

Étude de la relation entre la production de fruits albinos et les anomalies chromosomiques observées chez le fraisier cultivé (*Fragaria x ananassa* Duch.)

*H. Rousseau¹

Résumé, *H. Rousseau¹. **Étude de la relation entre la production de fruits albinos et les anomalies chromosomiques observées chez le fraisier cultivé (*Fragaria x ananassa* Duch.).** *Agrosol*. 15 (2) : 91-96. La production de fruits albinos peut causer des pertes économiques importantes chez le fraisier cultivé. Les fruits albinos sont de taille normale mais ne développent pas leur pleine couleur. Ils sont insipides et parfois d'apparence aqueuse. L'intérieur de ces fruits forme une mosaïque blanche et rouge. La peau se brise facilement et les fruits se dégradent rapidement après la récolte. En 1998 et 1999, le cultivar de fraisier Kent, alors le plus populaire au Québec, a produit des fruits albinos dans une proportion estimée à environ 40 % de la récolte provinciale. En 1998, malgré de mauvaises conditions climatiques, on a observé au Québec des champs de Kent produisant des fruits normaux côtoyant des champs de Kent produisant des fruits albinos; la seule différence semblant être la provenance des plants. Dans la littérature scientifique, les anomalies phénotypiques ont souvent été corrélées à des anomalies des nombres chromosomiques, ou mixoploïdie. Nous avons voulu vérifier s'il y avait une corrélation entre la production de fruits albinos et les nombres chromosomiques des cellules en division dans les apex racinaires chez les cultivars Kent, Yamaska et Joliette produits au Québec, en Ontario et en Nouvelle-Écosse. Les résultats ont montré que tous les plants échantillonnés, produisant ou non des fruits albinos, ont présenté une forte proportion de mixoploïdie. Le nombre chromosomique normal du fraisier est de $2n = 8x = 56$. Cependant, dans les 297 cellules observées lors de cette étude, les nombres chromosomiques ont varié de 15 à 105. La proportion des cellules contenant un nombre normal de chromosomes était de 10 %, dans le cas de Joliette certifié produit au Québec, de 22 % pour Kent albinos produit au Québec et Kent certifié produit en Nouvelle-Écosse, de 24 et 26 % pour Kent certifié produit en Ontario et Yamaska certifié produit au Québec, respectivement, et de 42 % pour Kent certifié produit au Québec. L'analyse statistique n'a pas révélé de différences significatives entre les moyennes des nombres chromosomiques, les écarts absolus et la racine carrée des écarts quadratiques moyens ni entre les rangs de chacun de ces facteurs. La

présence de mixoploïdie ne peut donc pas être reliée au problème de l'albinisme chez le fraisier cultivé.

Mots clés : *Fragaria x ananassa*, fraisier cultivé, mixoploïdie, nombre chromosomique, albinisme, anomalie phénotypique.

Abstract, *H. Rousseau¹. **Relationship between albino berries and chromosome numbers in the strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) production.** *Agrosol*. 15 (2) : 91-96. Production of albino berries can cause important economic losses in strawberry production. During summers 1998 and 1999, albino berries, produced by the strawberry cultivar Kent, have been estimated to more than 40 % of the total provincial yield. The fruits failed to reach their full colour during ripening and remained orange or light red. The interior pulp was light pink. The fruits were normal in size but had a bitter acid taste and had a short shelf-life. Despite poor climatic conditions in Quebec during summer 1998, normal fields were observed along fields producing albino berries. The only traceable difference between the fields was the source of the certified material planted the previous year. Studies performed on different plant species have shown that phenotypic variability could be due to changes in chromosome numbers. Strawberry is an octoploid and its normal chromosome number is $2n = 8x = 56$. In this study, relationship between albino berry production and chromosome numbers in actively dividing root cells of the cultivars Yamaska, Joliette and Kent produced in Quebec, Ontario and Nova Scotia was checked. The results showed that there was mixoploidy in all the plants tested, even if they produced normal fruits. Chromosome counts varied from 15 to 105 in the 297 cells tested. Consequently, albino berry disorder can not be related to the presence of mixoploidy in the cultivated strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.).

Key words: *Fragaria x ananassa*, strawberry, mixoploidy, chromosome number, albino berry disorder, phenotypic variability.

1. Institut de recherche et de développement en agroenvironnement inc. (IRDA), 2 700, rue Einstein, Sainte-Foy (Québec) G1P 3W8, Canada

*Auteur pour la correspondance : téléphone (418) 644-6813, télécopieur : (418) 644-6855, Courriel : helene.rousseau@irda.qc.ca

Introduction

Le fraiser cultivé (*Fragaria x ananassa* Duch.) est le résultat du croisement fortuit, au milieu du 18^e siècle, entre le fraiser des bois nord-américain (*F. virginiana* Duch.) et le fraiser du Chili ou fraiser des plages (*F. chilensis* (L.) Duch.) (Dale, 1994). Le nombre chromosomique du fraiser cultivé et des espèces parentales est de $2n = 8x = 56$. Le nombre chromosomique de base étant de $x = 7$, le fraiser cultivé est un octoploïde (Gupta, 1970). Plusieurs auteurs ont déjà réalisé des comptages chromosomiques sur le fraiser cultivé (Chen, 1993; Ma et al., 1988; Murin, 1978; Niemirowicz-Szczytt et Malepsy, 1980; Staudt, 1962; Yamaguchi, 1980), sur le fraiser des bois (Ichijima, 1926, 1930; Longley, 1926; Löve et Löve, 1966; Löve et Ritchie, 1966; Packer, 1964; Staudt, 1962; Yarnell, 1931a, b; Zhukova, 1967) et sur le fraiser des plages (Gupta, 1970) sans mentionner l'incidence de mixoploïdie. Owen et Miller (1993) sont les seuls à faire mention de la variabilité des nombres chromosomiques chez le fraiser.

Jusqu'à tout récemment, le cultivar de fraiser Kent (Craig et al., 1982) était le fraiser cultivé le plus populaire au Québec. Durant les étés 1998 et 1999, Kent a produit des fruits albinos dans une proportion estimée à environ 40 % de la récolte (Garneau et Thibodeau, 1999). Ces fruits étaient de taille normale mais, tel que décrit dans la littérature (Ulrich et al., 1980), ils ne développaient pas leur pleine couleur, étaient insipides et parfois d'apparence aqueuse. L'intérieur formait une mosaïque blanche et rouge. La peau se brisait facilement et les fruits se dégradaient rapidement après la récolte. Dans un certain nombre de cas, environ 7 % de la récolte, il a été difficile d'affirmer avec certitude la présence des symptômes sur les fruits (Garneau et Thibodeau, 1999). Les pertes économiques provoquées par ce problème dans l'ensemble du Québec ont été évaluées à plus de 3 millions \$.

Depuis quelques années également, le problème de production de fruits albinos se manifeste en Belgique, en Hollande, en France, en Allemagne et en Italie. Outre de mauvaises conditions climatiques lors de la

production des fruits, plusieurs facteurs pouvant provoquer cette anomalie, tels l'équilibre nutritif du sol, le type de substrat et la sensibilité variétale, ont été étudiés sans résultats concluants (Leiten, 1999). Au Québec, en 1998, malgré des conditions climatiques adverses, on a observé des champs de Kent produisant des fruits normaux côtoyant des champs de Kent produisant des fruits albinos. Les anomalies morphologiques des plantes ont fréquemment été corrélées avec des anomalies chromosomiques. Ce fut le cas chez le fraiser (Ma et al., 1988), le bananier (Sandoval et al., 1996), le blé (Wang et Marshall, 1996), les épinettes noires et blanches (Levasseur et al., 1999), produits par culture *in vitro* et chez diverses espèces végétales exposées à des pesticides (Grant, 1978). La détection des anomalies chromosomiques a également été utilisée pour évaluer le niveau de perturbation des érablières (Gervais et Grandtner, 1981, 1990; Gervais et al., 1989a; b).

Au Québec, une première étude avec marqueurs moléculaires n'avait pas révélé de différence entre des fraisiers Kent produisant des fruits normaux et des fraisiers Kent produisant des fruits albinos (Plante, 1999). Ultérieurement, le comptage chromosomique sur un nombre restreint de cellules d'apex radiculaires suggérait qu'il pourrait y avoir une relation entre la proportion de cellules mixoploïdes des tissus et l'apparition d'anomalies phénotypiques ou biochimiques chez le fraiser (Plante et Rousseau, 2001).

La présente étude avait d'abord pour objectif de vérifier si le problème des fruits albinos pouvait être corrélé avec la présence d'anomalies du nombre chromosomique. Dans un deuxième temps, nous voulions évaluer le coût et la facilité d'application du comptage chromosomique comme méthode de détection précoce du problème des fruits albinos dans la chaîne de production des plants certifiés. Pour ce faire, nous avons comparé les nombres chromosomiques de plants normaux et anormaux du fraiser Kent certifiés produits au Québec. Nous avons vérifié si la provenance des plants influençait la présence d'anomalies chromosomiques en comparant les nombres chromosomi-

ques de plants normaux de Kent certifiés produits en Nouvelle-Écosse et en Ontario. Nous avons également vérifié si les anomalies chromosomiques pouvaient se manifester chez des cultivars apparentés et non apparentés au cultivar Kent.

Matériel et méthodes

À l'automne 1999, 30 plants de fraiser Kent ont été prélevés dans un champ en deuxième année de production, à l'Île d'Orléans. Étant donné la date de prélèvement, nous ne savions pas si les plants prélevés avaient produit des fruits albinos durant la récolte. Nous savions cependant que la plupart des plants de ce champ étaient affectés par le problème. Les plants ont immédiatement été déposés dans des sacs de plastique et entreposés à 1°C pour compléter leur besoin en dormance. Ils ont été repotés et cultivés en serre à partir du 14 janvier 2000. Lorsqu'ils ont produit leurs fruits, dix plants anormaux ont été sélectionnés pour les comptages chromosomiques. Ils ont constitué notre échantillon de plants anormaux de fraiser Kent certifiés, produits et vendus au Québec en 1997.

Également à l'automne 1999, des plants certifiés ont été échantillonnés au hasard chez les quatre producteurs de plants certifiés du Québec, à raison de 25 plants par entreprise. Ils ont été cultivés en serre par la compagnie Phytoclone inc. selon un dispositif expérimental en blocs aléatoires permettant de vérifier la qualité des fruits produits. Nous avons sélectionné dix de ces plants produisant des fruits normaux pour effectuer les comptages chromosomiques. Ils ont constitué notre échantillon de plants normaux du fraiser Kent certifiés, produits et vendus au Québec en 2000.

Pour vérifier l'influence de la provenance des plants certifiés de Kent sur les nombres chromosomiques, nous avons utilisé dix plants certifiés de fraiser Kent produits et vendus en Ontario en 2000 et dix plants certifiés de fraiser Kent produits et vendus en Nouvelle-Écosse en 2000. Pour voir si

les anomalies chromosomiques se manifestaient chez des cultivars apparentés et non apparentés au cultivar Kent, nous avons utilisé dix plants certifiés du cultivar Joliette (Khanizadeh et al., 1996) et dix plants certifiés du cultivar Yamaska (Khanizadeh et al., 1999), produits et vendus au Québec en 2000. Le cultivar Joliette est apparenté au cultivar Kent et semble avoir subi une mutation pour produire des fruits non albinos mais à tendance orangée. Le cultivar Yamaska n'est pas apparenté de près au cultivar Kent. Ses fruits sont rouge vif et n'ont jamais manifesté de tendance vers l'orangé.

Tous les plants sélectionnés ont été cultivés dans les serres de l'IRDA au Complexe scientifique, à Sainte-Foy. Des apex radiculaires très courts, mesurant de 2 à 3 mm de longueur, ont été prélevés directement en serre sur les plants en pleine croissance. Les chromosomes ont été comptés dans cinq cellules de chacun des apex prélevés tel que décrit précédemment (Plante et Rousseau, 2001). Le traitement à la colchicine, normalement utilisé pour raccourcir les chromosomes, a toutefois été omis pour rendre le contour de ceux-ci plus précis. Nous avons fait les analyses statistiques des moyennes des nombres chromosomiques, des écarts absolus, de la racine carrée des écarts quadratiques moyens et des rangs de chacun de ces facteurs à l'aide de tests de Tukey.

Résultats et discussion

Le fraisier cultivé est un octoploïde. Son nombre chromosomique est de $2n = 8x = 56$. Dans cette étude, tous les cultivars, quelle que soit leur provenance, ont révélé la présence de mixoploïdie au niveau des apex radiculaires. Le tableau 1 présente un bilan des comptages chromosomiques. Le nombre de chromosomes a été compté dans 297 cellules. Globalement, les nombres chromosomiques ont varié de 15 à 105 par cellule. Le cultivar Joliette est celui qui a présenté la plus faible proportion, soit 10 % de cellules normales,

c'est-à-dire comptant 56 chromosomes. Le cultivar Kent normal est celui où l'on a observé la plus forte proportion, soit 42 % de cellules normales à 56 chromosomes. Dans les autres cultivars, Kent albinos, Kent de la Nouvelle-Écosse, Kent de l'Ontario et Yamaska, on n'a obtenu que de 22 à 26 % de cellules présentant un caryotype normal.

Les analyses statistiques n'ont pas révélé de différences significatives, à 95 %, entre les moyennes des nombres chromosomiques de chacun des cultivars et des provenances, ni entre les écarts absolus, les racines carrées des écarts quadratiques moyens et le rang de chacun de ces facteurs (tableaux 2 et 3). Elles révèlent cependant des tendances. La distribution des nombres chromosomiques de Kent normal tend à se rapprocher de celle de Kent de la Nouvelle-Écosse. La moyenne des nombres chromosomiques observée est d'environ 56 et les écarts par rapport à la moyenne sont faibles. La distribution des nombres chromosomiques de Kent albinos tend à se rapprocher de celle de Kent de l'Ontario. Les moyennes des nombres chromosomiques sont de 56 et de 61 respectivement, mais les écarts par rapport à la moyenne sont élevés.

Les chromosomes du fraisier sont nombreux et de très petite taille. Pour cette raison, Ciupka et al. (1993) considèrent que les comptages chromosomiques sont

très difficiles à obtenir tandis que Owen et Miller (1993) considèrent comme normaux des nombres de 52 à 57 chromosomes. Dans ce travail, la méthode de préparation des racines diverge de celle employée par ces auteurs et permet d'obtenir des chromosomes plus longs et aux contours très nets. Cependant, bien que de fréquentes superpositions pourraient sans doute provoquer, dans certains cas, une marge d'erreur que nous estimons à ± 2 chromosomes, tous les fraisiers, qu'ils aient produit des fruits albinos ou normaux, ont présenté un degré élevé de mixoploïdie au niveau des cellules d'apex radiculaires. Ces résultats viennent invalider l'hypothèse d'une relation entre la présence de fruits albinos et les anomalies chromosomiques. Le comptage chromosomique ne peut donc pas être utilisé comme méthode de détection précoce du problème des fruits albinos chez le fraisier. De plus, la méthode est laborieuse. Il aura fallu plus de 500 heures de travail pour évaluer 60 plants; ce qui représente le nombre habituel de plants nucléaires à tester dans la chaîne de production des plants certifiés au Québec. Il faudrait poursuivre les recherches pour réussir à expliquer la présence de mixoploïdie chez tous les fraisiers à l'étude et pour trouver la cause du problème survenu chez le cultivar Kent durant les récoltes de 1998 et 1999.

Tableau 1. Bilan des comptages chromosomiques dans les apex radiculaires des cultivars de fraisiers Kent, Joliette et Yamaska.

Cultivar	Variation du nombre chromosomique	Proportion des cellules (%) où :		
		2n < 56	2n = 56	2n > 56
Kent albinos ¹	15 à 76	20	22	57
Kent normal ²	25 à 73	28	42	30
Kent On ³	48 à 105	16	24	59
Kent NS ⁴	47 à 73	33	22	44
Joliette Qc ⁵	44 à 81	46	10	44
Yamaska Qc ⁶	41 à 97	38	26	36

1- Kent certifié produit et vendu au Québec en 1997 et présentant des fruits albinos; 2- Kent certifié produit et vendu au Québec en 2000 et présentant des fruits normaux; 3- Kent certifié produit et vendu en Ontario en 2000 et présentant des fruits normaux; 4- Kent certifié produit et vendu en Nouvelle-Écosse en 2000 et présentant des fruits normaux; 5- Joliette certifié produit et vendu au Québec en 2000 et présentant des fruits à tendance orangée; 6- Yamaska certifié produit et vendu au Québec en 2000 et présentant des fruits normaux.

Tableau 2. Analyse statistique de la moyenne des nombres chromosomiques, des écarts absolus et de la racine carrée des écarts quadratiques moyens.

Tukey *	Moyenne	Nombre de plants	Cultivar
Moyenne des nombres chromosomiques			
A	61,185	10	Kent On ³
A	56,510	10	Kent NS ⁴
A	56,440	10	Yamaska Qc ⁶
A	56,415	10	Kent albinos ¹
A	55,880	10	Joliette Qc ⁵
A	55,260	10	Kent normal ²
Plus petite différence significative = 6,678			
Écarts absolus			
A	6,545	10	Kent On
A	5,425	10	Kent albinos
A	5,360	10	Joliette
A	5,360	10	Yamaska
A	3,820	10	Kent normal
A	3,380	10	Kent NS
Plus petite différence significative = 6,678			
Racine carrée des écarts quadratiques moyens			
A	9,431	10	Kent On
A	7,827	10	Yamaska
A	7,592	10	Kent albinos
A	6,455	10	Joliette
A	6,229	10	Kent normal
A	4,550	10	Kent NS
Plus petite différence significative = 6,5316			

Tableau 3. Analyse statistique des rangs des moyennes des nombres chromosomiques, des rangs des écarts absolus et des rangs des racines carrées des écarts quadratiques.

Tukey *	Moyenne	Nombre de plants	Cultivar
Rangs des moyennes des nombres chromosomiques			
A	44,750	10	Kent On ³
A	32,100	10	Kent albinos ¹
A	27,900	10	Yamaska Qc ⁶
A	27,800	10	Joliette Qc ⁵
A	27,000	10	Kent NS ⁴
A	23,450	10	Kent normal ²
Plus petite différence significative = 22,144			
Rangs des écarts absolus			
A	39,050	10	Kent On
A	35,200	10	Joliette
A	34,550	10	Yamaska
A	30,400	10	Kent albinos
A	22,850	10	Kent normal
A	20,950	10	Kent NS
Plus petite différence significative = 22,278			
Rangs des racines carrées des écarts quadratiques			
A	36,900	10	Kent On
A	35,800	10	Yamaska
A	32,500	10	Joliette
A	31,050	10	Kent albinos
A	26,250	10	Kent normal
A	20,500	10	Kent NS
Plus petite différence significative = 22,8			

* Les moyennes précédées de la même lettre ne sont pas significativement différentes

1- Kent certifié produit et vendu au Québec en 1997 et présentant des fruits albinos; 2- Kent certifié produit et vendu au Québec en 2000 et présentant des fruits normaux; 3- Kent certifié produit et vendu en Ontario en 2000 et présentant des fruits normaux; 4- Kent certifié produit et vendu en Nouvelle-Écosse en 2000 et présentant des fruits normaux; 5- Joliette certifié produit et vendu au Québec en 2000 et présentant des fruits à tendance orangée; 6- Yamaska certifié produit et vendu au Québec en 2000 et présentant des fruits normaux.

Conclusion

Le comptage chromosomique tel qu'effectué dans cette étude n'a pas révélé de relation entre la production de fruits albinos et les anomalies chromosomiques. Tous les cultivars à l'étude, qu'ils aient produit des fruits normaux ou albinos, ont présenté des nombres variables de chromosomes dans les cellules de leurs apex radiculaires. À la lumière de ces résultats, il est évident qu'on ne peut pas utiliser cette méthode pour détecter le problème des fruits albinos dès le début de la chaîne de production des plants de fraisier.

Remerciements

L'auteur tient à remercier monsieur Stéphane Plante du Centre de recherche en biologie forestière de l'Université Laval pour le comptage chromosomique; messieurs Daniel Bergeron et Rosaire Trahan, du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec, Direction régionale de Québec – Capitale-Nationale, pour l'expertise dans l'évaluation des symptômes de fruits albinos et les comptages chromosomiques et madame Laetitia Champagne, de l'IRDA, pour le suivi technique en serres. Des remerciements vont également à monsieur Sylvain Végiard, de l'Institut de la statistique du Québec, pour la réalisation des analyses statistiques. Le projet a été financé par l'IRDA et le Fonds végétal du Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec, grâce à

l'appui de l'Association des producteurs de fraises et de framboises du Québec et de l'Association des producteurs de plants de fraisiers et de framboisiers certifiés du Québec.

Références bibliographiques

Chen, R. Y. (ed.). 1993. Chromosome Atlas of Chinese Fruit Trees and Their Close Wild Relatives. Chromosome Atlas Chin. Princ. Econ. Pl. I.

- Ciupka, B., K. Niemirowicz-Szczytt et I. Wy-somirska. 1993. Inquiring a chance to obtain strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) dihaploids. Acta Societatis Botanicorum Poloniae 62 : 179-183.
- Craig, D. L., L. E. Aalders et G. W. Bishop. 1982. Kent strawberry. Can. J. Plant Sci. 62 : 819-822.
- Dale, A. 1994. Fraisières sauvages. Agri-food research in Ontario, mars 1994 : 12-13.
- Garneau, A. et P. O. Thibodeau. 1999. Évaluation de la présence de fruits albinos en production de fraises Kent en 1999. Rapport non publié. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. Direction générale des affaires régionales. 13 p.
- Gervais, C. et M. M. Grandtner. 1981. Étude cyto-écologique de quatre populations de *Claytonia caroliniana* var. *caroliniana* au Québec. Can. J. Bot. 59 : 1685-1701.
- Gervais, C. et M. M. Grandtner. 1990. Chromosomes surnuméraires, variations climatiques et dépérissement des érablières. In Camiré, C., Hendershot, W. et Lachance, D. (éd.). Le dépérissement des érablières, causes et solutions possibles. C.R.B.F., Fac. For. Géom. Univ. Laval, Québec. Pp. 265-269.
- Gervais, C., G. Roy, M. M. Grandtner et G. Desaulniers. 1989a. The B chromosomes of *Claytonia caroliniana* (Portulacaceae) and maple forest dieback. Can. J. For. Res. 19 : 595-599.
- Gervais, C., G. Roy, N. Dignard et G. Desaulniers. 1989b. Recherches cytologiques et dépérissement : Résultats et perspectives. Extrait du cahier des conférences, Atelier sur le dépérissement dans les érablières, Saint-Hyacinthe, février 1989, Centre de recherche acéricole du Québec : 49-50.
- Grant, W. F. 1978. Chromosome aberrations in plants as a monitoring system. Environmental Health Perspectives 27 : 37-43.
- Gupta, B. K. 1970. Chromosome survey in strawberries of Kashmir. Cytologia 35 : 107-110.
- Ichijima, K. 1926. Cytological and genetical studies on *Fragaria*. Genetics 11(6) : 590-604.
- Ichijima, K. 1930. Studies on the genetics of *Fragaria*. Zeitschr. Indukt. Abstamm. U. Vererbungslehre 55(4) : 300-347.
- Khanizadeh, S., D. Buszard, O. Carrisse. et P. O. Thibodeau. 1996. Joliette strawberry. HortScience 31(6) : 1036-1037.
- Khanizadeh, S., B. Thériault, O. Carrisse et D. Buszard. 1999. AC-Yamaska strawberry. HortScience 34(4) : 743-744.
- Leiten, P. 1999. Albino berries. Grower, octobre 1999.
- Lévesque, C., L. Tremblay et F. M. Tremblay. 1999. Somaclonal variation in black spruce and white spruce plants regenerated through somatic embryogenesis : a description and quantification. Am. J. Bot. 86(10) : 1373-1381.
- Longley, A. E. 1926. Chromosomes and their significance in strawberry classification. Jour. Agric. Res. 32(6) : 559-568.
- Löve, A. et D. Löve. 1966. Cytotaxonomy of the alpine vascular plants of Mount Washington. Univ. Colorado Studies Ser. Biol. 24 : 1-74.
- Löve, A. et J. C. Ritchie. 1966. Chromosome numbers from central Canada. Can. J. Bot. 44 : 429-439.
- Ma, H.M., Z.F. Li et G.H. Gao. 1988. Genotypic variability for embryonic callus and plant regeneration in anther culture of strawberry. Acta Bot. Boreal. Occid. Sin. 8 : 175-183.
- Murin, A. 1978. In index of chromosome numbers of Slovakian flora. Part 6. Acta Fac. Rerum. Nat. Univ. Comeniana Bot. 26 : 1-42.
- Niemirowicz-Szczytt, K. et S. Malepsy. 1980. Micropropagation from the meristems and young leaves of *Fragaria*. Bull. Acad. Polon. Sci. Ser. Biol. 28 : 335-340.
- Owen, H.R. et A.R. Miller. 1993. A comparison of staining techniques for somatic chromosomes of strawberry. HortScience 28 (2) : 155-156.
- Packer, J. G. 1964. Chromosome numbers and taxonomic notes on western Canadian and Arctic plants. Can. J. Bot. 41(1) : 85-103.
- Plante, S. 1999. Marqueurs RAPD et étude moléculaire des cultivars normaux et mutants du fraisier cultivé, *Fragaria x ananassa* Duch. (Rosaceae). Rapport non publié présenté au ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ).
- Plante, S. et H. Rousseau. 2001. Relationship between production of albino berries and mixoploidy in the strawberry (*Fragaria x ananassa*) cv. Kent. Acta Hort. 560 : 197-200.
- Sandoval, J. A., F. X. Côte et J. Escoute. 1996. Chromosome number variations in micropropagated true-to-type and off-type banana plants (*Musa* AAA Grande Naine cv.). In vitro Cell. Dev. Biol.-Plant 32 : 14-17.
- Staudt, G. 1962. Taxonomic studies in the genus *Fragaria*. Typification of the *Fragaria* known at the time of Linnaeus. Can. J. Bot. 40(6) : 869-886.
- Ulrich, A., M. A. E. Mostafa et W. W. Allen. 1980. Albinism In Strawberry deficiency symptoms : a visual and plant analysis guide to fertilization. University of California. Division of Agricultural Science, p. 40.
- Wang, W. C. et D. Marshall. 1996. Genomic rearrangement in long-term shoot competent cell cultures of hexaploid wheat. In vitro Cell. Dev. Biol.-Plant 32 : 18-25.

Yamaguchi, S. 1980. Cytogenetics in horticultural plants II. Chromosome numbers of six leading cultivars of strawberry (*Fragaria x ananassa*) in Japan. Kromosomo II 17 : 487-489.

Yarnell, S. H. 1931a. Genetic and cytological studies on *Fragaria*. Genetics 16(5) : 422-453.

Yarnell, S. H. 1931b. A study of certain polyploid and aneuploid forms in *Fragaria*. Genetics 16(5) : 455-487.

Zhukova, P. G. 1967. Kariology of some plants cultivated in the Arctic-Alpine Botanical Garden (In Russian). In N. A. Avrorin (ed.) : Plantarum in Zonam Polarem Transportatio II, Leningrad 1967, pp. 139-149.