Ressource institutionnelle de l'Université de yushu

Fréquence élevée de floraison précoce chez les semis zygotiques issus de croisements avec un hybride d'agrumes acide mono embryonnaire et mâle stérile entre le yuzu (*C. junos Sieb. ex Tanaka*) et le hanayu (*C. hanaju Hort. ex Shirai*)

Wakana,Akira
Faculté d'Agriculture,Université de Kyushu

Fujiwara,Yumiko
École d'Agriculture,Université de Kyushu

Sakai, Kaori
Faculté d'Agriculture,Université de Kyushu

Fukudome,Isao
Faculté d'Agriculture,Université de Kyushu

Autre :
https://doi.org/10.5109/4675

Informations sur la publication :

- Bulletin de l'Institut des sciences agricoles,
- Université de Kyushu. 50(2),pp.615-624, 2005-10-01.
- Faculté de l'Agriculture,Université de Kyushu

KYUSHU UNIVERSITY

J. Fac. Agr., Kyushu Univ., 50 (2), 615-624 (2005)

Floraison précoce fréquente chez les semis zygotiques

Issus de croisements avec un hybride d'agrume monoenryonique et mâle stérile acide

Yuzu (C. junos Sieb. ex Tanaka) et Hanayu

(C. hanayu Hort. ex Shirai)

Akira WAl~NA* , Yumiko FUJrwARA* , Kaori SA~I',

Isao FUKUDOME' et Koichi YASUKOCHI'

Laboratoire des sciences horticoles, Division de botanique agricole,

Département des ressources végétales, Faculté d'agriculture,

Université de Kyushu, Fukuoka 812-8581.

(Reçu le 30 juin 2005 et accepté le 26 juillet 2005)

Nous avons produit avec succès un plant hybride d'agrume acide mâle stérile et mono embryonnaire qui a produit des semis présentant une floraison précoce à des taux élevés. Sur 26 croisements avec 16 cultivars d'agrumes acides, trois ('Sudachi' x 'Yuzu', 'Hanayu' x 'Kabosu' et 'Hanayu' x 'Yuzu') ont d'abord produit des semis à floraison précoce à de faibles taux. Ensuite, 23 semis hybrides, issus de 'Hanayu', 'Kabosu' et 'Sudachi', ont été croisés avec 'Hanayu', 'Kabosu' et 'Yuzu', et un croisement (HY-16 x 'Yuzu') a produit des semis précoces à un taux élevé de 60 %. Lorsque la plante hybride HY-16, issue du croisement 'Hanayu' x 'Yuzu', a été croisée avec 'Yuzu' au cours de différentes années, elle a systématiquement produit des semis à floraison précoce avec un taux d'environ 60 %. En revanche, aucun semis précoce n'a été observé lors du croisement avec 'Hanayu'. Croisée avec des cultivars de pamplemousse, HY-16 a produit des semis à floraison précoce avec un taux très élevé, d'environ 150 %. Les semis issus du croisement 'Hanayu' x 'Yuzu' et de l'autofécondation de 'Hanayu' et 'Yuzu' ont produit des semis à floraison précoce avec un faible taux, d'environ 10 %. HY-16 est une plante mâle stérile et mono embryonnaire, fertile et produisant des graines.

Les semis à floraison précoce issus des croisements avec HY-16 ont développé de 6 à 33 feuilles jusqu'à la formation des boutons floraux, qui se produisaient entre février et août à l'extrémité des pousses. Les trois cinquièmes des plantules issues du croisement HY-16 x 'Yuzu' et une deuxième du croisement HY-16 x pamplemousse étaient stériles mâles. Ces résultats suggèrent que HY-16 a accumulé des gènes liés à la précocité et que cet hybride est utile pour l'analyse génétique rapide de divers caractères tels que la stérilité mâle chez les agrumes.

INTRODUCTION

La très longue période juvénile, de la graine à la floraison, constitue un obstacle majeur au développement de la sélection végétale des agrumes (Soost et Cameron, 1975 ; Soost, 1988). Les jeunes plants d'agrumes à phase juvénile très courte présentent un grand intérêt pour les sélectionneurs et les généticiens, car ils permettent de raccourcir le cycle de génération lors de la sélection et des analyses génétiques. Cependant, l'induction de l'initiation des bourgeons floraux chez les jeunes plants d'agrumes est restée jusqu'à présent très limitée (Soost, 1988). La méthode la plus efficace pour raccourcir la phase juvénile des agrumes consiste à greffer les jeunes plants sur des arbres adultes.

[1] Programme de sciences horticoles, Cours d'agronomie, Département des bioressources et du bioenvironnement,

École d'agriculture, Université de Kyushu
[2] Laboratoire de sciences des arbres fruitiers, Division d'écologie agricole, Département des ressources végétales,

Faculté d'agriculture, Université de Kyushu, Fukuoka 81 1-2307

[3] Laboratoire de sciences des arbres fruitiers, Faculté d'agriculture, Université de Kyushu, Fukuoka 81 1-2307

[*] Auteur correspondant (Courriel : wakana@agr.kyushu-u.ac.jp)

Arbres et conduite des semis greffés sur treillis horizontal établi dans un verger d'agrumes. Cependant, cette méthode ne permet pas de raccourcir la phase juvénile des semis au-delà de trois à cinq ans.

La phase juvénile des semis d'agrumes variait selon les espèces et les cultivars, par exemple, trois ans pour le citron vert, cinq ans pour le citron et plus de dix ans pour le pamplemousse et ses hybrides, comme le tangelo (Hackett, 1985 ; Soost, 1988). En ce qui concerne les agrumes acides, la plupart de leurs semis zygotiques, à l'exception de ceux du citron vert et du citron, ont des phases juvéniles très longues, plus de dix ans. La phase juvénile de la plupart de ces semis a été réduite à quatre à huit ans lorsqu'ils ont été greffés en gobelet sur les branches de mandariniers adultes. Dans ce cas, cependant, l'effet du greffage en tête sur le raccourcissement de la phase juvénile différait selon les différentes plantes hybrides, et un grand nombre de semis ne fleurissaient pas jusqu'à huit ans après la germination (données non publiées). Parmi ces semis, seuls quelques-uns présentaient une floraison précoce. Contrairement aux jeunes plants à croissance courte observés chez les semis d'oranger trifolié (Cirus trifoliata Raf.) rapportés par Yadav et al. (1980), ils ne fleurissaient jamais après la deuxième année, comme cela a été observé chez les semis de pamplemousse (Furr et Reece, 1947 ; Iwamasa et Oba, 1973 ; Davenport, 1990 ; Hield et al., 1996).

Bien que la plupart des cultivars d'agrumes acides soient modérément ou fortement poly embryonnaires, certains cultivars d'agrumes acides, tels que 'Yuzu', 'Hanayu' et 'Lisbon' Iemon, présentent un très faible degré de polyembryonie et produisent des graines mono embryonnaires et des plantules zygotiques avec une fréquence élevée (Wakana et al., 2005). Ils sont donc utiles comme parents pour la production de plantules zygotiques de cultivars d'agrumes. De plus, nous avons constaté que presque tous les cultivars d'agrumes acides poly embryonnaires étaient hétérozygotes pour les allèles régissant la polyembryonie. Par conséquent, ces cultivars poly embryonnaires devraient générer des plantules hybrides mono embryonnaires qui produiront des plantules zygotiques à forte capacité de floraison précoce.

L'objectif de cette étude est (1) de détecter les cultivars d'agrumes acides produisant des semis zygotiques ayant la capacité de fleurir précocement, (2) de choisir les semis mono embryonnaires et zygotiques produisant des semis ayant une forte capacité de fleurir précocement et (3) de vérifier l'utilité des semis sélectionnés pour l'analyse génétique de certains caractères tels que la stérilité mâle.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Matériel végétal

Treize cultivars d'agrumes acides (2n=2x= 18), **'Yuzu'** (C. jwaos Sibb. ex Tanaka), **'Kizu'** (C. hizu hort. ex Y. Tanaka), **'Hanayu'** (C. ha7~aju hort. ex Shirai), **'Kabosu'** (C. sp/~aerocarpa Tanaka)), citronniers **'Eureka'** et **'Lisbon'**. (C. Iimon Burm. f.), **bigaradier 'Kabusu'** (C. aura7~tium Linn.), **'Chinotto'** (C. m~/rt~folia Rafin.), **'Bouquet des Fleurs'** (C. aura7~tium Linn. var. crispa Y. Tanaka), **'Kusaie lime'** (C. Iim07~ia Osbeck), citronniers **'Etrog'** (C. medica Linn.) **Bergarnote 'Balotin'**

Treize cultivars de citron vert (C. balotiwa Poit. et Turp.), de citron vert mexicain (C. aura7bt~folia Swingle) et une forme tétraploïde du cultivar diploïde 'Hanayu' (Wakana et al., 2005) ont été utilisés comme matériel végétal pour produire des semis zygotiques. Ces treize cultivars étaient des arbres d'environ 25 ans cultivés dans le verger de Sasaguri, à la ferme universitaire de l'Université de Kyushu, à Fukuoka.

Les graines issues des croisements ont été récoltées en novembre et triées en mono embryonnaires et poly embryonnaires après retrait du tégument. Les embryons des graines mono embryonnaires, ainsi qu'un embryon plus gros présentant une couleur différente des autres dans chaque graine poly embryonnaire, ont été placés sur du papier filtre humide à 25 °C. Après germination, les embryons ont été plantés et transférés en serre début avril de l'année suivante. La température minimale de la serre a été maintenue à 10 °C pendant l'hiver. L'hybridité de ces plantules a été déterminée soit par la morphologie différente de leurs feuilles, tiges et épines par rapport à celle du nucelle, soit par analyse des isozymes de la GOT (Wakana et al., 1998). Les plantules identifiées comme hybrides lors des croisements ont été greffées en tête sur les branches de mandariniers satsuma 'Miyagawa-wase Unshiu' adultes cultivés dans le verger Sasaguri de la ferme de l'Université de Kyushu. Chaque plante hybride a été nommée selon l'abréviation du croisement et le numéro de la plante, par exemple, HY-16 désigne un seizième plantule zygotique issu du croisement 'Hanayu' x 'Yuzu'.

Afin de produire des plantules zygotiques présentant une floraison précoce à haute fréquence, des croisements supplémentaires avec 23 de ces plantules hybrides ont été réalisés en 2002 selon la procédure mentionnée ci-dessus. Dans quatorze des 23 combinaisons de croisements, 'Hanayu' a été utilisé comme parent semencier, tandis que dans les neuf croisements restants avec des plantules hybrides mono embryonnaires, 'Hanayu', 'Kabosu' et 'Yuzu' ont été utilisés comme parents pollinisateurs. Les plantules zygotiques obtenues ont été plantées et transférées dans une serre dont la température minimale était maintenue à 10 °C pendant l'hiver. Le nombre de plantules présentant une floraison précoce a été comptabilisé pour chaque croisement. Pour certifier la capacité du plant à fleurir précocement, celui-ci a été croisé avec les pamplemoussiers ‘Hanayu’, ‘Yuzu’, ‘Marsh’ et ‘Foster Pink’ en 2003 et 2004. Les semis zygotiques ont été cultivés dans les conditions mentionnées précédemment. Le nombre de plants présentant une floraison précoce pour chaque croisement a été comptabilisé, ainsi que la période de floraison précoce, la morphologie des fleurs et le nombre de feuilles.

RÉSULTATS

Ségrégation des plantules à floraison précoce

Parmi les 26 croisements entre cultivars d'agrumes acides, trois croisements, 'Sudachi' x 'Yuzu', 'Hanayu' x 'Kabosu' et 'Hanayu' x 'Yuzu', ont généré chacun un seul plant hybride présentant une floraison précoce en serre (Tableau 1). Ce résultat suggère que 'Yuzu', 'Hanayu', 'Kabosu' et 'Sudachi' possèdent des gènes liés à la floraison précoce de leurs plantules zygotiques.

Sur 23 rétrocroisements avec les plantules hybrides de ces quatre cultivars, un seul rétrocroisement (HXY-16 x 'Yuzu') a généré sept plantules à floraison précoce, avec un taux relativement élevé de 6,00/0 (Tableau 2). La plantule hybride HXY-16 était mâle stérile et mono embryonnaire. Le croisement HY-16 x 'Yuzu' a constamment produit des plantules à floraison précoce, avec des taux d'environ 60/0 en 2004 et 2005 (tableau 3), comme observé en 2003. Cependant, le rétrocroisement de HY-16 avec 'Hanayu' n'a pas produit de plantules à floraison précoce.

Le croisement HY-16 x 'Yuzu' a constamment produit des plantules à floraison précoce, avec un ratio d'environ 60/0 en 2004 et 2005 (tableau 3), comme observé en 2003. Cependant, le rétrocroisement de HY-16 avec 'Hanayu' n'a pas produit de plantules à floraison précoce. La pollinisation de HY-16 avec les pamplemoussiers 'Marsh' et 'Foster Pink' a produit des plantules à floraison précoce avec des ratios élevés de 15,20/0 et 15,80/0, respectivement. En revanche, un seul plant zygotique présentant une floraison précoce a été généré à partir de chacun des croisements 'Hanayu' X 'Hanayu', Hanayu' X 'Yuzu' et 'Yuzu' X 'Yuzu', alors qu'aucune floraison précoce n'a été observée chez les plants hybrides générés à partir des croisements 'Hanayu' 4x X 'Hanayu' 4x et 'Yuzu' X 'Hanayu'.

Tableau 1. Apparition d'une floraison précoce chez les semis zygotiques de trois à cinq ans de cultivars d'agrumes acides, 1989 et 1990		
Combinaison de croisement	Plants zygotiques examinés	Floraison précoce (%)
Sudachi × Kabosu	35	0
Sudachi × Yuzu	36	1 (2,8 %)
Sudachi × Citronnier Lisbon	15	0
Kabosu × Citronnier Lisbon	34	0
Hanayu × Kabosu	88	1 (1,1 %)
Hanayu × Chinotto	30	0
Hanayu × Sudachi	34	0
Hanayu × Bouquet	4	0
Hanayu × Yuzu	80	1 (1,3 %)
Yuzu × Kabosu	71	0
Yuzu × Kizu	17	0
Yuzu × Musaie lime	45	0
Yuzu × Cédrat Etrog	10	0
Yuzu × Kabusu	71	0
Yuzu × Bergamote Balotin	8	0
Yuzu × Yuzu	24	0
Yuzu × Citronnier Lisbon	6	0
Citronnier Eureka × Yuzu	17	0
Limettier mexicain × Kabosu	6	0
Citronnier Lisbon × Kabosu	124	0
Citronnier Lisbon × Chinotto	64	0
Citronnier Lisbon × Kizu	51	0
Citronnier Lisbon × Kabusu	54	0
Citronnier Lisbon × Bouquet	4	0
Citronnier Lisbon × Yuko	16	0
Citronnier Lisbon × Yuzu	78	0

Morphologie des plantules à floraison précoce

L'initiation des boutons floraux se produisait uniquement à l'apex de la tige. Les calices des fleurs de la plupart des plantules précoces étaient imparfaits et anormaux. Les pétales étaient également imparfaits et anormaux ; la plupart des fleurs étaient composées de trois à cinq pétales de forme irrégulière. On observait rarement des pistils dégénérés ; dans presque toutes les fleurs, les pistils semblaient normaux. L'abscission des boutons floraux avant l'anthèse a été observée chez trois plantules précoces issues des croisements de pamplemoussiers HY-16 × 'Yuzu' et HY-16 × 'Foster Pink' (Tableau 3). Les anthères des fleurs des plantules précoces issues des croisements « Hanayu » x « Hanayu », « Yuzu », « Yuzu » x « Yuzu », « Hanayu » x « Kabosu » et « Sudachi » x « Yuzu » étaient jaunes et produisaient un pollen normal, tandis que celles des croisements HY-16 x « Yuzu », HY-16 x « Mash » et HY-16 x « Foster Pink » étaient blanches ou jaunes (Fig. 1). Les anthères jaunes produisaient une quantité importante de pollen, contrairement aux anthères blanches. Parmi les plantules précoces, quelques-unes présentaient des anthères jaune pâle ne libérant pas de pollen ; elles ont été incluses dans la catégorie des plantules mâles fertiles du Tableau 3.

La première floraison précoce a été observée chez la plantule issue du croisement Yuzu x Yuzu fin février. La floraison maximale a été observée en avril, avec 43 plantules en fleurs. Le nombre de plantules en fleurs a ensuite diminué progressivement jusqu'à fin juillet (Tableau 4).
Chez un plant hybride issu du croisement HY-16X 'Foster Pink', une première floraison précoce est apparue sur une pousse principale le 13 avril, suivie d'une seconde floraison précoce sur une pousse secondaire le 18 juillet 2005. Le nombre de feuilles développées chez les plantules précoces présentant une seule fleur principale variait de 6 à 33 (Tableau 5). Dans ce cas, une nette tendance se dégageait : plus la floraison était tardive, plus le nombre de feuilles augmentait.

Tableau 2. Floraison précoce chez des semis hybrides âgés de trois à cinq mois issus de rétrocroisements avec Hanayu, Kabosu et Yuzu (2001-2002)

Croisement	Degré d'embryonie nucellaire du parent	Nombre de semis zygotiques examinés	Nombre de semis à floraison précoce (%)
Hanayu × HxL-1	faible	50	0
Hanayu × HxL-32	faible	76	0
Hanayu × HxL-41	faible	38	0
Hanayu × HxL-35	faible	14	0
Hanayu × HxS-15	faible	67	0
Hanayu × HxS-27	faible	58	0
Hanayu × HxC-17	faible	39	0
Hanayu × HxK-31	faible	44	0
Hanayu × HxK-35	faible	65	0
Hanayu × HxK-53	faible	52	0
Hanayu × HxK-57	faible	84	0
Hanayu × HxY-6	faible	9	0
Hanayu × HxY-13	faible	17	0
Hanayu × HxY-27	faible	45	0
HxL-28 × Hanayu	monoembryonné	161	0
HxL-12 × Hanayu	monoembryonné	67	0
HxL-10 × Hanayu	monoembryonné	39	0
HxK-14 × Hanayu	monoembryonné	72	0
HxK-14 × Kabosu	monoembryonné	88	0
HxY-16 × Hanayu	monoembryonné	15	0
HxY-16 × Yuzu	monoembryonné	117	7 (6,0 %)
HxC-11 × Hanayu	monoembryonné	132	0
LxK-28 × Hanayu	monoembryonné	109	0

Abréviations : H = Hanayu ; L = citronnier Lisbon ; S = Sudachi ; C = Chinotto ; K = Kabosu ; Y = Yuzu.

Tableau 3. Ségrégation des semis zygotiques présentant une stérilité mâle chez des semis zygotiques âgés de 3 à 8 ans issus de croisements avec des cultivars d'agrumes acides

Combinaison de croisement	Année	Examinés	Fertiles mâles	Stériles mâles	Avortement des boutons floraux	Total (%)
HY-16[2] × Hanayu	2004	338	0	0	0	0 (0)
HY-16 × Yuzu	2004	555	23	15	0	38 (6,8)
HY-16 × Yuzu	2005	293	12	4	1	17 (5,8)
HY-16 × Marsh	2005	79	7	4	1	12 (15,2)
HY-16 × Foster Pink	2005	247	18	19	2	39 (15,8)
Hanayu × Hanayu	2005	121	0	1	0	1 (0,8)
Hanayu 4x × Hanayu 4x	2005	97	0	0	0	0 (0)
Hanayu × Yuzu	2005	200	0	1	0	1 (0,5)
Yuzu × Yuzu	2005	85	0	1	0	1 (1,2)
Yuzu × Hanayu	2005	68	0	0	0	0 (0)

[2] **HY-16** : semis zygotique âgé de 15 ans issu du croisement *Hanayu* × *Yuzu*.

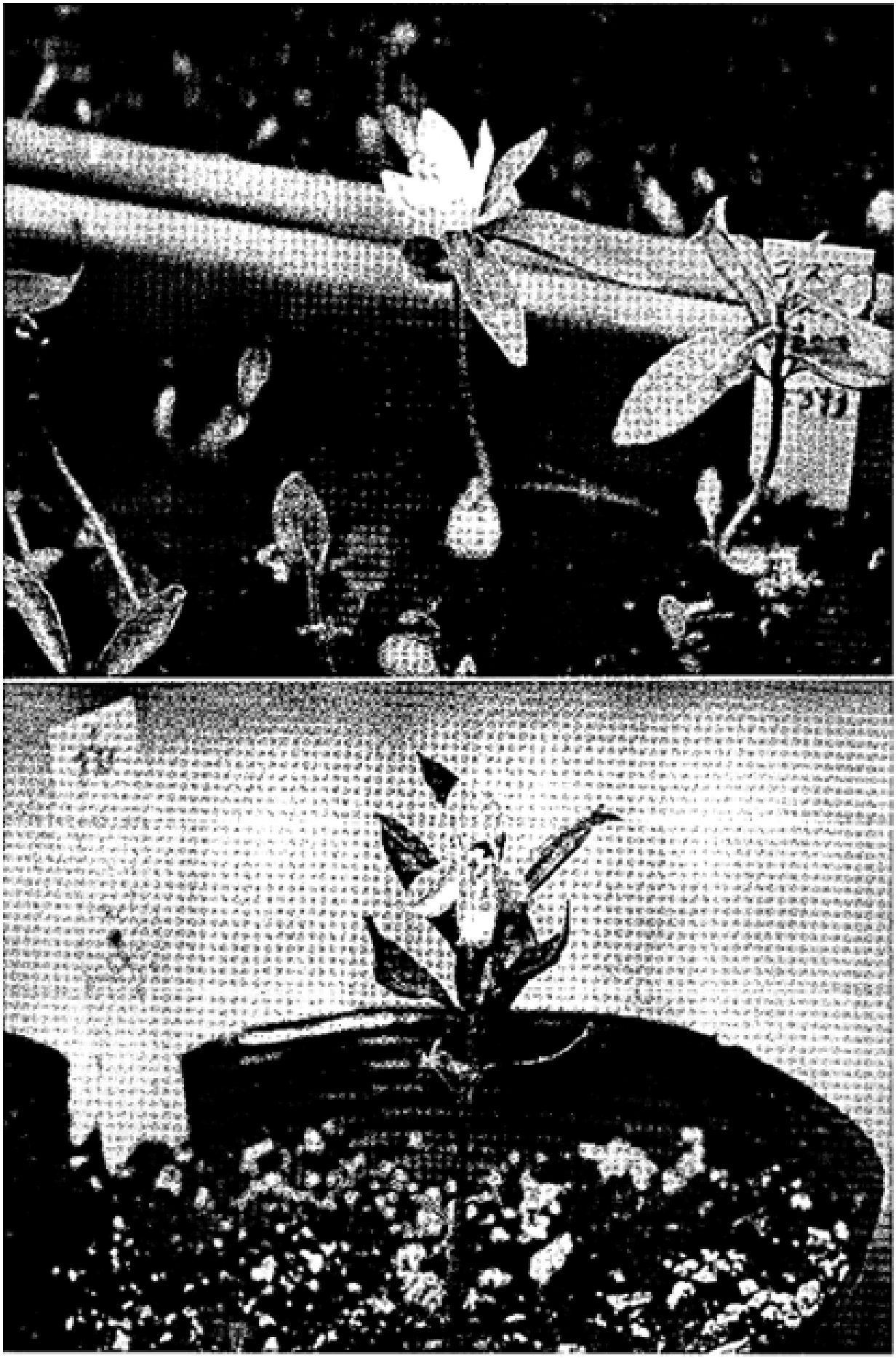


Figure 1 : Floraison précoce d'un plantule zygotique de trois mois issu de l'autofécondation de 'Yuzu' (en haut) et d'un plantule zygotique de cinq mois obtenu à partir du croisement HY-16 X 'Foster Pink' pamplemousse (en bas)

Tableau 4. Floraison précoce chez les semis (2005)																				
Floraison précoce chez des semis âgés de 3 à 7 mois issus des croisements entre 'Hanayu', 'Yuzu', 'Marsh' pamplemousse, 'Foster Pink' pamplemousse et l'hybride entre 'Hanayu' et 'Yuzu' (HY16), en 2005.																				
Croisement	Février		Mars			Avril			Mai			Juin			Juillet			Août		
	M	**L**	**E**	**M**	**L**	**E**	**M**	**L**	**E**	**M**	**L**	**E**	**M**	**L**	**E**	**M**	**L**	**E**	**M**	**L**
HY-16 × Yuzu	0	0	0	0	4	2	1	5	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0
HY16 × Marsh	0	0	0	0	0	0	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
HY16 × Foster Pink	0	0	0	0	0	0	7	9	8	4	2	2	0	2	1	0	0	1	0	1
Hanayu × Hanayu	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hanayu × Yuzu	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yuzu × Yuzu	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	1	0	0	4	10	15	18	7	2	3	1	2	1	1	2	1	0	1	0

Note :

- **E** = Début du mois (Early)
- **M** = Milieu du mois (Middle)
- **L** = Fin du mois (Late)

Tableau 5. Nombre de feuilles chez les semis à floraison précoce (2005)														
	Nombre de semis précoces avec le nombre de feuilles indiqué à l'anthèse													
Croisement	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**23**	**24**	**26**	**33**
HY-16 × Yuzu	0	0	4	2	3	3	3	0	0	0	1	0	0	0
HY16 × Marsh	2	0	0	1	3	0	2	2	1	0	0	0	0	0
HY16 × Foster Pink	3	3	1	5	9	3	4	2	4	2	0	1	1	1
Hanayu × Hanayu	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Hanayu × Yuzu	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Yuzu × Yuzu	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	**7**	**3**	**5**	**8**	**15**	**6**	**10**	**4**	**5**	**2**	**1**	**1**	**1**	**1**

Analyse et interprétation des résultats

Iwamasa et Oba (1975) ont observé une floraison précoce chez certains semis de pamplemousse (C. paradisi Macf.), de 'Tengu' (C. tengu Tanaka), de 'Banokan' (C. graudis var. banoka?b Tanaka), de trois variétés de tangelo (C. paradisi × C. reticulata) et d'un hybride entre la mandarine satsurna (C. was/biu Marc.) et le pomelo (C. graudis L.). En revanche, aucune floraison précoce n'a été observée chez 17 autres taxons. Il a donc été conclu que la floraison précoce semble se produire principalement chez le pamplemousse et ses hybrides, ou encore chez les hybrides de pomelo (Soost, 1988). Cependant, les résultats actuels des croisements avec 13 cultivars (espèces) d'agrumes acides indiquent que 'Yuzu', 'Hanayu', 'Sudachi' et 'Kabosu' possèdent des gènes (allèles) liés à la floraison précoce chez leurs semis hybrides. En effet, chacun des six croisements, 'Sudachi' x 'Yuzu', 'Hanayu' x 'Kabosu', 'Hanayu' x 'Yuzu', 'Hanayu' x 'Yuzu', 'Hanayu' x 'Hanayu' et 'Yuzu' x 'Yuzu', a produit un semis hybride présentant une floraison précoce.Ces quatre cultivars (espèces) sont les agrumes acides les plus importants au Japon. Par conséquent, ces résultats pourraient contribuer à des progrès rapides dans la sélection et la génétique des agrumes acides.

La stabilité des taux d'apparition de plantules zygotiques précoces dans chacun des croisements avec HY-16 au cours de différentes années suggère que la floraison précoce est un caractère génétique.Les faibles taux d'apparition de plantules précoces dans les descendances des six croisements suggèrent que les quatre cultivars n'accumulent pas suffisamment de gènes pour générer un grand nombre de plantules hybrides précoces. Il est également suggéré que 'Yuzu' a accumulé davantage de gènes (allèles) associés à la floraison précoce que 'Hanayu', puisque, lors de la pollinisation de HY-16 avec ces derniers, les plantules hybrides porteuses des gènes de 'Hanayu' n'ont pas présenté de floraison précoce. Par conséquent, la production de plantes hybrides mono embryonnaires générant des plantules hybrides précoces à haute fréquence est nécessaire pour progresser rapidement dans l'amélioration et l'analyse génétique des agrumes acides.La plante hybride mono embryonnaire uv-16 produite dans cette étude nous convient pour mener à bien les travaux d'amélioration et d'analyse.

Furr et Reece (1947) ont été les premiers à signaler l'apparition de plantules de pamplemousse à floraison précoce. Holland et al. (1995) ont étudié la floraison précoce de plantules de pamplemousse cultivées in vitro et ont rapporté qu'environ 30 à 40 % d'entre elles présentaient ce phénomène. L'augmentation spectaculaire et la stabilité des taux de floraison précoce chez les plantules hybrides issues du croisement HY-16 avec deux cultivars de pamplemousse indiquent qu'elles ont accumulé de multiples allèles contrôlant la floraison précoce dans leur descendance.Bien que l'instabilité des caractères morphologiques et cynologiques décrite par Soost (1988) ait souvent été observée au niveau des calices et des pétales, et parfois au niveau des ovaires et des étamines des fleurs précoces, les anthères se répartissaient clairement en deux catégories : fertiles (jaunes) et stériles (blanches), à l'exception d'une ou deux fleurs dans chaque croisement HY-16 où une fertilité intermédiaire (couleur des anthères : pâle à rougeâtre) a été observée. Ceci suggère que la stérilité mâle chez HY-16 est héréditaire et se transmet dans la descendance de chaque croisement. Étant donné que HY-16 est monoembryonnaire et mâle stérile, il sera très utile non seulement pour l'étude de la floraison précoce, mais aussi pour l'analyse génétique de la stérilité mâle chez les agrumes.

Holland et al. (1995) ont montré, par une technique in vitro, que la floraison précoce chez les jeunes plants de pamplemousse se produit indépendamment de la présence de leurs cotylédons ; autrement dit, ce sont les feuilles des jeunes plants qui sont responsables de la floraison précoce. Notre étude suggère que la différenciation de plus de six feuilles est nécessaire à l'initiation des bourgeons floraux chez les jeunes plants d'agrumes précoces, et que le nombre maximal de feuilles requis pour la floraison précoce est de 33. Cependant, des expériences supplémentaires seront nécessaires sur ces jeunes plants hybrides afin de déterminer l'intervalle du nombre de feuilles responsable de l'initiation des bourgeons floraux.

L'effet des basses températures sur l'initiation des bourgeons floraux chez les agrumes adultes a été démontré pour certains cultivars (Garcia-Luis et al., 1922 ; Poerwanto et Inoue, 1990). Iwamasa et Oba (1975) ont rapporté que la floraison précoce des semis de pamplemousse n'apparaissait que chez ceux cultivés à des températures comprises entre 10 °C et 20 °C, de novembre à mars au Japon. Holland et al. (1995), étudiant des semis de pamplemousse, ont observé que parmi ceux cultivés à une température constante de 26 °C en serre, aucun ou 20 % des plants ne présentaient de floraison précoce. À partir de ces résultats, Holland et al. (1995) ont suggéré que les conditions inductrices requises pour la floraison précoce et la floraison mature sont similaires. Nos résultats concernant la floraison précoce chez les semis zygotiques issus de différents croisements corroborent en grande partie cette hypothèse. Cependant, la floraison précoce observée en juillet et août suggère que ce n'est pas une règle absolue, car les températures minimales extérieures en juin étaient d'environ 20 °C et les maximales oscillaient entre 24 et 34 °C en 2005. Sous des climats tropicaux ou subtropicaux, la formation des bourgeons floraux est observée chez les agrumes adultes. Même sous le climat tempéré japonais, une seconde floraison se produit sur les pousses d'été, suivie d'une première floraison sur les pousses de printemps chez certains agrumes comme le 'Kizu', ce qui indique que le froid n'est pas indispensable à l'initiation des bourgeons floraux. La différence de réaction à l'initiation des bourgeons floraux entre les cultivars d'agrumes et entre les semis zygotiques pourrait être due à leur constitution génétique. Pour vérifier cette hypothèse, il est nécessaire de produire des plantes hybrides mono embryonnaires qui génèrent des semis zygotiques présentant une floraison précoce à des taux élevés.

Outre sa capacité à générer des semis précoces à des fréquences élevées,le cultivar HY-16, développé dans le cadre de cette étude, possède des caractéristiques supérieures telles que la monoembryonie, disponible pour l'analyse génétique, et la stérilité mâle, utiles pour la sélection de cultivars sans pépins. Nakano et al. (2000) ont proposé trois gènes contrôlant la stérilité mâle chez la descendance de ‘Kiyomi’ (C. washiu × C. sinensis), mais ce système génique s'est avéré insatisfaisant. Étant donné que la stérilité mâle est observée chez de nombreux descendants issus de croisements avec des cultivars d'agrumes acides, l'utilisation de HY-16 comme parent semencier pour ces croisements pourrait contribuer à la résolution du problème de l'hérédité de la stérilité mâle et à la sélection de cultivars acides sans pépins, ainsi qu'aux recherches physiologiques et génétiques sur la floraison précoce chez les agrumes.

RÉFÉRENCES

Davenport, T. L. 1990 Floraison des agrumes. Hort. Rev., 12 : 349-407

Holland, D., M. A. Abied, S. Nachman et S. Saad 1995 Le détachement des cotylédons inhibe le développement mais n'affecte pas la floraison précoce du pamplemousse « Duncan ». Plant Cell Tiss. Org. Cult., 41 : 79-82

Furr, J. R. et P. C. Reece 1947 Étude de la formation des fleurs chez les agrumes adultes et juvéniles. Amer. J. Bot., 34 : 1-9

Garcia-Luis, A., M. Kanduser, P. Santamaria et J. L. Guadiola 1992 Influence des basses températures sur la floraison des agrumes. Séparation des effets inducteurs et de levée de dormance des bourgeons. Physiol. Plant., 86 : 648-652

Hackett, W. P. 1985. Juvénilité, maturation et rajeunissement chez les plantes ligneuses. Hort. Review, 5 : 109-155

Hield H. Z., C. W. Coggins et L. N. Lewis 1966. Influence de la température sur la floraison des semis de pamplemousse. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 89 : 175-181

Iwamasa, M. et Y. Oba. 1973. Floraison précoce des semis d'agrumes. Proc. Int. Soc. Citriculture, vol. 2 : 205-213

Nakanao, M. H., Nesumi, T., Yoshioka, T. et Yoshida, T. 2001. Ségrégation des plantes à anthères non développées parmi les hybrides dérivés du parent semencier 'Kiyomi' (Citrus unshiu X C. sinensis). J. Japan. Soc. Hort. Sci. 70 : 539-545

Poerwanto, R. et Inoue, H. 1990. Effets de la température de l'air et du sol en automne sur l'induction florale et certaines réponses physiologiques de la mandarine Satsuma. J. Japan. Soc. Hort. Sci., 59 : 207-214

Soost, R. K. 1987. Amélioration génétique des agrumes et embryologie nucellaire. Dans « Improving Vegetatively Propagated Crops », éd. par A. J. Abbott et R. K. Atkin, Academic Press, Londres, p. 83-110