles	8,3	323	0,8
	sol	9,1	312	0,6

TABLEAU 39 - Influence sur le fruit et le brunissement interne de formes d'apport de potasse variables suivant l'âge du plant.

forme d'apport de la potasse	poids du fruit	acidité meq %	acide ascorbique μM	note BI
10 g K_2O en sulfate	1409	7,8	181	1,0
10 g K_2O en chlorure	1340	10,9	305	1,2
5 g K_2O en sulfate puis 5 g K_2O en chlorure	1402	10,1	287	2,0
5 g K_2O en chlorure puis 5 g K_2O en sulfate	1350	10,4	301	2,1

de calcium), après TIF,
- en apports de chaux à la plantation.

Dans le premier cas, 2,8 g de CaO étaient apportés en deux pulvérisations à 2 et 3 mois après TIF. L'enrichissement des fruits en calcium est très net, mais aucun effet n'est visible sur le BI (tableaux 40 et 41).

Dans le deuxième cas, les apports à la plantation n'ont été, en fait, réalisés que pendant deux cycles, trois ans avant celui qui a servi à l'étude sur le BI. Il s'agit donc en réalité d'un essai rémanence. Les doses ont cependant été suffisamment fortes pour que l'enrichissement du sol en Ca et l'augmentation du pH soient encore notables au cours du cycle étudié (tableau 42). Elles étaient en effet, suivant les traitements, de :

TABLEAU 40 - Analyses minérales des couronnes à la récolte en fonction d'apports supplémentaires de calcium.

traitement	p. 100 de m.s.					p.p.m. de m.s.			
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	B
témoin	1,22	0,299	2,58	0,664	0,383	18	244	257	17,2
+ 2,8 g CaO	1,22	0,357	2,59	1,025	0,436	13	205	247	19,6

TABLEAU 41 - Influence, sur la composition du fruit et le BI, d'apports supplémentaires de calcium.

traitement	acide ascorbique en μM	note BI
témoin	285	2,1
+ 2,8 g CaO	226	2,0

TABLEAU 42 - Effet, sur les caractéristiques du sol, de différents apports de calcium.

caractéristiques du sol	traitement (doses et modalités ci-après)				
	1	2	3	4	5
carbone en p. 100	1,23	1,17	1,17	1,18	1,22
azote total en p. 100	0,74	0,69	0,69	0,66	0,73
C/N	16,6	17,1	17,1	17,7	16,6
Ca échangeable en méq p. 100	0,61	2,19	4,02	7,88	0,83
Mg échangeable en méq p. 100	0,29	0,53	0,47	0,35	0,24
K échangeable en méq p. 100	0,07	0,18	0,15	0,21	0,10
Somme cations en méq p. 100	0,98	2,90	4,65	8,44	1,17
capacité de fixation en méq p. 100	8,08	7,55	7,47	7,40	7,83
coefficient de saturation	12	63	163	114	15
pH	4,33	5,91	5,91	6,94	4,48
phosphore assimilable en p. 100 P_2O_5	0,08	0,10	0,10	0,09	0,007

1. 0 t/ha/cycle
2. 2,5 t/ha/cycle de CaO sous forme de chaux, au sol
3. 5,0 t/ha/cycle de CaO sous forme de chaux, au sol
4. 10 t/ha/cycle de CaO sous forme de chaux, au sol
5. 5,0 t/ha/cycle de CaO sous forme de plâtre, à l'aiselle des feuilles.

L'apport de plâtre à l'aiselle des feuilles n'a eu pratiquement aucun effet sur les caractéristiques du sol (tableau 42).

C'est dans le dernier traitement que le BI a été le plus faible (tableau 43). On peut remarquer que les différents traitements se classent, en fonction du BI croissant, dans l'ordre 5-2-3-4-1, alors que, dans les cycles précédents, l'ordre, en fonction des teneurs foliaires croissantes en Ca, était toujours, 1-5-2-3-4. Il serait donc possible qu'il y ait un effet favorable du calcium à faible dose.

TABLEAU 43 - Influence, sur la composition du fruit et le BI, de différentes doses de calcium.

traitement	p. 100 de fruits atteints	note BI
1	100	2,5
2	100	1,7
3	100	2,0
4	100	2,2
5	100	1,5

Lorsqu'il a une action favorable, le calcium peut agir, non pas par lui-même, mais par son effet dépressif sur l'absorption des oligo-éléments et en particulier sur le fer et le manganèse.

Effets des oligo-éléments.

Le fer et le cuivre font partie intégrante respectivement des peroxydases et des phénoloxydases. Leur présence est donc indispensable à l'existence des activités enzymatiques correspondantes et leur carence entraîne souvent une diminution de ces activités (BROWN et HENDRICKS, 1952 ; BAR AKIVA et SAGIV, 1969 ; BAR AKIVA et al., 1969).

Le manganèse est un stimulateur efficace de l'activité oxydative des peroxydases sur l'AIA, activité comparable à celle qui intervient dans le BI.

Il est considéré, par SIDERIS et YOUNG (1949), comme un antagoniste puissant de l'absorption du fer chez l'ananas, mais cette action n'a pas été tout à fait confirmée au Cameroun et en Côte d'Ivoire (MARCHAL, 1971).

Fer.

Des pulvérisations apportant 400 mg de fer sous forme de sulfate ferreux, avant ou après traitement d'induction florale et en association ou non avec de l'acide citrique pour empêcher l'oxydation en fer ferrique, n'ont pas eu d'effet répétitif sur le BI. Seul, le premier essai a eu un effet favorable ; les quatre autres essais entrepris n'en ont eu aucun.

Cuivre.

Des pulvérisations sous forme de sulfate cuivrique, apportant 30 mg de cuivre par plant après traitement de floraison ou 200 mg avant celui-ci, n'ont eu aucun effet sur le BI.

Manganèse.

Des doses de 0,64 à 8 g, appliquées en pulvérisations sous forme de sulfate, n'ont eu aucune action.

Bore.

Le bore est un oligo-élément très important pour les plantes et sa carence entraîne souvent des problèmes de qualité sur les fruits.

Deux applications d'acide borique, 2 et 3 mois après TIF, apportant 50 mg de B₂O₅ par plant, ont entraîné une augmentation du BI (tableau 44).

TABLEAU 44 - Influence, sur la composition du fruit et le BI, d'apports de bore sur la plante

traitement	acide ascorbique en μ M	note BI
témoin	285	2,1
+ 50 mg B	319	2,7

D'après les analyses minérales, l'enrichissement de la couronne en bore s'est accompagné d'une élévation de P et Ca, avec tendance à l'antagonisme sur K et effet dépressif sur Mn (tableau 45). On ne voit guère comment une diminution aussi faible de la potasse pourrait expliquer l'augmentation du BI, d'autant plus que l'acide ascorbique est légèrement augmenté par rapport au témoin, comme c'est le cas dans la pomme (DUBE et al., 1973). Le bore pourrait donc avoir un effet métabolique propre.

Zinc.

Des pulvérisations bimensuelles de zinc, sous forme de sulfate apportant un total de 400 mg de Zn par plant, ont sensiblement réduit le BI dans les deux essais réalisés sur ce thème (tableau 46).

Dans le premier essai, le zinc était appliqué en association avec le bore et le molybdène et, dans le second, seul ou avec le molybdène. Il ressort nettement de l'expérience entreprise que seul le zinc a un effet favorable (tableau 46).

L'amélioration due au zinc ne s'explique pas par un enrichissement en acide ascorbique.

Voie microclimatique.

L'étude de l'influence des facteurs climatiques sur la sensibilité des fruits au brunissement interne a montré que deux facteurs importants semblent jouer :

- la température,
- le déficit hydrique et la pluviométrie quelques jours avant la coupe.

Nous avons donc cherché à modifier ces facteurs par :

- l'irrigation, pour annuler le déficit hydrique,
- l'ombrage, pour abaisser la température.

Il faut toutefois remarquer que les paramètres climatiques sont liés et qu'on ne peut en modifier un sans faire varier les autres. Ainsi, l'ombrage généralisé diminue la luminosité, mais aussi la température et l'évaporation, donc le déficit

TABLEAU 45 - Effet, sur la composition minérale des couronnes à la récolte, d'apports de bore.

traitement	p. 100 de m.s.					p.p.m. de m.s.			
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	B
témoin	1,22	0,299	2,52	0,664	0,383	18	244	257	17,2
+ 50 mg B	1,20	0,331	2,32	0,968	0,373	14	247	180	29,8

TABLEAU 46 - Influence, sur le brunissement interne, d'apports de zinc associé ou non à du bore et du molybdène.

essai	traitement	acide ascorbique en μM	Note BI
1	témoin	256	1,7
	Zn (400 mg)+ B (100 mg)+ Mo (100 mg)	227	1,0
2	témoin	190	2,1
	Zn (400 mg)	205	1,1
	Mo (100 mg)	177	2,0
	Zn+ Mo	171	1,2

hydrique. De son côté, l'irrigation provoque, en général, une diminution de la température des plants, qui évaporent mieux.

Influence de l'irrigation.

La réussite d'essai d'irrigation est évidemment dépendante des conditions climatiques, surtout dans le cas du BI, où nous avons vu qu'une pluie de 20 à 30 mm, survenant en période sèche dans les quelques jours qui précèdent la récolte, diminue fortement le BI et peut donc niveler par le bas les différences entre traitements.

Un ensemble d'une dizaine d'essais a été réalisé avec irrigation par aspersion à faible débit, pendant deux à six heures par jour. Les périodes d'irrigation ont pu débuter de deux mois et demi à quinze jours avant récolte. Les fréquences variaient d'une irrigation tous les deux jours à une par semaine et les doses de 2 à 8 mm par jour.

Il ressort de ces essais que seule l'irrigation à forte dose, une à trois semaines avant la récolte, peut avoir un léger effet favorable, surtout s'il ne pleut pas à la fin de cette période. Comme pour la pluviométrie, c'est donc l'augmentation brutale de l'alimentation hydrique à l'approche de la maturation qui intervient, mais on ne sait pas par quelle voie métabolique, peut-être faut-il envisager une action sur les composés phénoliques, comme cela a été vu par ailleurs.

On doit rappeler cependant que des fruits brutalement irrigués en saison sèche à l'approche de la récolte, peuvent subir des attaques bactériennes entraînant la perte totale de la production. Les risques sont donc trop grands et l'effet favorable trop faible pour pouvoir conseiller, dans la pratique, une telle irrigation.

Ombrage du fruit.

On effectue couramment l'ombrage individuel des fruits pour les protéger contre les coups de soleil. Nous avons

donc cherché à voir l'effet d'améliorations de cet ombrage. Deux techniques ont été essayées :

- ombrage classique, en ligaturant les feuilles en faisceau au-dessus du fruit, mais réalisé deux mois et demi avant la récolte, au lieu de un mois,

- enrobage du fruit dans un papier d'aluminium, à la date habituelle de l'ombrage.

Ces deux traitements ont accentué le BI, bien qu'ayant augmenté l'acidité (tableau 47).

Il est certain que l'enrobage complet du fruit dans un papier d'aluminium a dû diminuer sa température et donc aurait dû diminuer le BI, mais cette technique a dû également annuler la photosynthèse du fruit. Encore une fois, ce résultat laisse supposer que le métabolisme lié à la photosynthèse du fruit et à sa production d'acides organiques joue un rôle important pour sa composition et sa sensibilité au BI.

Action des produits hormonaux de synthèse.

Les essais d'applications d'hormones de synthèse sur le fruit avant récolte n'ont donné aucun résultat intéressant pour le BI.

En particulier, les pulvérisations de 4 CPA réalisées dans les conditions qui, d'après MILLER et MARSTELLER (1953) ont diminué le BI en Floride (80 ml par plant d'une solution à 600 p.p.m., 10 jours avant récolte), ont provoqué un blocage complet de l'évolution des fruits. Avec des doses plus faibles et un traitement plus tardif, on a observé un net ralentissement de la maturation, mais aucun effet sur le BI.

Des applications, peu avant la récolte, d'acide 2-chloroéthylphosphonique, générateur d'éthylène, ont eu des effets très variables et opposés suivant les essais.

Des pulvérisations de gibbérelline A₃ à 100 p.p.m. une

TABLEAU 47 - Influence, sur la composition du fruit et le brunissement interne, de différents ombrages de fruits.

traitement	acidité titrable (még p. 100)	acide ascorbique (μM)	note BI
témoin	8,8	173	1,5
ombrage précoce	9,9	198	2,2
témoin	7,6	240	0,8
enrobage aluminium	6,7	215	1,5

semaine avant récolte semblent avoir eu un léger effet favorable sur le BI, mais un seul essai ayant été réalisé sur ce sujet, une confirmation est nécessaire.

ACTION SUR LE DÉVELOPPEMENT DU BI

Traitements thermiques.

Conservation au froid.

D'après le mécanisme thermique du BI, mis en évidence par l'expérimentation entreprise, la conservation des ananas à la température stricte de 8° permet de disposer de fruits pratiquement exempts de BI jusqu'à un mois après la récolte.

Il existe donc là un moyen simple, mais très efficace, pour lutter contre le brunissement interne.

Thermothérapie.

Les recherches enzymatiques nous ont montré que les peroxydases de fruits bruns sont, *in vivo*, relativement thermolabiles. Nous avons donc essayé d'exposer des fruits à la chaleur, pour détruire, en partie tout au moins, cette activité responsable du BI. En même temps que nous réalisions ces expériences, AKAMINE et al. (1975) publiaient le résultat d'expériences de thermothérapie du BI aux Hawaii. Ces auteurs ont obtenu une diminution sensible du BI en exposant les fruits pendant 24 heures à 37°, soit avant, soit, avec plus de succès encore, après le transport à 8°.

Dans nos expériences, les fruits étaient placés, après transport, dans une enceinte à 37 ou 43° pendant 24 heures. A la fin de l'expérience, les températures, à 2 cm sous l'épiderme, étaient de 37 et 42°. Le traitement le plus chaud a fortement diminué le BI (tableau 48), alors que le traitement à 37°, du type hawaïen, l'a augmenté, conformément aux résultats de l'étude symptomatologique.

Bien que l'activité oxydative des fruits traités à 43° soit

bien plus faible que celle des témoins, il est difficile d'affirmer qu'un tel traitement a bien agi par thermodestruction des enzymes. Si tel est le cas, il faut admettre qu'aux Hawaii la thermorésistance des peroxydases est plus faible. Il est possible que les facteurs de sensibilisation des protéines, qui sont peut-être les substrats phénoliques oxydables, soient moins abondants qu'en Côte d'Ivoire, ce qui n'est pas impossible, le BI y étant toujours moins intense.

Dans une expérience similaire, les fruits ont été placés dans une enceinte à 48°. A la sortie de l'enceinte, les fruits n'avaient pas évolué extérieurement, mais présentaient tous, intérieurement, du «jaune», désordre physiologique défini comme une surmaturation intérieure vis-à-vis de la coloration extérieure. Il est possible, étant donné les températures superficielles que nous avons pu mesurer dans le fruit sur pied, que le «jaune» observé à la récolte de l'ananas soit dû également à un surchauffement du fruit.

Quoiqu'il en soit, la mise 24 heures à 43° après transport des fruits, est une technique intéressante à considérer dans la lutte contre le BI. Cependant, elle nécessite la création d'un local particulier et entraîne, bien entendu, un vieillissement accéléré de l'épiderme de l'ananas, préjudiciable à sa présentation.

Applications de produits de synthèse.

Tous ces produits, après récolte, sont appliqués par trempage des fruits, soit avant, soit après le transport à 8°.

Retardateurs de maturation.

Tous les produits testés - 4 CPA à 600 p.p.m. ou 200 p.p.m., 2-4-5 T à 500 p.p.m. ou 1.000 p.p.m.- ont effectivement ralenti l'évolution des fruits, mais ils ont tous accentué le BI (tableau 49).

Par l'emploi de ces produits, on se ramène donc au cas de fruits plus verts, qu'on sait être plus sensibles au BI.

L'utilisation de retardateurs de maturation pourrait être

TABLEAU 48 - Effet, sur le brunissement interne, de la mise des fruits à haute température pendant 24 heures après transport au froid.

traitement	p. cent de fruits atteints	note BI
témoin	100	2,7
37°	100	3,3
43°	91,6	0,7

TABLEAU 49 - Effet, sur le brunissement interne, de divers retardateurs de maturation.

traitement	p. cent de fruits atteints	note BI
témoin	91,7	0,7
4 CPA à 600 p.p.m.	100	2,2
2-4-5 T à 500 p.p.m.	100	2,0
2-4-5 T à 1.000 p.p.m.	100	2,3
témoin	100	1,5
4 CPA à 200 p.p.m.	100	2,3

envisagée dans l'optique d'un transport à 20°, qui induit faiblement le BI. L'emploi d'un produit hormonal de synthèse, à l'approche de la consommation d'un fruit, n'est cependant pas recommandable et nous n'avons pas réalisé d'essai complet dans ce sens.

Divers.

Aucun effet constant ni favorable n'a été observé à la suite du trempage des ananas dans :

- l'acide 2-chloroéthylphosphonique à 1.000 p.p.m.,
- la gibberelline A₃ à 100 p.p.m., alors que des apports en pulvérisation avant récolte ont eu un léger effet favorable,
- des sels ferreux - sulfate ou chlorure - à 60 mg de Fe/l,
- des solutions d'acide ascorbique ou oxalique à 1.000 et 10.000 p.p.m., alors que SHON KUNG SUN (1971) aurait, par cette technique, obtenu une diminution du BI à Formose,
- divers fongicides - Thiabendazole à 3.000 p.p.m. et Mancozèbe à 4.000 p.p.m. - qui possèderaient, en plus de leur action classique, une action physiologique diminuant les accidents dus au froid (LYONS, 1973).

Action sur les échanges gazeux.

Nous avons vu précédemment, que l'évolution des symptômes pouvait être bloquée par conservation des fruits en atmosphère à moins de 4 p. 100 d'O₂, après transport. L'efficacité de ce système est spectaculaire. Il peut permettre d'obtenir des fruits absolument sains le jour de la consommation. L'évolution de la coloration extérieure est également fortement ralentie. L'aspect des fruits, orange franc et non brunâtres, est fortement amélioré et l'aspect de fraîcheur beaucoup plus grand. Il y a là un facteur de valorisation très important.

Un tel traitement peut être réalisé de plusieurs façons :

- par conservation dans des chambres étanches, équipées d'appareils spéciaux pour la modification de l'atmosphère. Une telle technique, bien adaptée aux problèmes de longue conservation sur pommes et poires par exemple, l'est beaucoup moins au BI de l'ananas, sauf dans le cas du transport en containers auto-réfrigérés.
- par ensachage dans des sacs en polyéthylène. A l'intérieur de ces sacs, la respiration des fruits entraîne un appauvrissement en O₂ et un enrichissement en CO₂. La

composition de l'atmosphère dépend de l'intensité respiratoire des fruits, donc, pour une température et un stade de maturité donnés, du poids des fruits ensachés, du volume du sac et de son étanchéité,

par application, sur les fruits, de substances chimiques réalisant à leur surface un film plus ou moins étanche.

Seules ces deux dernières techniques, réalisables dans le cas de l'ananas, ont été testées.

Ensachage en sacs de polyéthylène.

L'étanchéité absolue des sacs, pratiquement impossible, provoquerait des problèmes d'équilibrage des pressions et d'asphyxie totale des denrées. A l'inverse, les fuites n'ont pas besoin d'être très importantes pour que les échanges gazeux avec l'extérieur annulent l'effet de l'ensachage. Les échanges gazeux avec l'extérieur doivent donc toujours exister, tout en étant fortement ralentis. Cette double exigence peut être satisfaite par :

- l'emploi de sacs de polyéthylène très épais (100 μ), présentant une bonne résistance mécanique, mais dont la faible perméabilité est compensée par une fenêtre en élastomère de silicones, ayant des caractéristiques de perméabilité aux gaz bien définies. Ce type de sac - appelé sac AC -, mis au point par M. MARCELLIN et l'équipe du CNRS de Bellevue, nous a été fourni gracieusement par la maison Rhône-Poulenc.
- l'emploi de sacs d'épaisseur choisie. La perméabilité du polyéthylène n'est pas parfaite et dépend de son épaisseur. Il est donc possible, en jouant sur celle-ci, de réduire les échanges gazeux à un niveau convenable.

La première technique a été essayée avec des sacs AC 50 présentant une fenêtre en élastomère de silicones de 400 cm². Une charge de 80 kg de fruits est alors nécessaire pour obtenir de bons résultats sur le BI. L'emploi de tels sacs nécessite donc un allotissement des cartons et la palettisation des diverses opérations de manipulation. Il y a donc une perte considérable de souplesse dans les circuits de commercialisation. En réduisant la taille des fenêtres, cette technique peut être envisagée au niveau du carton, mais le prix de revient de l'emballage, déjà trop élevé, serait encore accru.

L'ensachage en sacs de polyéthylène simple est évidemment beaucoup moins onéreux. Cette technique, d'autre

TABLEAU 50 - Effet, sur le brunissement interne, de l'ensachage fruit par fruit dans du polyéthylène fermé.

traitement	p. 100 de fruits atteints	note BI
témoin	100	1,9
sac 50 μ	37,5	1,0
témoin	89,1	1,4
sac 50 μ	41,7	0,9
sac 100 μ	16,7	0,5
témoin	90,0	2,4
sac 50 μ	29,2	0,8

part, peut être appliquée fruit par fruit et permet donc de conserver toute la souplesse du système actuel. De bons résultats ont été obtenus par ce moyen (tableau 50).

Il est évident cependant que les épines de la couronne et des bractées peuvent perforer le polyéthylène. L'épaisseur de 50 μ , nécessaire pour une bonne efficacité, est vraisemblablement déterminée plus par sa résistance mécanique que par sa perméabilité aux gaz.

L'emballage individuel est plus difficile à réaliser de manière homogène qu'un emballage par carton. Nos résultats auraient été sûrement meilleurs si nous avions pu disposer d'un matériel mieux adapté pour réaliser cet emballage. Suivant les fruits, des défauts d'étanchéité étaient nettement visibles. La technique peut sûrement être améliorée.

Des essais d'emballage carton par carton ont donné des résultats très satisfaisants. Le sac, en polyéthylène de 120 μ , était placé soit à l'extérieur, soit à l'intérieur du carton et simplement ligaturé. Extérieurement, les fruits, avec une belle couleur d'un orangé franc, étaient dans un état de fraîcheur impossible à obtenir par une commercialisation classique. Le brunissement interne était nul, cependant de très légères traces de moisissures étaient visibles sur les couronnes et, surtout, la saveur du fruit était complètement modifiée, tout en restant agréable.

Ces techniques ne sont efficaces que pendant la phase de commercialisation, mais elles peuvent être réalisées tout de suite après la coupe des fruits.

Elles présentent alors un inconvénient : à la mise au froid, l'atmosphère intérieure se refroidit moins vite que l'air ambiant. Il se produit alors des condensations sur la face interne des sacs. Ce phénomène est accentué pendant la phase de commercialisation par la transpiration des fruits. L'excès d'humidité qui se dépose sur les fruits peut entraîner des développements de moisissures superficielles. Dans nos expérimentations, elles ont été minimes et localisées sur la couronne ; elles n'affectent donc pas la présentation, mais dans d'autres expérimentations IRFA, elles ont été beaucoup plus graves et ont atteint le fruit lui-même.

La condensation, à la mise au froid, peut être partiellement évitée en ensachant les fruits après une prérefrigeration. Une telle technique pourrait être réalisable dans l'éventualité

d'un hangar de stockage réfrigéré au port d'embarquement, de toute façon très souhaitable, malgré le coût d'investissement nécessaire, pour l'amélioration de la qualité des exportations ivoiriennes.

Des applications de fongicides pourraient être également envisagées, mais aucun produit efficace n'a été trouvé jusqu'à maintenant.

L'ensachage présente, en outre, l'intérêt de réduire la transpiration des fruits qui entraîne, pendant la phase de transport, une diminution du poids du fruit de près de 5 p. 100.

L'inconvénient essentiel de cette technique, mis à part son prix de revient, est la modification considérable de l'arôme de l'ananas. Cet effet est tellement important qu'il suffit à rendre inutilisable ce moyen de lutte.

Films chimiques.

Plusieurs substances réputées pour réaliser à la surface des denrées alimentaires des films imperméables ont été testées en trempage avant la mise au froid. Certaines n'ont eu aucun effet : la paraffine, l'acide polyvinylique et la pyrrolidone, une émulsion aqueuse de cires naturelles.

L'hydroxypropyl (Klucel) s'est montré parfois efficace, mais à des concentrations si élevées qu'il était encore humide et collant le jour de la consommation théorique du fruit.

Des résultats plus satisfaisants ont été obtenus par l'emploi de certaines cires Penwalt, mais il a fallu doubler le trempage avant mise au froid pour que le film de cire formé soit suffisamment imperméable et efficace contre le BI.

Cette technique est assez séduisante, cependant, dans la pratique, sa réalisation pose des problèmes puisqu'il faut prévoir un bac de trempage dans la chaîne d'emballage et qu'elle amène à mettre en cartons des fruits humides, à moins d'attendre qu'ils sèchent, ce qui peut ralentir considérablement les travaux. L'expérimentation se poursuit sur ce sujet.

Traitements gazeux divers.

Les moyens techniques dont nous disposons ne nous ont pas permis de réaliser de manière satisfaisante des atmosphères

res contrôlées par l'utilisation de gaz en bouteilles, en conditions thermiques bien définies.

Plusieurs manipulations ont été cependant réalisées :

- transport sous azote à 20°.

Les basses températures qui déclenchent le BI ont pour but de ralentir l'évolution du fruit. Le même effet peut être obtenu par conservation en atmosphère d'azote, quelle que soit la température.

Les essais entrepris montrent que cette technique peut être intéressante à considérer, surtout dans le cas de la containerisation, le BI étant diminué et l'aspect extérieur et intérieur des fruits nettement amélioré. Le BI observé a été assez important pour des fruits n'ayant pas subi de température inférieure à 20°. Il est possible qu'un ralentissement passager du métabolisme du fruit, quelle qu'en soit la cause : basse température ou atmosphère appauvrie en O₂, soit à l'origine du BI.

- transport sous éthylène.

L'éthylène a une influence bien connue sur l'activité peroxydasique des fruits (MATTOO et MODI, 1969 ; MORGAN et FOWLER, 1972 ; ABELES, 1973).

Dans l'essai entrepris avec une concentration de 100 p.p.m. dans l'atmosphère, on a observé un léger effet favorable sur le BI, mais qu'il est difficile d'imputer uniquement à l'éthylène, les fruits n'ayant pas subi une température aussi basse que les témoins.

- choc au gaz carbonique.

La conservation de certains fruits a pu être améliorée par une brève conservation en atmosphère très riche en CO₂ (GREEN, 1971).

Le maintien des ananas pendant 24 heures avant mise au froid dans une enceinte balayée en permanence par du CO₂ n'a eu aucun effet sur le BI.

CONCLUSION

L'étude entreprise sur le brunissement interne qui atteint la pulpe des ananas après leur transport au froid, a permis à la fois de mieux connaître le phénomène, d'en expliquer partiellement les origines et de mettre au point des techniques qui en diminuent l'incidence.

Comme dans la majorité des fruits, ce brunissement est dû à l'oxydation enzymatique des composés phénoliques, mais il se distingue par :

- son induction qui peut avoir lieu à des températures relativement élevées,
- l'évolution rapide de ses symptômes, se rapprochant de celle des brunissements de blessure.

Le brunissement interne s'accompagne d'ailleurs de dégradations cellulaires importantes, en particulier au niveau du

système vasculaire.

Trois phases différentes par leur sensibilité thermique ont pu être distinguées :

- une de sensibilisation du fruit, c'est la seule qui nécessite une basse température,
- une d'acquisition de la potentialité du brunissement, qui exige par rapport à la première un réchauffement des fruits,
- une de développement des symptômes, qui peut avoir lieu à des températures plus basses que la seconde, mais qui aboutit à des symptômes d'autant plus intenses que la température est élevée.

Dans le cas des fruits de Côte d'Ivoire, la première étape a lieu pendant le transport à 8° en bateau et les deux dernières pendant la phase de commercialisation des fruits. Dans les pays où le brunissement interne a lieu sur pied, la première a lieu de nuit et les deux suivantes de jour.

Les modifications biochimiques induites par le froid et intervenant dans le mécanisme du phénomène sont essentiellement :

- l'apparition d'un pouvoir oxydant du système peroxydasique, c'est la première fois que l'intervention directe des peroxydases dans le brunissement des fruits est ainsi mise en évidence,
- un enrichissement en o. diphénols qui, après action oxydative des peroxydases, sont à l'origine des pigments bruns.

L'acide ascorbique joue un rôle essentiel de frein dans l'apparition des symptômes. L'activité enzymatique responsable du brunissement est en effet faible et il suffit que la teneur initiale du fruit en ascorbate dépasse un certain niveau, pour que l'apparition des symptômes soit ralentie au point d'être invisible au moment de la consommation du fruit. Ce sont essentiellement les variations de cette teneur en ascorbate qui font du brunissement interne de l'ananas un phénomène saisonnier.

A partir du moment où le fruit a subi une basse température, le brunissement interne de l'ananas est un phénomène inévitable et dont seule la vitesse d'apparition peut varier.

Il est certain que le métabolisme du fruit présente certaines originalités, ne serait-ce que du point de vue des acides organiques, originalités qui pourraient être reliées aux autres problèmes de qualité connus sur l'ananas (jaune, taches noires), mais aussi aux autres caractéristiques de la plante, en particulier comportement crassulacéen et différenciation florale. Il apparaît nettement, dans la connaissance physiologique de l'ananas, des lacunes dont la compréhension pourrait avoir des incidences agronomiques pratiques. Ainsi, dans ce cas précis du brunissement interne, l'étude symptomatologique et biochimique, en mettant en évidence les caractéristiques de ce phénomène, a permis d'entrevoir plusieurs moyens de lutte.

Les relations entre les données scientifiques et ces moyens d'action sont résumées dans le tableau suivant :

acquis scientifiques sur le brunissement interne	moyens d'action correspondants
nécessité d'une remontée en température pour l'expression des symptômes	conservation stricte à 8°C
effet inhibiteur de l'acide ascorbique	sélection clonale hybridation amélioration fumure potassique utilisation chlorure potassium
oxydation par oxygène moléculaire	conservation en atmosphère confinée enrobage de cire
thermolabilité du système enzymatique impliqué	thermothérapie

Les moyens de diminuer l'incidence du brunissement interne sont donc assez variés, mais aucun d'entre eux n'est d'une efficacité complète, ou alors ils présentent des inconvénients graves (conservation en atmosphère confinée).

Dans les conditions actuelles en Côte d'Ivoire, la meilleure solution consiste à améliorer la nutrition potassique peu

avant l'induction florale, en particulier par l'emploi de chlorure de potassium.

Il est possible cependant, que le contexte cultural et commercial se modifie et que d'autres techniques citées deviennent intéressantes.

BIBLIOGRAPHIE

- ABELES (F.B.). 1973.
Ethylene in plant biology.
Acad. Press, New-York, 302 p.
- AKAMINE (E.K.), GOO (T.) et al. 1975.
Control of endogenous brown spot of fresh pineapple in postharvest handling.
J. amer. Soc. hort. Sci., 100 (1) 60-65.
- ANAND (N.) et MUTUKRISHNAN (C.R.). 1974.
Effet du potassium sur la croissance, le rendement et la qualité de la tomate.
Rev. intern. de la Potasse, sect. 8, 27^o suite, n° 8/9.
- APELAND (J.). 1966.
Factors affecting the sensitivity of cucumber to chilling temperatures.
Int. Inst. Refrig., Bull. 46, 325-333.
- ASHRAF el BAYOUMI et EARL FRIEDEN. 1957.
A spectrophotometric method for the determination of the catecholase activity of tyrosinase and some of its applications.
J. amer. chem. Soc., 79, 4854.
- AUBERT (B.). 1973a.
Ecologie de l'ananas.
Doc. int. IRFA, n° 102, 57 p.
- AUBERT (B.). 1973 b.
La situation actuelle de la culture de l'ananas aux îles Hawaii.
Fruits, 28 (1), 19-32.
- AUBERT (B.) et BARTHOLOMEW (D.P.). 1973.
Mesures en champ de la température de limbes d'ananas par radiométrie infrarouge.
Fruits, 28, 623-629.
- AUDINAY (A.). 1970.
Essai de contrôle artificiel de la maturation de l'ananas par l'éthrel.
Fruits, 25 (10), 695-708.
- BANGERTH (F.) et al. 1974.
Increasing the ascorbic acid content of apples with calcium.
Naturwissenschaft., 61 (9), 404.
- BAR-AKIVA (A.), LAVON (R.) et SAGIV (J.). 1969.
Ascorbic acid oxidase activity as a measure of the copper nutrition requirement of citrus trees.
Agro., 14 (1), 47-54.
- BAR-AKIVA (A.) et SAGIV (J.). 1969.
Induced peroxidase isoenzyme patterns in citrus leaves.
Experientia, 25 (58), 474-475.
- BARTHOLOMEW (D.) et KADZIMANN (S.B.). 1975.
Ecophysiology of pineapple.
Symposium of Ecophysiology of tropical Crops. Manaus, 25-30 mai 1975. Ed. Communication Division of CEPLAC, Brésil.
- BARUAH (P.) et SWAIN (T.). 1953.
The effect of the ascorbic acid on the in vitro activity of polyphenoloxidase from potato.
Biochem. J., 55, 392.
- BENJAMIN (N.D.) et MONTGOMERY (M.W.). 1973.
Polyphenoloxidase of Royal Ann cherries: purification and characterization.
J. Fd Sci., 38 (5), 799-806.
- BIALE (J.B.). 1941.
Proc. am. Soc. hort. Sci., 39, 137-142.
- BOLDUC (R.J.), CHERRY (J.H.) et BLAIR (B.O.). 1970.
Increase in IAA oxidase activity of winter wheat by cold treatment and gibberellic acid.
Plt. Physiol., 45 (4), 461-464.
- BOLLARD (E.G.). 1970.
The physiology and nutrition of developing fruits.
in: The biochemistry of fruits and their products, A.C. Hulme Ed., Acad. Press, New York, London, vol. 1, p. 387-425.
- BOSE (A.N.), LODH (S.B.) et DE (S.). 1962.
Studies on the storage life of pineapple.
First Intern. Congr. Fd Sci. Technol., 2, 117.
- BRANDON (P.C.). 1967.
Temperature features of enzymes affecting crassulacean acid metabolism.
Plt Physiol., 42, 977-984.
- BROWN (J.C.) et HENDRICKS (S.B.). 1952.
Enzymatic activities as indications of copper and iron deficiencies in plants.
Plt Physiol., 27 (4), 651-660.
- BRUNEL (A.). 1949.
Traité pratique de chimie végétale.
G. Frere, Tourcoing, 741 p.

- BURG (S.P.) et BURG (E.A.). 1962.
Role of ethylene in fruit ripening.
Plt Physiol., 37, 179-189.
- CECCONI (C.A.) et VIDRICH (V.). 1971.
Fumure minérale et teneur en acide ascorbique de l'oignon.
Rev. de la Potasse, sect. 24, 29^o suite.
- CHEN (C.V.) et LIAW (Y.S.). 1968.
A study of the stomatal movement habitat in pineapple.
J. agr. Ass. China Taipei, Taiwan, LXIV, 23-29.
- COLLINS (J.L.). 1960.
The pineapple.
ed. Leonard Hill, London, 294 p.
- COLOWICK (S.P.) et KAPLAN (N.O.). 1955.
Methods in enzymology.
ed. Acad. Press New York, vol. II, 987 p.
- CONNELY (P.R.). 1972.
The effects of thermoperiod on the carbon dioxide uptake and compensation point of the pineapple plant, *Ananas comosus* C.L. MERR.
Ph. D. dissertation, Library Univ. Hawaii, Honolulu.
- DELAPORTE (N.). 1967.
Mise au point d'une technique de dosage de l'acide ascorbique par destruction photochimique dans les végétaux congelés.
Rev. gén. Froid, (5), 587-597.
- DELAPORTE (N.) et MACHEIX (J.J.). 1968.
Sur une méthode spectrophotométrique de dosage de l'acide ascorbique, de l'acide chlorogénique et des catéchines dans les pommes.
Chimie anal., 50 (4), 187-198.
- DEUDONNÉ (G.). 1977.
Les dérivés hydroxycinnamiques de l'*Ananas comosus*, variété 'Cayenne lisse' (Côte d'Ivoire) et leurs relations avec le brunissement interne.
Thèse Université Pierre et Marie Curie, Paris VI.
- DITTRICH (P.) et al., 1973.
Phosphoenolpyruvate carboxykinase in plants exhibiting crassulacean acid metabolism.
Plt Physiol., 52, 357-361.
- DRAKE (M.). 1974.
Correlations of calcium content of 'Baldwin' apples with leaf calcium, tree yield and occurrence of physiological disorders and decay.
J. amer. Soc. hort. Sci., 99 (4) 379-380.
- DUBE (S.D.) et al. 1973.
Effect of carrier of boron on the quality of apple variety 'Rymer'.
Progressive Horticulture, 5 (3), 67-71.
- DUCREUX (G.). 1975.
Essais d'analyse du brunissement interne au niveau cellulaire.
Fac. Sci. Orsay.
- DULL (C.G.). 1971.
The pineapple : General.
in *The biochemistry of fruits and their products*, A.C. Hulme ed., Acad. Press, New York, London, vol. II, p. 303-324.
- DULL (G.C.), YOUNG (R.E.) et BIALE (J.B.). 1967.
Respiratory patterns in fruit of pineapple, *Ananas comosus*, detached at different stages of development.
Physiol. plant., 20, 1059-1065.
- EAKS (I.L.). 1960.
Plt Physiol., 35, 632-636.
- EAKS (I.L.) et MORRIS (L.L.). 1956.
Respiration of cucumber fruits associated with physiological injury at chilling temperatures.
Plt Physiol., 31 (4), p. 308-314.
- ELMER HANSEN, 1970.
Proteins.
in *The biochemistry of fruits and their products*, A.C. Hulme ed., Acad. Press New York, London, vol. I, p. 147-158.
- ESKIN (N.A.M.), HENDERSON (H.M.) et TOWNSEND (R.J.). 1971.
Biochemistry of foods.
Ed. Acad. Press, New York, London, 244 p.
- FAUST (M.). 1974.
The role of calcium in the respiratory mechanism and senescence of apples.
in *Facteurs et régulation de la maturation des fruits. Coll. intern. CNRS*, n° 238, Paris, 1-5 juillet 74, ed. CNRS.
- FIDLER (J.C.) et COURSEV (D.G.). 1969.
Low temperature injury in tropical fruit.
Trop. Products Inst. Conf., p. 103-110.
- FLEURIOT (A.) et MACHEIX (J.J.). 1972.
J. Chromatogr., 74, 339-345.
- FLORES de MADRID (M.C.). 1973.
Estudios sobre almacenamiento de piña.
Proc. trop. Reg., Amer. Soc. Hort. Sci., 27, 186-202.
- GAILLARD (J.P.). 1970.
Recherche d'un équilibre K/N dans la production de l'ananas frais au Cameroun.
I.- Résultats agronomiques.
Fruits, 25 (1), 11-24.
- GENEVOIS (L.). 1938.
Formation et évolution biologique des acides organiques dans les raisins.
Rev. Vitic., p. 88, 103, 121, 383 et 447.
- GORTNER (W.A.). 1962.
A short term effect of weather on malic acid in pineapple fruit.
J. Fd Sci., 28, 191-192.
- GORTNER (W.A.). 1963.
Tissue hydroxy-cinnamic acids and soil moisture stress.
Nature, London, 197 (4874), 1316-1317.
- GORTNER (W.A.). 1965.
Chemical and physical development of the pineapple fruit. IV - Plant pigment constituents.
J. Fd Sci., 30 (1), p. 30-32.
- GORTNER (W.A.) et KENT (M.J.). 1953.
Indoleacetic acid oxidase and an inhibitor in pineapple tissue.
J. biol. Chem., 204 (2), 593-603.
- GORTNER (W.A.) et KENT (M.J.). 1958.
The coenzyme requirement and enzyme inhibitors of pineapple indoleacetic acid oxidase.
J. biol. Chem., 233 (3/4), 731-735.
- GORTNER (W.A.) et SINGLETON (V.L.). 1965.
Chemical and physical development of pineapple fruit. III - Nitrogenous and enzyme constituents.
J. Fd Sci., 30 (1), 24-29.
- GORTNER (W.A.) et al., 1967.
Fruit development, maturation, ripening and senescence : a biochemical basis for horticultural terminology.
HortScience, 2 (4), 141-144.
- GREEN (A.). 1971.
Soft fruits.
in *The biochemistry of fruits and their products*, A.C. Hulme ed., Acad. Press, New York, London, vol. II, p. 375-410.
- GUEROUT (R.). 1974.
Les taches noires de l'ananas.
Fruits, 29 (7/8), 489-499.
- GUYOT (A.), PINON (A.) et PY (C.). 1974.
L'ananas en Côte d'Ivoire.
Fruits, 29 (2), p. 85-117.
- HAARD (N.F.) et TIMBI E (D.). 1973.
Chilling injury in green banana fruit : changes in peroxidase isozymes in soluble and particulate pools.
J. Fd Sci., 38, 642-645.
- HAMNER (K.C.) et NIGHTINGALE (G.T.). 1946.
Ascorbic acid contents of pineapples as correlated with environmental factors and plant composition.
Food Res., 11, 535-541.
- HANSEN (E.). 1966.
Postharvest physiology of fruits.
Ann. Rev. pl. Physiol., 17, 459-480.
- HAREL (E.), MAYER (A.M.) et SHAIN (Y.). 1966.

- Catechol oxidases, endogenous substrates and browning in developing apples.
J. Sci. Food Agric., 17, 389-392.
- HUET (R.). 1953.
Contribution à l'étude du jaune de l'ananas en Guinée.
Fruits, 8 (11), 544-546.
- HUET (R.). 1958.
La composition chimique de l'ananas.
Fruits, 13 (5), 183-197.
- HUET (R.). 1959.
A propos du dosage de l'acidité du jus d'ananas.
Fruits, 14 (2), 83-85.
- HUET (R.) et TISSEAU (M.-A.). 1959.
Observations sur l'évolution de l'ananas après la coupe.
Fruits, 14 (6), 271-274.
- HULME (A.C.), SMITH (W.H.) et WOOLTORTON (L.S.C.). 1964.
Biochemical changes associated with the development of low temperature breakdown in apples.
J. Sci. Food Agric., 15, 303-307.
- IVANOFF (S.S.). 1946.
Deterioro interno parasitario de la piña.
Rev. appl. Mycol., 25, 126-127.
- JOSLYN (M.A.) et PONTING (J.D.). 1951.
Enzyme catalysed oxidative browning of fruit products.
Adv. Food Res., 3, 1-44.
- KACPERSKA-PALAZC (A.) et ULIASZ (M.). 1974.
Cold induced changes in peroxidase activities in the winter rape leaves.
Physiol. vég., 12 (4), 561-570.
- KENTEN (R.H.). 1957.
Latent phenolase in broad bean leaves. I - Activation by acid and alkali.
Biochem. J., 67, 300-307.
- KERNS (K.R.), COLLINS (J.L.) et HAROLD (K.). 1936.
Development studies of the pineapple *Ananas comosus*. 1 - Origine and growth of leaves and inflorescence.
New Phyt., 35, 305-307.
- KIDD (F.) et WEST (C.). 1927.
Gt Brit. D.S.I.R. Food Invest. Board. Spec. Rep., (1925-26), 37-41.
- KRAUSS (B.H.). 1948.
Anatomy of the vegetative organs of the pineapple *Ananas comosus*. I - Introduction, organography, the stem and the lateral branch or axillary buds.
Bot. Gaz., 110 (2), 159-217.
- KRAUSS (B.H.). 1949.
Anatomy of the vegetative organs of the pineapple *Ananas comosus*. II - The leaf.
Bot. Gaz., 110 (3), 333-404.
- LACOEUILHE (J.J.). 1973.
Effet de la dose d'azote sur le fruit frais.
Doc. int. IRFA, n° 152, 4 p.
- LACOEUILHE (J.J.). 1978.
La fumure N-K de l'ananas en Côte d'Ivoire.
Fruits, 33 (5), 341-348.
- LACOEUILHE (J.J.) et GICQUIAUX (Y.). 1971.
La nutrition en cations de l'ananas en Martinique.
Fruits, 26 (12), 353-366 et 519-531.
- LAKSO (A.N.) et KLEWER (W.M.). 1975.
The influence of temperature on malic acid metabolism in grape berries.
Plt Physiol., 56, 370-372.
- LANCE (C.). 1963.
Recherche sur la croissance et le métabolisme des tissus normaux et tumoraux cultivés in vitro.
Thèse Doct. Etat, Sci. Nat. Paris, CNRS, n° A.0.4063.
- LEBLOND (C.). 1975.
Influence de divers traitements thermiques sur l'évolution de l'intensité respiratoire de la synthèse éthylénique et de quelques caractères organoleptiques de la poire Passe-Crassane.
Physiol. vég., 13 (3), 651-665.
- LERNER (H.R.), MAYER (A.M.) et HAREL (E.). 1972.
Evidence for conformational changes in grape catechol oxidase.
Phytochem., 11, 2415-2421.
- LEWIS (D.A.). 1956.
Protoplasmic streaming in plants sensitive and insensitive to chilling temperatures.
Science, 124, 75-76.
- LEWIS (D.A.) et MORRIS (L.L.). 1956.
Effect of chilling storage on respiration and deterioration of several sweet potato varieties.
Proc. amer. Soc. hort. Sci., 68, 421-428.
- LIEBERMAN (M.) et al. 1958.
Biochemical studies of chilling injury in sweetpotatoes.
Plt Physiol., 33 (5), 307-311.
- LINFORD (M.B.). 1932.
Endogenous or non parasitic brown spot.
Pineapple Quart., II, 46-58.
- LINFORD (M.B.), SPIEGELBERG (C.H.) et OKIMOTO (M.C.). 1944.
Pineapple fruit disease blemishes and deformities in the hawaian islands.
PRI Spec. Rep., n° 17, p. 1-63.
- LYONS (J.M.). 1973.
Chilling injury in plants.
Ann. Rev. pl. Physiol., 24, 445-466.
- LYONS (J.M.) et RAISON (J.K.). 1970.
Oxidative activity of mitochondria isolated from plant tissues sensitive and resistant to chilling injury.
Plt Physiol., 45, 386-389.
- MAC GOWN (B.H.) et al., 1969.
Environmental induced changes in peroxidase zymograms in the stems of deciduous and evergreen plants.
Cryobiology, 5, 410-412.
- MACHEIX (J.J.). 1970.
Rôle de divers facteurs intervenant dans le brunissement enzymatique des pommes pendant la croissance.
Physiol. vég., 8 (4), 585-602.
- MAPSON (L.W.). 1970.
Vitamins in fruits.
In The biochemistry of fruits and their products. A.C. Hulme ed., Acad. Press, New York, London, vol. I, p. 369-384.
- MAPSON (L.W.), SWAIN (T.) et TOMALIN (A.W.). 1963.
Influence of variety, cultural conditions and temperature of storage on enzymatic browning of potato tubers.
J. Sci. Food Agric., 14, 673-684.
- MARCHAL (J.). 1971.
Les oligo-éléments dans l'ananas.
Fruits, 26 (4), 263-277.
- MARCILLAT (G.). 1974.
Contribution à l'étude de la broméline de l'ananas.
DEA Ac. Montpellier, Univ. Sci. Techn. Languedoc.
- MARTIN-PREVEL (P.), HUET (R.), HAENDLER (L.) et DUGAIN (F.). 1961.
Potassium, calcium et magnésium dans la nutrition de l'ananas en Guinée.
Fruits, 16,(2), 49-56 ; (3), 113-123 ; (4), 161-180 ; (7), 341-351 ; (11), 539-557.
- MARTIN-PREVEL (P.), HUET (R.), HAENDLER (L.) et DUGAIN (F.). 1962.
Potassium, calcium et magnésium dans la nutrition de l'ananas en Guinée.
Fruits, 17,(5), 211-227 ; (6), 257-261.
- MATHEW (A.G.) et PARIPIA (H.A.B.). 1971.
Food browning as a polyphenol reaction.
Afre, 19, 75-145.
- MATTOO (A.K.) et MODI (V.V.). 1969.
Ethylene and ripening of mangoes.
Plt Physiol., 44, 308-310.

- MILLER (E.V.). 1951.
Physiological studies of the pineapple, *Ananas comosus* L. MERR., with special reference to physiological breakdown.
Plt Physiol., 26, 66-75.
- MILLER (E.V.) et HALL (G.D.). 1953.
Distribution of total soluble solids, ascorbic acid, total acid and bromeline activity in the fruit of the Natal pineapple.
Plt Physiol., 28, 532-534.
- MILLER (E.V.) et HEILMAN (A.S.). 1952.
Ascorbic acid and physiological breakdown in the fruit of pineapple.
Science, 116, 505-506.
- MILLER (E.V.) et MARSTELLER (R.L.). 1953.
Effect of parachlorophenoxyacetic acid on physiological breakdown on the fruit of the pineapple (*Ananas comosus* L. MERR.)
Food Res., 18, 421-425.
- MINAMIKAWA (T.). et al. 1961.
Plant Cell Physiol., (2), 301-309.
- MORGAN (P.W.) et FOWLER (J.L.). 1972.
Ethylene : modification of peroxidase activity and isozyme complement in cotton.
Plant Cell Physiol., 13, 727-736.
- MURATA (T.). 1969.
Physiological and biochemical studies chilling injury in bananas.
Physiol. Plant., 22, 401-411.
- MURATA (T.) et OGATA (K.). 1966.
Postharvest ripening and storage of bananas.
J. Food Sci. Technol., 13 (9), 367-370 (en japonais).
- MURATA (T.) et KU (H.S.). 1966.
J. Food Sci. Technol., 13, 466-471 (en japonais).
- NEALES (T.F.) et al. 1968.
Physiological adaptation to drought in the carbon assimilation and water-loss of xerophytes.
Nature, 219, 469-472.
- NITSCH (J.P.). 1953.
Physiology of fruit growth.
Ann. Rev. Plt Physiol., 4, 199-236.
- OKIMOTO (M.C.). 1948.
Anatomy and histology of the pineapple inflorescence and fruit.
Bota. Gaz., 110 (2), 217-231.
- PALMER (J.K.). 1971.
The banana.
in *The biochemistry of fruits and their products*. A.C. Hulme ed., Acad. Press, New York, London, vol. II, p. 65-105.
- PANDALAI (K.M.) et NAGARAJAN (M.). 1972.
Les relations entre la teneur en potassium et l'activité enzymatique du lait de coco et la détermination des besoins en éléments nutritifs du cocotier.
Rev. de la Potasse, sect. 27, 56^o sér.
- PANTASTICO (E.B.) et al. 1967.
Proc. amer. Soc. hort. Sci., Trop. Reg., 11, 82-91.
- PECH (J.C.) et FALLOT (J.). 1972.
Les enzymes et la qualité des pêches.
Ann. Technol. agric., 21 (1), 81-93.
- PEYNAUD (E.) et MAURIE (A.). 1950.
La vitamine C dans les fruits à noyaux.
Rev. hort., n° 2168.
- PIERPOINT (W.S.). 1966.
The enzymatic oxidation of chlorogenic acid and some reactions of the quinone produced.
Biochem. J., 98, 567-580.
- POIGNANT (A.). 1971.
La maturation contrôlée de l'ananas. II.- L'éthrel et son action au cours des phases ascendante et descendante de la maturité.
Fruits, 26 (1), 23-25.
- PONTING (J.D.) et JOSLYN (M.A.). 1948.
Ascorbic acid oxidation and browning in apple tissue extracts.
Arch. Biochem., 19, 47-63.
- PRATT (H.K.). 1974.
The role of ethylene in fruit ripening.
in *Facteurs et régulation de la maturation des fruits*. Coll. intern. CNRS, Paris, 1-5 juillet 74, ed. CNRS n° 238.
- PY (C.). 1961.
L'influence des facteurs climatiques sur l'efficacité de la fumure azotée en plantation d'ananas.
Fruits, 16 (11), 375.
- PY (C.), HAENDLER (L.), HUET (R.) et SILVY (A.). 1956.
La fumure de l'ananas en Guinée.
Fruits, 11 (1), 5-23.
- PY (C.) et SILVY (A.). 1954.
Traitements hormonaux sur ananas.
Fruits, 9 (3), 101-123.
- PY (C.) et TISSEAU (M.-A.). 1965.
L'ananas.
ed. Maisonneuve et Larose, Paris, 291 p.
- REYES (Ph.) et LUH (B.S.). 1960.
Characteristics of browning enzymes in Fay Elberta Freestone peaches.
20 th Ann. Meeting of the Inst. of Food Technol., mai 1960, San Francisco, 14, 570-575.
- RHODES (M.J.C.). 1970.
The climacteric and ripening of fruits.
in *The biochemistry of fruits and their products*. A.C. Hulme ed., Acad. Press New York, London, vol. I, p. 521-533.
- RIBEREAU-GAYON (P.). 1968.
Les composés phénoliques des végétaux.
ed. Dunod, Paris, 254 p.
- RICARD (J.) et JOB (D.). 1974.
Reaction mechanisms of indole 3-acetate degradation by peroxidases. A stopped-flow and low-temperature spectroscopic study.
Eur. J. Biochem., 44, 359-374.
- ROBERTS (D.W.A.). 1967.
Peroxidase isozymes in wheat grown at 6°C and 20°C.
Plant Physiol., 42, 5-16.
- SAFFRAN (M.) et DENSTEDT (O.F.). 1948.
A rapid method for the determination of citric acid.
J. biol. Chem., 175, 849-855.
- SCHACTERLE (C.R.) et POLLACK (R.L.). 1973.
A simplified method for the quantitative assay of small amounts of protein in biologic material.
Anal. Biochem., 51, 654-655.
- SHON KUNG SUN. 1971.
A study of black heart diseases of the pineapple fruit.
Plant Protect. Bull. (China), 13 (2), 39-48 (en anglais).
- SIDERIS (C.P.) et YOUNG (H.Y.). 1944.
Effects of iron on chlorophyllous pigments, ascorbic acid acidity and carbohydrate of *Ananas comosus* supplied with nitrate or ammonium salts.
Plt Physiol., 19 (1), 52-75.
- SIDERIS (C.P.) et YOUNG (H.Y.). 1945.
Effects of potassium on chlorophyll, acidity, ascorbic acid and carbohydrates of *Ananas comosus*.
Plt Physiol., 20, 649-670.
- SIDERIS (C.P.) et YOUNG (H.Y.). 1949.
Growth and chemical composition of *Ananas comosus* in solution cultures with different Fe/Mn ratios.
Plt Physiol., 24, 416-440.
- SIDERIS (C.), YOUNG (H.Y.) et CHUN (H.H.O.). 1948.
Diurnal changes and growth rates as associated with ascorbic acid, titrable acidity carbohydrate and nitrogenous fractions in the leaves of *Ananas comosus*.
Plt Physiol., 23, 38-69.
- SINGLETON (V.L.). 1957.
Pineapple research.
Inst. of Hawaii, Res. Rep. n° 49.
- SINGLETON (V.L.). 1959.
Pineapples research.
Inst. of Hawaii, Res. Rep. n° 69.

- SINGLETON (V.L.). 1965.
Chemical and physical development of the pineapple fruit.
I — Weight per fruitlet and other physical attributes.
J. Fd Sci., 30 (1), 98-104.
- SINGLETON (V.L.) et GORTNER (W.A.). 1965.
Chemical and physical development of pineapple fruit.
III - Nitrogenous and enzyme constituents.
J. Fd Sci., 30 (1), 24-29.
- SMITH (W.H.). 1940.
Further observations on physiological breakdown in stored plums.
J. Pomol., 18, 74-87.
- SMITH (W.H.). 1947.
Extending the storage life of the Victoria plum.
J. Pomol., 23, 92-98.
- SMITH (A.J.M.). 1950.
A dual temperature method for the refrigerated carriage of plums.
J. hort. Sci., 25, 132-144.
- SU (N.R.). 1969.
Research on fertilization of pineapples in Taiwan and some associated cultural problems.
Soc. Soil Scient. Fert. Technol. Taiwan, Sp. Publ. n°1, 185 p.
- SUBODH (K.), SARKAV (A.) et TON PHAN (C.). 1974.
Effect of ethylene on the qualitative and quantitative composition of the phenol content of carrot roots.
Physiol. Plant, 30, 72-76.
- TAO (K.L.) et KHAN (A.A.). 1976.
Changes in isoperoxidases during cold treatment of Dormant pear embryo.
Plt. Physiol., 57, 1-4.
- TEISSON (C.). 1973 a.
Etat nutritif et qualité du fruit d'*Ananas comosus*.
Doc. R.A. IRFA, n° 141, 3 p.
- TEISSON (C.). 1973 b.
Developpement et croissance de l'inflorescence d'*Ananas comosus*.
Fruits, 28 (6), 433-439.
- THOMAS (P.). 1975.
Effect of post-harvest temperature on quality and ascorbic acid content of Alphonso mangoes on ripening.
J. Fd Sci., 40 (4), 704-706.
- TING (S.V.) et ATTAWAY (J.A.). 1971.
Citrus fruits.
in The biochemistry of fruits and their products. A.C. Hulme ed., Acad. Press, New York, London, vol. II, p. 107-169.
- TISSEAU (Renée). 1963.
Variations de l'acidité et de l'extrait sec des jus frais d'ananas en Basse Côte d'Ivoire au cours de la campagne 62-63.
Doc. int. R.A. IRFA, n° 4, 4 p.
- TISSEAU (M.-A.). 1971.
Application de la potasse sur ananas après différenciation de l'inflorescence.
Fruits, 26 (12), 823-829.
- TISSEAU (M.-A.) et TISSEAU (Renée). 1970.
Problèmes de qualité de l'ananas.
Doc. int. IRFA, n° 8.
- ULRICH (R.). 1952.
La vie des fruits.
ed. Masson et Cie, Paris, 369 p.
- ULRICH (R.). 1954.
La conservation par le froid des denrées d'origine végétale.
ed. J.B. Baillière et Fils, Paris, 328 p.
- ULRICH (R.). 1970.
Organic acids.
in The biochemistry of fruits and their products. A.C. Hulme ed., Acad. Press New York, London, vol. I, p. 89-118.
- ULRICH (R.) et DELAPORTE (N.). 1970.
L'acide ascorbique dans les fruits conservés par le froid dans l'air et en atmosphère contrôlée.
Ann. Nutr. Alim., 24, B287-B325.
- VAN LELYVELD (L.J.) et de BRUYN (J.A.). 1976.
Sugars and organic acids associated with black heart in Cayenne Pineapple fruits.
Agrochemiophysica, 8, 65-68.
- VAN LELYVELD (L.J.) et de BRUYN (J.A.). 1977.
Polyphenols, ascorbic acid and related enzyme activities associated with black heart in Cayenne Pineapple fruits.
Agrochemiophysica, 9, 1-6.
- WALKER (J.R.L.). 1962.
Studies on the enzymic browning of apple fruit.
New-Zeal. J. Sci., 5, 316-324.
- WALKER (J.R.L.) et HULME (A.C.). 1965.
The inhibition of the phenolase from apple peel by polyvinylpyrrolidone.
Phytochem., 4, 677-685.
- WANG (C.Y.) et MELLENTHIN (W.M.). 1973.
Relationship of friction discoloration to phenolic compounds in d'Anjou pears.
HortScience, 8 (4), 321-323.
- WARDLAW (C.W.). 1961.
Banana diseases.
ed. Longmans, Green & Co Ltd, London, 648 p.
- WATTS (J.H.) et GRISWOLD (R.M.). 1953.
Enzyme and ascorbic acid content of fresh and frozen pineapple.
Food Res., 2, 162-168.
- WEURMAN (C.) et SWAIN (T.). 1955.
Changes in the enzymic browning of Bramley's seedling apples during their development.
J. Sci. Food Agric., 6, 186-192.
- WHITTING (G.C.). 1970.
Sugars.
in The biochemistry of fruits and their products. A.C. Hulme ed., Acad. Press, New York, London, vol. I - p. 1-31.
- WILKINSON (B.G.). 1970.
Physiological disorders of fruit after harvesting.
in The biochemistry of fruits and their products. A.C. Hulme ed., Acad. Press, New York, London, vol. I, p. 537-554.