

Effet de l'acide gibbérellique sur la formation de stolons chez le fraisier (*Fragaria x ananassa Duchesne*) dans la région d'Agadir

Lahcen KENNY¹ □, Kamal NAJA² & Hassan EL ATTIR¹

(Reçu le 29/11/1996 ; Révisé le 21/01/1997 ; Accepté le 30/04/1997)

تأثير حامض الجبرلين على إنتاج فرائش القرولة في منطقة أكادير

تنتج عادة فرائش القرولة (توت الأرض) في المناطق الباردة عبر عملية تفرغ أشطاء جديدة انطلاقاً من النبتة الأصلية. في هذا البحث تمت دراسة إمكانية إنتاج هذه الفرائش في منطقة سوس ماسة المعروفة بمناخها الشبه إستوائي. أجريت الدراسة على نوعين من القرولة الأكثر تداولاً في المنطقة ألاوهما "شاندلر" و "أوسكراندي". تم إنتاج النباتات الأم عبر زراعة الأنسجة ثم تم غرسها في مشتل بضيعة التجارب بالمركب الفلاحي بأكادير، وخلال مرحلة النمو تم رش النباتات بحامض الجبرلين بتركيز 50 جزءاً في المليون (ppm) وذلك بعد الغرس بـ 21، 35 و 42 يوماً لمعرفة مدى تأثيره على نمو وتكاثر الفرائش بينت الدراسة أن في منطقة سوس ماسة تظهر الفرائش الأولى بعد 40 يوماً من غرس النبتة الأصلية. كما تبين أن نوع شاندلر أنتج ما معدله 78 فريشا خلال ثلاثة أشهر مقابل 35 فريشا لأوسكراندي. إلا أن إنتاج هذا الأخير تحسن بشكل ملحوظ عند رشه بحامض الجبرلين بعد 35 أو 42 يوماً من الغرس. أما فيما يخص شاندلر، فلم يكن هناك أي تأثير لحامض الجبرلين على نموها. إجمالاً يعتبر الإنتاج المحصل عليه في منطقة سوس ماسة باستعمال هذان النوعان من القرولة دليلاً قاطعاً على إمكانية إنتاج فرائش القرولة حتى في المناطق ذات المناخ الشبه إستوائي.

الكلمات المفتاحية : شطائر - تكاثر - قرولة - منظلمات - النمو - شتاء - دافىء - فرائش

Effet de l'acide gibbérellique sur la formation de stolons chez le fraisier (*Fragaria x ananassa Duchesne*) dans la région d'Agadir

La production de plants de fraisier se fait généralement dans les régions à hiver froid. Dans la présente étude on a étudié la possibilité de produire des plants de fraisier dans la région de Souss-Massa caractérisée par un climat sub-tropical. Deux variétés parmi les plus cultivées dans la région ont été utilisées: Oso-grande et Chandler. Les plants de pré-base utilisés comme pieds-mères ont été produits par culture de méristèmes. La pépinière a été installée dans la ferme expérimentale du Complexe Horticole d'Agadir. L'acide gibbérellique à 50 ppm a été appliqué au 21^{ème}, 35^{ème} et 42^{ème} jour après plantation dans le but d'améliorer la stolonisation. Dans les conditions de Souss-Massa, la formation de stolons commence 40 jours après la plantation. La variété Chandler a produit une moyenne de 78 stolons par plant en l'espace de 3 mois contre 35 pour Oso-grande. Chez cette dernière, l'acide gibbérellique améliore de façon significative la formation de stolons lorsqu'il est appliqué aux 35^{ème} et 42^{ème} jours après plantation. Mais l'AG₃ n'a pas eu d'effet sur la stolonisation de la variété Chandler.

Mots clés: Propagation - Acide gibbérellique - Fraisier - Souss-Massa - Agadir - Maroc

Effect of gibberellic acid on runner production of strawberry (*Fragaria x ananassa Duchesne*) - grown in Agadir area

Strawberry plant production through runner formation is traditionally undertaken in cold-winter areas. The present study investigated the possibility of producing strawberry plants in the Souss-Massa region which is characterized by a subtropical climate. The two varieties used in this study (Oso-grande and Chandler) are the most commonly used ones in the area. F1-generation plants were produced by mersitem culture. The nursery was established at the experimental farm at the "Complexe Horticole" in Agadir. Gibberellic acid at 50 ppm was evaluated on runner production on 21st, 35 and 42nd day after plantation. This study showed that runner production started 40 days after plantation. Chandler produced an average of 78 runners per plant in a 3 month period against 35 for Oso grande. Gibberellic acid improved significantly runner formation with Oso-grande when applied at day 35 and 42. It had however no effect on Chandler.

Key words: Propagation - Gibberellic acid - Strawberry - Souss-Massa - Agadir - Morocco

¹ Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Complexe Horticole, B.P. 18/S. Agadir, Maroc

² Direction Provinciale de l'Agriculture, Marrakech, Maroc

□ Auteur correspondant

INTRODUCTION

La culture du fraisier au Maroc occupe une superficie qui dépasse 1000 ha avec deux principales régions productrices : le Loukkos et le Souss-Massa (MAMVA, 1995). Pendant la campagne 1994/95, le Maroc a importé plus de 60 millions de plants d'Europe ce qui a engendré une sortie de devises de l'ordre de 50 millions de dirhams (Naja, 1995). Plusieurs variétés sont utilisées mais les principales sont Oso-grande, Chandler et Pajaro qui sont toutes d'introduction récente au Maroc.

À l'échelle nationale, très peu de fraisiéristes entreprennent leur propre production de plants par crainte de ne pas satisfaire les besoins en froid de l'espèce. En plus, le pouvoir stolonifère des variétés nouvellement introduites au Maroc reste encore inconnu.

Sur le plan physiologique, les études menées en Europe et aux États-Unis d'Amérique ont montré que la formation de stolons chez le fraisier dépend de la photopériode, de la température et de la quantité de froid reçue pendant la période hivernale (Dennis *et al.*, 1970 ; Hartman, 1947; Porlingis & Boynton, 1961). Mais de l'avis de plusieurs auteurs, la photopériode reste le facteur le plus limitant dans plusieurs régions du monde (Darrow & Waldo, 1934 ; Durner *et al.*, 1984; Hartman, 1947).

En effet, les variétés sont classées en fonction de leur sensibilité à la photopériode : variétés à jours courts (JC), à jours longs (JL) ou neutres (Darrow & Valdo, 1934). Les variétés à JL sont les plus cultivées dans les régions à climat subtropical telles que la Californie aux États-Unis d'Amérique et la région de Souss-Massa au Maroc, surtout en culture d'hiver.

Cependant, la stolonisation de ces variétés se trouve limitée dans ces régions en raison des conditions de jours courts qui y règnent. En plus, il est connu que les variétés à JL sont généralement moins stolonifères que les autres variétés (Dennis *et al.*, 1969 ; Durner *et al.*, 1984).

Par conséquent, les fraisiéristes ont très souvent recours aux traitements hormonaux (Porlingis & Boynton, 1961) et à l'élimination des fleurs (Dennis & Bennett, 1969) pour améliorer la formation de stolons. Il a été montré avec plusieurs variétés que l'application foliaire de l'AG₃ à une

concentration de 50 ppm, combinée à l'élimination des fleurs au fur et à mesure qu'elles apparaissent, permet d'améliorer considérablement la production de stolons (Dennis & Bennett, 1969; Barritt, 1974).

À des concentrations d'AG₃ supérieures à 50 ppm, Dennis & Bennett (1969) ont démontré que la qualité du système racinaire des plants produits est moins bonne.

Barritt (1974) a montré que l'efficacité de l'acide gibbérélique dépend de la variété et de la date d'application et que les variétés naturellement peu stolonifères, telles que "Olympus", produisent trois fois plus de stolons quand elles sont traitées par l'AG₃.

Par contre, pour les variétés ayant un bon potentiel stolonifère telles que "Norwest" et "Rainier", les rendements sont moins bons. L'efficacité des traitements hormonaux dépend également de la date d'application de l'AG₃ (Barritt, 1974).

Les meilleurs résultats sont obtenus lorsque les traitements sont effectués entre le 21^{ème} et le 42^{ème} jour après la plantation (Barritt, 1974). Concernant les conditions climatiques, le traitement hormonal a plus d'effet lorsque les plantes sont sujettes à un traitement préalable au froid (Porlingis & Boynton, 1961).

La présente recherche a été entreprise dans le but d'étudier l'effet de l'acide gibbérélique sur la formation de stolons dans un climat subtropical caractérisé par une faible quantité de froid hivernal (moins de 250 h/an de T < 7°C) et des jours courts.

MATÉRIEL & MÉTHODES

1. Préparation du matériel végétal

Les plantes-mères ont été préparées par culture de méristème à partir de plantes récoltées d'une fraiseraie dans la région du Massa. Après suppression des feuilles et des racines, les collets ont été lavés à l'eau distillée puis trempés dans l'eau chaude à 50°C pendant 10 mn. Ensuite, ils ont été immergés pendant 20 mn dans une solution d'hypochlorite de sodium à 0,5% contenant 3 gouttes de Tween 20. Ils ont été rincés à l'eau désionisée stérilisée avant d'être utilisés pour l'extraction des méristèmes.

La culture *in vitro* des méristèmes, suivie de 4 cycles de micropropagation, a été réalisée selon le protocole développé par Boxus (1974). Après leur sortie du laboratoire, les vitroplants ont été élevés dans une serre d'acclimatation ayant une température moyenne de 28 - 30°C et une humidité relative de 70-90%. L'élevage a duré 8 semaines.

2. Essai en plein champ

Sur une centaine de vitroplants enracinés produits au laboratoire, une cinquantaine, ayant la même taille et le même nombre de feuilles, ont été sélectionnés et transplantés en plein champ selon un dispositif expérimental en "split-plot" avec le traitement à l'AG₃ comme facteur principal et la variété comme facteur secondaire.

Les traitements ont été effectués aux 21^{ème}, 35^{ème} et 42^{ème} jours après plantation (JAP). Le facteur variété comporte deux niveaux : Chandler et Oso-grande. L'essai a été mené en quatre blocs avec huit combinaisons par bloc et 4 plants par unité expérimentale.

L'essai s'est déroulé dans la ferme du Complexe Horticole d'Agadir sur un sol à texture moyenne (sable grossier : 3%, sable fin : 31%, limon : 45% et argile : 19%), légèrement alcalin (pH=8) avec une conductivité électrique moyenne (0,22 mmhos/cm à 25°C). La région où l'essai a été conduit est caractérisée par une température annuelle moyenne de 23,8°C et une amplitude thermique annuelle moyenne de 10,6°C. Quant à la photopériode, elle varie durant l'année entre 10h22' et 14h16' avec 140 jours de photopériode supérieure à 13 h (du 13 avril au 30 août).

La superficie de la parcelle expérimentale était de 500 m² (20x25 m) avec une distance de plantation de 1,50x0,80 m, soit une densité de 7840 plants/ha. L'irrigation a été assurée par un système de circojet débitant 40 L/h à une pression d'un bar avec une distance de 2 m entre les rampes et 2,5 m entre les circojets.

À la plantation, qui a eu lieu le 6 mars 1995, toutes les plantes ont été effeuillées et traitées par un fongicide, le thirame. L'entretien de la culture a porté sur l'irrigation, le désherbage, les traitements phytosanitaires préventifs, la suppression des fleurs et la fertilisation (90 unités d'azote fractionnées en trois apports espacés d'un mois).

L'acide gibbérellique, sous forme de Berelex (ICI Co. 0,92g d'AG₃/g), a été appliqué en pulvérisation

foliaire à une concentration de 50 ppm au stade trois feuilles. Il a été dilué dans l'eau distillée et conservé dans le réfrigérateur jusqu'à son utilisation.

Les observations, effectuées tous les 5 jours dès l'apparition des premiers stolons, ont porté sur le nombre de stolons par rang, le nombre de stolons par pied-mère et le nombre de touffes par pied-mère.

Le logiciel utilisé pour l'analyse statistique est le STATITCF (1991). La comparaison des moyennes a été faite par le test de Newman & Keuls à un niveau de probabilité de 5 %.

RÉSULTATS

La formation des touffes a commencé au 30^{ème} jour après la plantation ; elle a duré une vingtaine de jours pour les deux variétés et ce, quelque soit le traitement d'AG₃ (Figure 1).

L'application de l'AG₃ a eu généralement un effet dépressif sur la formation des touffes chez les deux variétés, mais la plus forte inhibition a été observée avec le traitement effectué au 21^{ème} JAP. Ainsi, plus le traitement est précoce plus l'effet inhibiteur de l'AG₃ est prononcé.

Pour la variété Chandler, les plants non traités ont produit en moyenne 5,5 touffes par plant. Un rendement similaire à celui du témoin (5,25 touffes par plant) a été obtenu avec les plants traités au 42^{ème} JAP. Les traitements précoces ont donné des rendements de 4 touffes par plant pour 21 JAP et 4,74 touffes/plant pour 35 JAP. Les mêmes constatations ont été faites avec la variété Oso-grande sauf que la différence entre les traitements du 21 JAP et 35 JAP est moins prononcée (Figure 1).

La formation de stolons a débuté vers le 10 avril (40 JAP) pour les deux variétés, avec une vitesse importante à partir du mois de mai.

Chez la variété Oso-grande, une amélioration de 33% a été obtenue avec les traitements des 35 et 42 JAP. Chez Chandler, seul le traitement tardif (42 JAP) a permis une légère amélioration (4%), alors que les autres traitements ont causé une chute des rendements de l'ordre de 16% (Figure 2).

La formation des stolons du premier rang a commencé en même temps que celle des touffes ; elle a duré pendant toute la période de la culture.

En 90 jours, le témoin a produit une moyenne de 16 stolons par plant chez Chandler et 11 chez Oso-grande (Figure 3).

L'AG₃ appliqué au 42^{ème} JAP a permis une amélioration de 50% chez Chandler (Figure 4) et de 44% chez Oso-grande (Figure 5).

Pour ce qui des stolons du second rang, ils ont représenté 50% du total récolté chez Oso-grande et 38% chez Chandler (Figure 3) occupant ainsi la première place. Leur apparition chez Chandler a précédé d'une semaine celle de la variété Oso-grande (Figures 4 & 5).

L'effet de l'AG₃ s'est manifesté après 70 jours de culture chez la variété Oso-grande surtout avec les traitements du 35^{ème} JAP et du 42^{ème} JAP (Figure 5). Aucune différence entre les divers traitements n'a été observée chez Chandler (Figure 2).

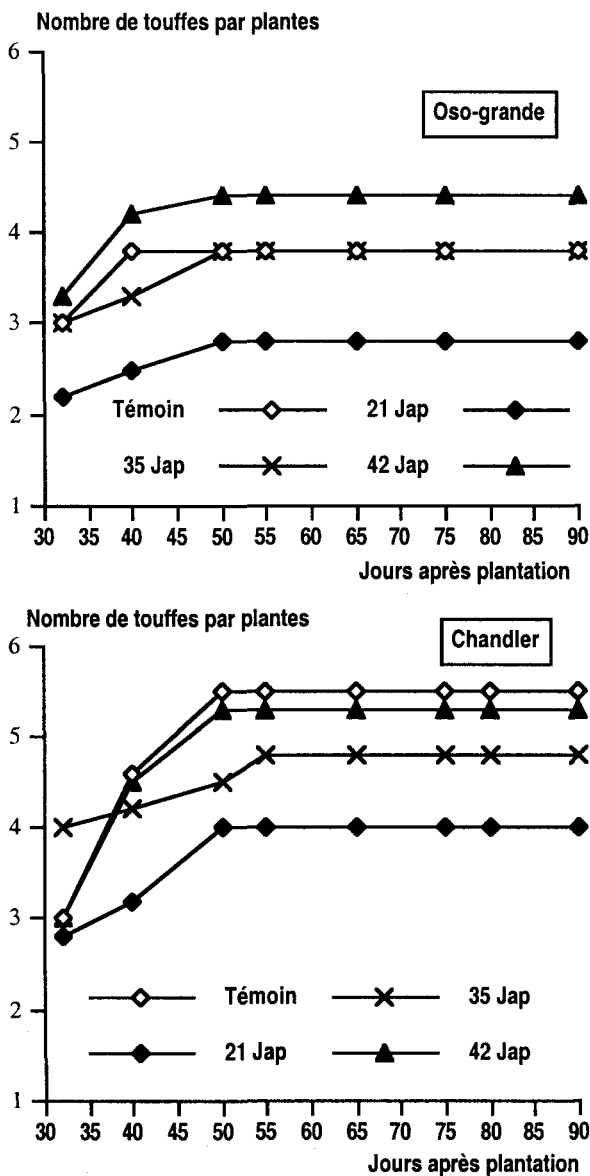


Figure 1. Effet de la date d'application de l'acide gibbérellique sur la formation de touffes

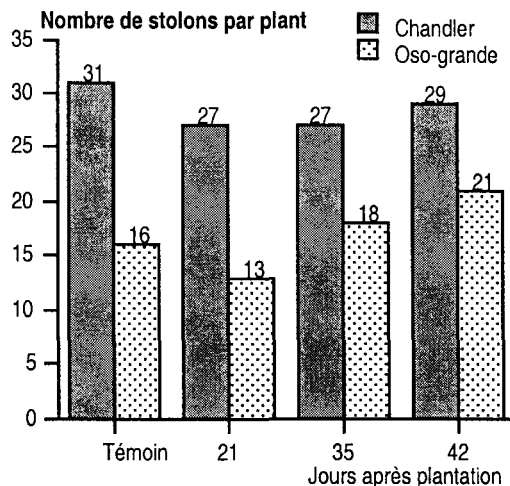


Figure 2. Effet de la date d'application de l'acide gibbérellique sur la formation de stolons

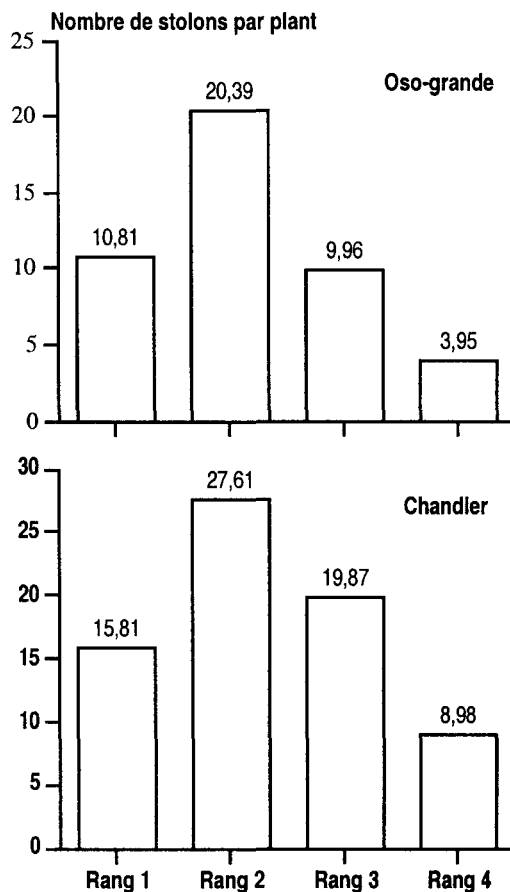


Figure 3. Formation de stolons en fonction des rangs

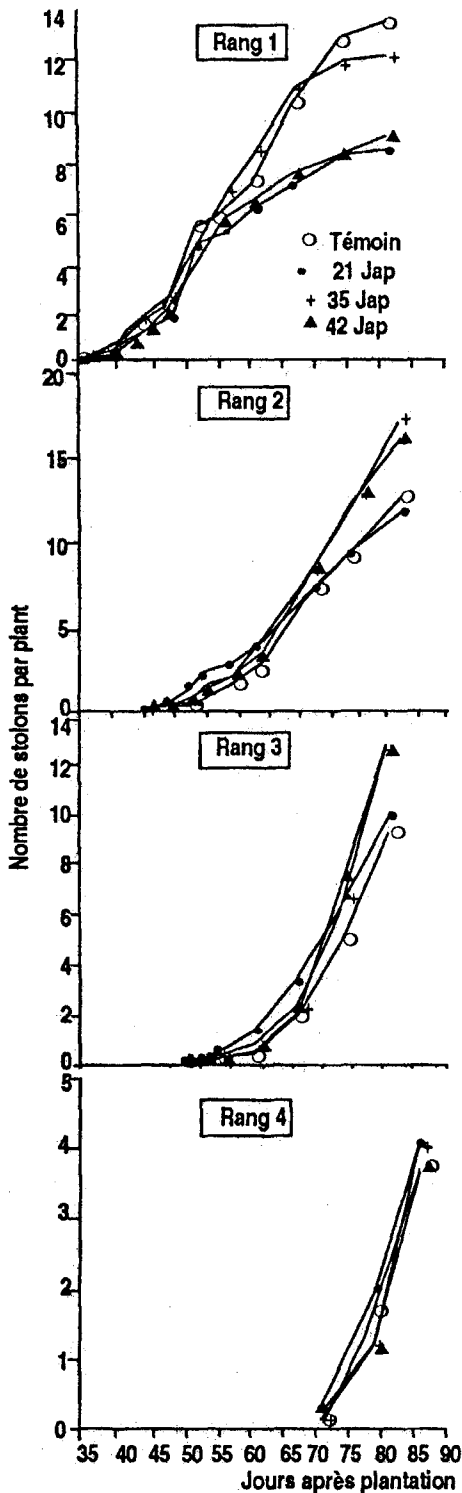


Figure 4. Effet de l'acide gibberellique sur la cinétique de formation de stolons en fonction des rangs chez la variété Oso-grande (JAP: Jours après plantation)

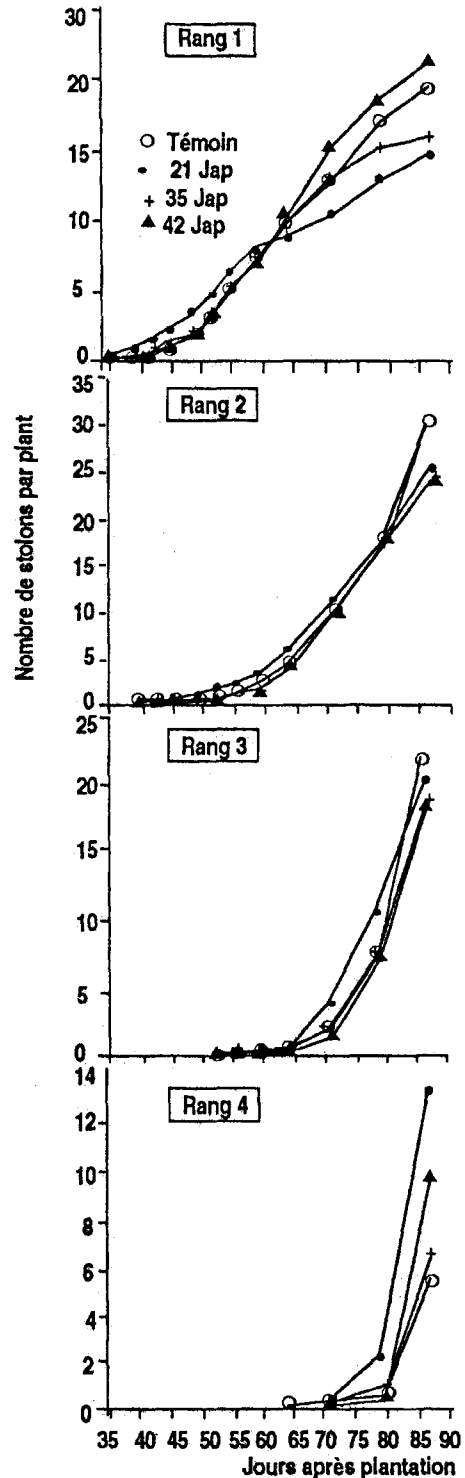


Figure 5. Effet de la date d'application de l'acide gibberellique sur la cinétique de formation des stolons en fonction des rangs chez la variété Chandler

L'apparition des stolons du troisième rang a débuté au 50^{ème} JAP chez Chandler (Figure 4) et 3 jours plus tard chez Oso-grande (Figure 5). Comme

pour les stolons du troisième rang, une amélioration significative est observée avec les traitements effectués aux 35^{ème} et 42^{ème} JAP chez

Oso-grande et ce à partir du 80^{ème} jour de plantation (Figure 3). Un tel effet n'est pas observé chez Chandler (Figure 2). Mais, celle-ci a produit 41% plus de stolons du troisième rang qu'Oso-grande (Figure 3).

La formation de stolons du quatrième rang a débuté au 70^{ème} jour chez Oso-grande et au 65^{ème} jour chez Chandler. Aucune différence significative entre les traitements n'a été observée chez les deux variétés.

Après le 80^{ème} jour, le nombre de stolons produit par plant a presque doublé chez les deux variétés aussi bien chez les plants traités que chez ceux non traités (Figure 4 & 5).

DISCUSSION

La production de plants de fraisier est le résultat de formation de touffes et de stolonisation qui sont sous le contrôle de la température et de la photopériode.

La formation de nouvelles touffes est initiée à partir des bourgeons axillaires lorsque la température est supérieure à 23°C et la photopériode inférieure à 13 h par jour (Smeets, 1955). Dans la région de Souss-Massa, ces deux conditions sont satisfaites pendant les mois de mars et avril.

La présente étude a montré que la formation de touffes a été initiée un mois après la plantation et a duré 25 jours. Elle s'est arrêtée vers la fin du mois d'avril, date à laquelle la photopériode dans la région a dépassé les 13h. Le traitement à l'AG₃ a eu un effet dépressif sur la formation des touffes chez les deux variétés ce qui est en accord avec les nombreux travaux qui ont démontré que l'AG₃ n'induit pas de nouvelles divisions cellulaires et qu'il affecte plutôt l'élongation cellulaire (MacMillan & Phinney, 1987).

La stolonisation, contrairement à la formation des touffes, se trouve sous la dépendance des jours longs. Les travaux de plusieurs auteurs ont montré que la formation de stolons a lieu lorsque la photopériode est supérieure à 13 h par jour et qu'elle est optimale à 16 h (Durner *et al.*, 1984; Roudeillac *et al.*, 1987).

Dans la région de Souss-Massa, la photopériode dépasse 13 h à partir du 13 avril et se maintient entre 13 et 14 h jusqu'au 30 août, date à laquelle

elle commence à rechuter. On peut donc conclure que, dans la région d'Agadir, les conditions de photopériode sont relativement satisfaisantes pour la stolonisation pendant une durée effective de 140 jours.

Sous ces conditions, une production moyenne de 78 stolons par plant a été obtenue avec la variété Chandler mais avec Oso-grande, elle n'était que de 35 et ce, sans aucun traitement au froid, ni aux régulateurs de croissance.

Pour les deux variétés testées, les premiers stolons sont apparus au début du mois d'avril mais durant le mois de mai, la formation de nouveaux stolons a connu la plus grande vitesse avec une moyenne de 3 à 4 stolons par jour. Le nombre moyen de stolons produits par la variété Chandler était deux fois plus élevé que celui d'Oso-grande.

Il s'avère ainsi que Chandler est plus stolonifère qu'Oso-grande, mais les deux ont présenté un rendement 10 fois plus élevé que ce qui a été rapporté pour les anciennes variétés telles que Geneva (Dennis & Bennett, 1969).

Concernant les traitements à l'AG₃ et en se basant sur le nombre total de stolons par pied-mère, la variété Oso-grande a répondu positivement à l'application de l'AG₃, alors qu'avec Chandler aucune amélioration n'a été observée sur la stolonisation. Ces résultats rejoignent ceux de Dennis & Bennett (1969) et Barritt (1974) qui ont tous montré que certaines variétés répondent mieux à l'AG₃ que d'autres. L'AG₃ peut jouer un rôle dans la substitution des jours longs comme dans la substitution des besoins en froid (Bailey & Rossi, 1964). D'après Porlingis & Boynton (1961), ce sont les variétés qui ont un faible besoin en froid qui répondent mieux aux traitements hormonaux. Ainsi, il s'avère que, des deux variétés testées dans la présente étude, Oso-grande doit avoir des besoins en froid plus faibles que Chandler puisqu'elle a mieux répondu à l'AG₃. Par conséquent, elle aurait dû produire plus de stolons que cette dernière.

Or, c'est exactement le contraire qui a été observé dans la présente étude. Ceci démontre que les conditions de photopériode et l'interaction variété x photopériode semblent avoir un effet déterminant. Cette dernière hypothèse est en accord avec les résultats d'autres essais menés sous conditions tropicales et qui ont montré que l'AG₃ joue un rôle dans la substitution des jours longs (Kahanji *et al.*, 1992).

En comparaison avec les plants importés d'Europe, ceux produits dans la région d'Agadir ont présenté une floraison plus précoce, un rendement plus élevé mais des fruits d'un calibre plus petit (Kenny *et al.*, 1997)

CONCLUSION

La présente étude a montré que les conditions de températures et de photopériode dans la région de Souss-Massa sont très favorables pour la reproduction végétative du fraisier.

La variété Chandler s'est avérée plus stolonifère que la variété Oso-grande. Pour cette dernière, les traitements à l'AG₃ à une concentration de 50 ppm, appliqués aux 35^{ème} et 42^{ème} jours après plantation, permettent une amélioration considérable du nombre de stolons par pied-mère.

La différence de comportement entre les deux variétés peut être attribuée à la différence de sensibilité à la photopériode mais pour confirmer une telle observation, des études supplémentaires sont nécessaires.

RÉFÉRENCES CITÉES

- Bailey J.S & Rossi A.W. (1964) Effect of fall chilling, forcing temperature and day length on the growth and flowering of castkill strawberry plants. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 187:245-252
- Barritt B.H. (1974) The effect of gibberellic acid, blossom removal and planting date on strawberry runner plant production. *Hortscience* 9(1):25-27
- Boxus P. (1974) The production of strawberry plants by in vitro micropropagation. *J. Hort. Sci.* 49:209-211
- Darrow G. M. & Waldo G.F. (1934) Responses of strawberry varieties and species to the duration of the daily light period. *USDA tech. Bul.* p. 453
- Dennis F.G. & Bennett H.O. (1969). Effects of gibberellic acid and deflowering upon runner and inflorescence development in an everbearing strawberry. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 94 : 534-537
- Dennis F.G. Lipecki J & Chi-Li Kiang.(1970) Effects of photoperiod and other factors upon flowering and runner development of three strawberry cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci* 95(6): 750- 754
- Durner E.F., Barden J.A., Himelirick D.G. & Poling E.B. (1984). Photoperiod and temperature effects on flower and runner development in day-neutral, junebearing and everbearing strawberries. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109(3) :396-400
- Hartman H.T. (1947) Some effect of temperature and photoperiod on flower formation and runner production in the strawberry. *Plant. Physiol.* 22: 407-420
- Kahangi E.M. , Figime Y. & Nakamura E. (1992) Effect of chilling and growth regulators on runner production of three strawberry cultivars under tropical conditions. *J. Hort. Sci.* 67:381-384
- MacMillan J. & Phinney B.O. (1987) Biochemical genetics and the regulation of stem elongation by Gibberellins. pp. 156-171. *In* Physiology of cell expansion during plant growth. (Edts.) Daniel J. Cosgrove & Daniel P. Kniewel. American Society of Plant Physiologists
- Naja K. (1995). Étude sur la production de plants de fraisier dans la région de Souss-Massa. Mémoire de 3ème cycle. IAV Hassan II. Complexe Horticole, Agadir, 88p.
- Porlingis I.C. & Boynton D. (1961) Growth responses of the strawberry plant, *Fragaria chiloensis* var. ananassa, to gibberellic acid and to environmental conditions. *Amer. Soc. Hort. Sciences* 78: 261-269
- Roudeillac P., Veschamber D., Risser G., Nourrisseau J., Felici G., Fourel A., Moreau B. & Navatel J.C. (1987). La fraise: Technique de production. CTIFL
- Smeets L. (1955) Runner formation on strawberry plants in the autumn and winter: II. Influence of the light intensity on the photoperiodic behaviour. *Euphytica* 4:240-244

Actes Inst. Agron. Vet. (Maroc) 1997, Vol. 17 (3)

SOMMAIRE / CONTENTS

- Effet de l'augmentation de l'alimentation calorique et du traitement au lasalocid sur la sécrétion des gonadotrophines chez les béliers [Eng]
Effect of increasing dietary energy and lasalocid treatment on gonadotrophin secretion in rams
Boukhliq R., Miller D.W. & Martin G.B. **133-141**
- Diminution du taux d'ARNm du collagène VII chez des patients atteints d'une forme sévère d'épidermolyse bulleuse dystrophique récessive
Type VII collagen mRNA diminution in patients with severe recessive dystrophic epidermolysis bullosa
Hilal L., Blanchet-Bardon Cl. & Goossens M. **143-148**
- Stimulation de l'activité K⁺-pNPPasique nerveuse par les faibles doses d'amphétamine et de phényléthylamine : évidence d'une activation apparente
Stimulation of neural K⁺ pNPPase activity by low doses of amphetamine and phenylethylamine: evidence for apparent activation
Mesfioui A., Math F., Ahami A.T., Elhessni A., Davrainville J.L. & Choulli M.Kh. **149-155**
- Estimation des effets des facteurs fixes sur les poids des agneaux et sur la prolificité des brebis de la race ovine *Seguraña* dans le sud-est espagnol
Estimation of fixed effects on lamb weights and on ewe litter size of Segureña sheep in south-eastern Spain
Analla M., Munoz-Serrano A. & Serradilla J.M. **157-163**
- Étude de la toxicité des composés phénoliques modèles de la lignine vis-à-vis de 1040 souches de champignons
Study of the toxicity of phenolic lignin model compounds towards 1040 strains of fungi
Rahouti M., Seigle-Murandi F., Steiman R. & Benoit-Guyod J.L. **165-172**
- Systématique de deux nouveaux copépodes parasites de la sardine *Sardina pilchardus* Walbaum 1792 de l'Atlantique marocain (Kénitra-Mehdia)
Systematic of two new parasitic copepods of the sardine (*Sardina pilchardus* Walbaum 1792) of Moroccan atlantic waters (Kenitra-Mehdia)
Belghyti D., Mouhssin M., Mokhtar N., El Kharrim Kh. , Morand S. & Bouchereau J.L. **173-180**
- L'infestation naturelle par les petits strongles respiratoires altère la ventilation pulmonaire des chèvres [Eng.]
Natural infections by small lungworms depress the respiratory function of goats
Berrag B. **181-186**
- Effet de la fréquence d'abreuvement et de la complémentation en céréales de la fane d'arachide sur la consommation alimentaire, la digestibilité des nutriments, le bilan d'azote et de phosphore chez le mouton du Sahel
Study of the effect of frequency of drinking water and complementation of groundnut, straw with cereals on the phosphorus and calcium balance by fulani sheep : case of phosphorus depletion and a normal calcium intake
Gongnet G.P., Kaboul I., Doumaï-Mbaï Z. & Selthorst Th. **187-192**
- Recommandations aux auteurs/ Instructions to the authors **193-194**