



Variations quantitatives en composés azotés et glucidiques de racines d'asperges, mâles et femelles, au cours de leur première année de culture

Vaclav Fiala, Eugène Jolivet, Marie-Hélène Valadier

► To cite this version:

Vaclav Fiala, Eugène Jolivet, Marie-Hélène Valadier. Variations quantitatives en composés azotés et glucidiques de racines d'asperges, mâles et femelles, au cours de leur première année de culture. *Agronomie*, 1982, 2 (8), pp.735-740. <hal-00884440>

HAL Id: hal-00884440

<https://hal.science/hal-00884440v1>

Submitted on 11 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

Variations quantitatives en composés azotés et glucidiques de racines d'asperges, mâles et femelles, au cours de leur première année de culture

Vaclav FIALA & Eugène JOLIVET

avec la collaboration technique de Marie-Hélène VALADIER

I.N.R.A., Laboratoire d'Etude du Métabolisme intermédiaire et de Nutrition minérale, route de St-Cyr, F 78000 Versailles

RÉSUMÉ

*Asperge,
Asparagus officinalis L.,
Organes de réserves,
Racines,
Sexe,
Acides aminés libres,
Glucides,
Fructosanes.*

Cette étude montre que l'accumulation des réserves azotées et carbonées dans des racines d'asperge commence très tôt dès le troisième mois après la germination, au cours de la première année de culture. Tant chez les plantes mâles que chez les plantes femelles, les acides aminés libres composant ces réserves azotées sont formés notamment d'arginine et d'asparagine et les réserves glucidiques sont constituées de fructosanes et de saccharose.

SUMMARY

*Asparagus,
Asparagus officinalis L.,
Storage organs,
Roots,
Sex,
Free amino acids,
Carbohydrates,
Fructosans.*

Quantitative variation in nitrogen compounds and carbohydrates in male and female asparagus roots during the first of growth year

The accumulation of nitrogen and carbon storage compounds in asparagus roots begins during the third month after germination. In male plants, as well as in female plants, arginine and asparagine are the main free amino acids involved in this nitrogen storage, while fructosans and sucrose are the main carbohydrate storage compounds.

I. INTRODUCTION

L'asperge (*Asparagus officinalis* L.) est une plante pérenne, cultivée pour son aptitude à produire, jusque vers sa 12^e année, des tiges comestibles appelées turions. La formation des turions peut se faire sur des plantes mâles ou sur des plantes femelles, l'asperge étant une plante dioïque (THÉVENIN, 1967 ; MOREAU & ZUANG, 1977). On sait aussi que les pieds mâles, en produisant un nombre plus élevé de turions, de plus petit calibre toutefois, donnent un rendement supérieur (LEY *et al.*, 1976 ; MOON, 1976).

Il en découle que les producteurs d'asperge aimeraient cultiver de préférence des pieds mâles. Malheureusement, le sexe des jeunes plantes obtenues à partir d'une plantation de griffes âgées d'un an ne s'exprime que plus tard, vers l'âge de 14 à 15 mois environ, dans nos conditions climatiques (MOREAU & ZUANG, 1977). Le problème intéressant

le sélectionneur est donc de pouvoir déterminer le sexe précocement, avant l'apparition des fleurs. Il n'existe pas de critère morphologique ou anatomique qui permette de le connaître au cours de la phase végétative. C'est pourquoi notre objectif a été la mise au point éventuelle d'un test basé sur des critères biochimiques. A cette intention, nous avons choisi d'étudier le métabolisme des composés azotés et carbonés dans les racines de jeunes plantes pendant la 1^{re} année de culture, en fonction du sexe, déterminé ultérieurement à la floraison. En effet, nous avons montré que la formation et l'utilisation des réserves azotées et glucidiques étaient plus rapides chez de jeunes plantes mâles, âgées de 2 à 6 ans, à une époque où la production de turions commence à devenir importante (JOLIVET & NICOL, 1973 ; FIALA & JOLIVET, 1979).

Le présent mémoire rapporte les nouveaux résultats que nous avons obtenus en ce domaine.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

La présente étude a porté sur de jeunes plantes d'asperges issues d'un semis effectué le 1^{er} février 1978 dans des pots de 10 cm, remplis de terreau. Les pots sont placés en serre, à une température de 24 °C, sous un éclairage artificiel (Phytoclaude 400 W) pendant 16 h et à 12 °C (8 h) la nuit.

Dans cette expérimentation qui comporte de nombreux prélèvements successifs sur une période d'un an, il était très important de cultiver du matériel génétiquement homogène. Pour éviter une hétérogénéité des différents lots d'asperge, nous avons utilisé un hybride F₁, n° 54, obtenu par croisements entre lignées homozygotes, donc génétiquement homogènes.

Les prélèvements de racines pour analyses sont effectués les 28 mars, 28 avril, 28 juillet, 3 novembre 1978 et 1^{er} février 1979 sur des lots de 50 plantes âgées respectivement de 2, 3, 6, 9 et 12 mois. A chacune de ces dates, une racine (ou 2) de chaque plante d'un même lot est prélevée et la plante

est gardée en observation jusqu'à la floraison, ce qui permet de connaître le sexe des différents pieds. Chaque racine est fixée séparément par l'éthanol 96° G.L., l'ensemble étant placé au congélateur jusqu'à ce que le sexe de chaque plante soit connu. Il est alors procédé à de nouveaux échantillonnages en rassemblant les racines du même lot prélevées sur des plantes de même sexe. On obtient ainsi pour chaque date de prélèvement un échantillon de racines provenant soit de pieds mâles, soit de plants femelles.

Chaque échantillon est broyé dans l'éthanol de fixation, extrait par agitation magnétique de 3 h et filtré sur Whatman GF/A. Les mêmes opérations sont répétées en présence d'éthanol 80 p. 100 puis d'éthanol 50 p. 100 et enfin en présence d'eau déionisée (JOLIVET, 1969). Sur des parties aliquotes de ces extraits mélangés, il est procédé à l'analyse des acides organiques par chromatographie de partage haute pression en milieu liquide selon la méthode mise au point par MOROT-GAUDRY *et al.* (1976), à la séparation puis au dosage des acides aminés libres à l'aide d'un analyseur automatique selon la technique préconisée par BENSON *et al.* (1967), à la détermination des glucides simples par chromatographie liquide d'échange d'ions (FLORIDI, 1971) et des glucides polymérisés par chromatographie de perméation sur gel (DARBYSHIRE & HENRY, 1978).

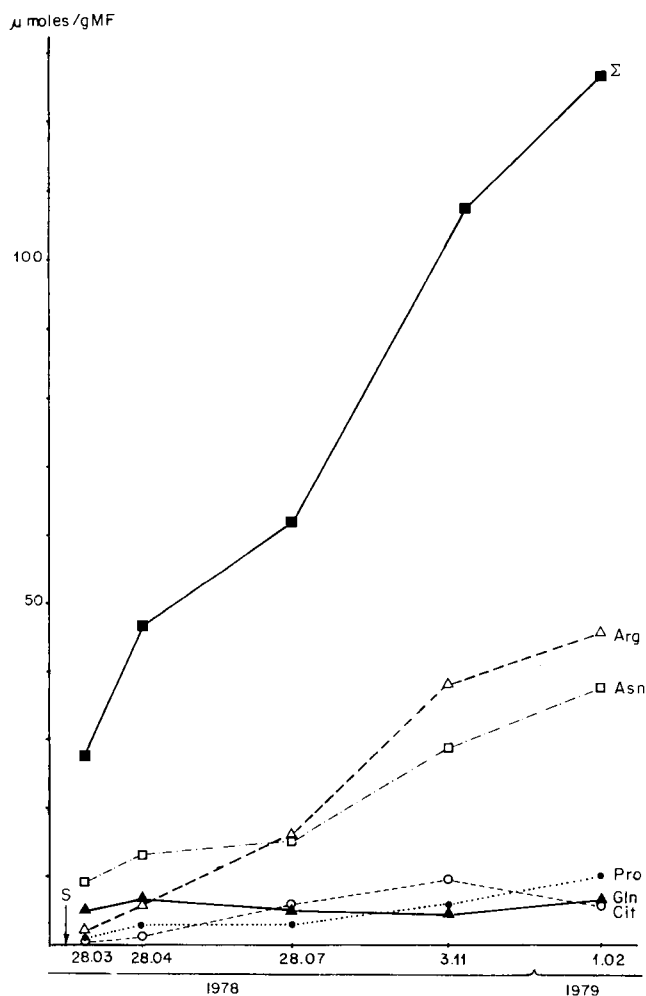


Figure 1

Variations quantitatives en acides aminés libres totaux (Σ), arginine (Δ — Δ), asparagine (\square — \square), proline (\bullet \bullet), glutamine (\blacktriangle — \blacktriangle) et citrulline (\circ — \circ) dans des racines d'asperge mâle au cours de la 1^{re} année de mise en culture ; s = semis.

Quantitative variation in total free amino acids (Σ) and arginine (Δ — Δ), asparagine (\square — \square), proline (\bullet \bullet), glutamine (\blacktriangle — \blacktriangle) and citrulline (\circ — \circ) in male asparagus roots during the first year of growth ; s = sowing.

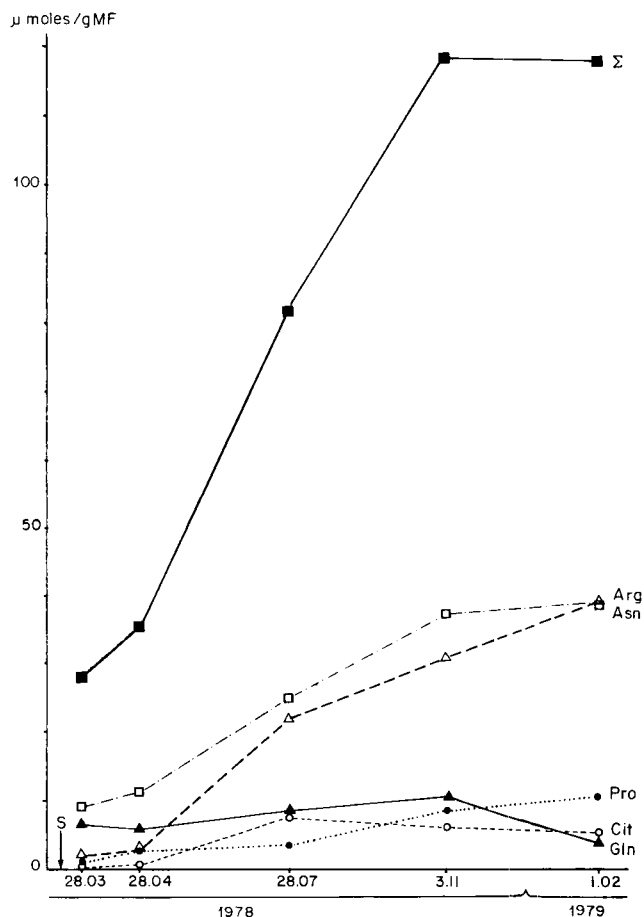


Figure 2

Variations quantitatives en acides aminés libres totaux (Σ), arginine (Δ — Δ), asparagine (\square — \square), proline (\bullet \bullet), glutamine (\blacktriangle — \blacktriangle) et citrulline (\circ — \circ) dans des racines d'asperge femelle au cours de la 1^{re} année de mise en culture ; s = semis.

Quantitative variation in total free amino acids (Σ) and arginine (Δ — Δ), asparagine (\square — \square), proline (\bullet \bullet), glutamine (\blacktriangle — \blacktriangle) and citrulline (\circ — \circ) in female asparagus roots during the first year of growth ; s = sowing.

III. RÉSULTATS

Tant chez les racines des plantes mâles, que chez les racines des plantes femelles, on observe une accumulation importante de l'ensemble des acides aminés libres au cours de la 1^{re} année de croissance (fig. 1 et 2). Leurs teneurs passent de 30 μ moles/g de matière fraîche chez les plantes âgées de 2 mois à 110 μ moles chez les plantes âgées de 9 mois, quel que soit leur sexe. Elles demeurent élevées pendant la période hivernale. Cette forte augmentation en acides aminés libres est surtout due à une accumulation d'arginine et d'asparagine (fig. 1 et 2). Chez les plantes âgées de 9 mois, les teneurs en ces 2 acides aminés, exprimées en μ moles, représentent respectivement 58 et 62 p. 100 des acides aminés libres totaux. Ils constituent les principaux composés azotés de réserve. En effet, les teneurs en ces 2 acides aminés, exprimées en azote, représentent après 9 mois de végétation environ 70 p. 100 de l'azote total, qui atteint à cette époque, chez les racines des plantes mâles et femelles, respectivement 4,4 et 2,9 mg/g de matière fraîche.

En fonction de l'âge des racines, chez les plantes des 2 sexes, le taux d'asparagine pour l'ensemble des acides aminés libres demeure sensiblement constant, les taux d'arginine et de citrulline d'une part, de glutamine d'autre part, évoluant en sens inverse, celui de l'arginine augmentant fortement, celui de la glutamine subissant une importante diminution (fig. 3 et 4).

En ce qui concerne les glucides, ils sont constitués essentiellement de fructosanes et de saccharose, mais les teneurs en fructosanes au cours de la croissance sont toujours plus élevées que celles en saccharose (fig. 5). Les

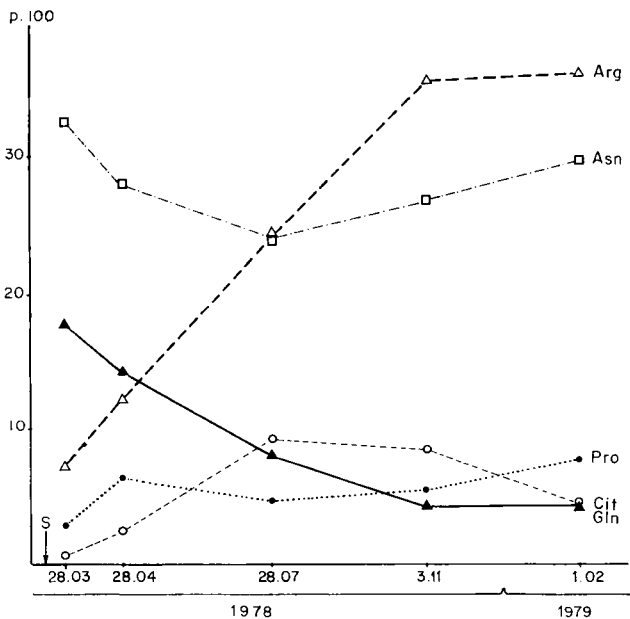


Figure 3

Variations de la composition en arginine (Δ — Δ), asparagine (\square — \square), proline (\bullet — \bullet), glutamine (\blacktriangle — \blacktriangle) et citrulline (\circ — \circ) de racines d'asperge mâle en pour cent des acides aminés libres totaux au cours de la 1^{re} année de mise en culture ; s = semis.

Variation in arginine (Δ — Δ), asparagine (\square — \square), proline (\bullet — \bullet), glutamine (\blacktriangle — \blacktriangle) and citrulline (\circ — \circ) in male asparagus roots as percentage of total free amino acids during the first year of growth ; s = sowing.

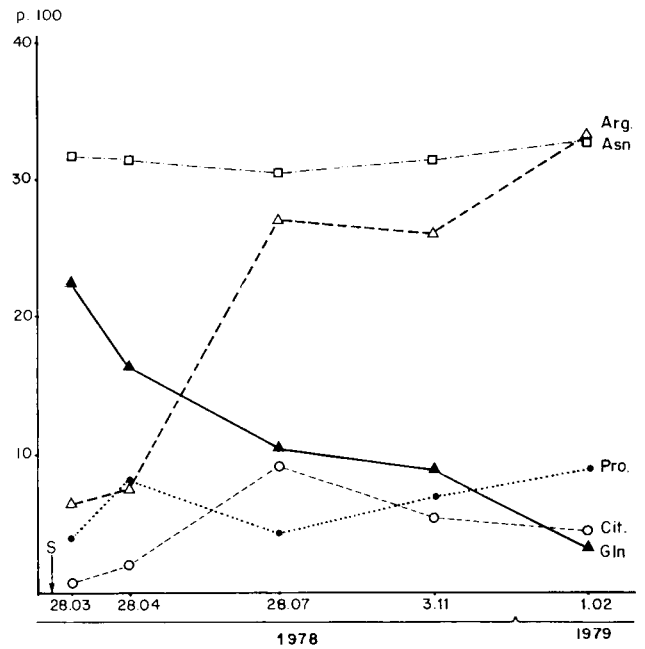


Figure 4

Variations de la composition en arginine (Δ — Δ), asparagine (\square — \square), proline (\bullet — \bullet), glutamine (\blacktriangle — \blacktriangle) et citrulline (\circ — \circ) de racines d'asperge femelle en pour cent des acides aminés libres totaux au cours de la 1^{re} année de mise en culture ; s = semis. Variation in arginine (Δ — Δ), asparagine (\square — \square), proline (\bullet — \bullet), glutamine (\blacktriangle — \blacktriangle) and citrulline (\circ — \circ) in female asparagus roots as percentage of total free amino acids during the first year of growth ; s = sowing.

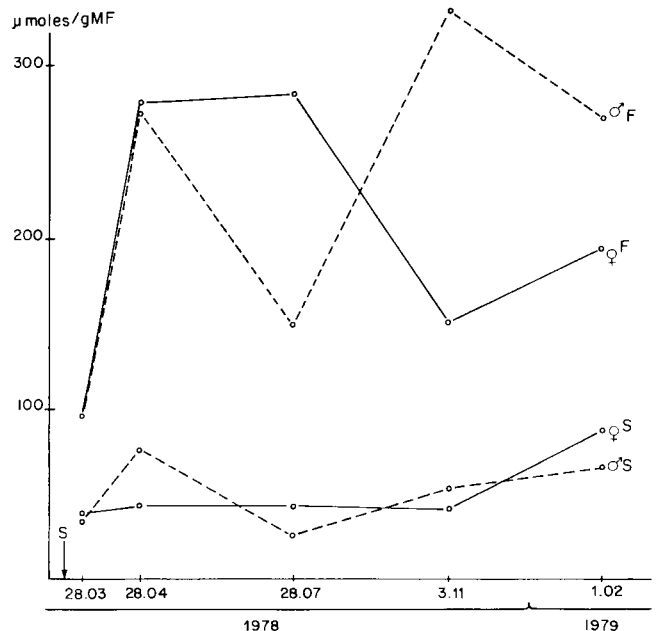


Figure 5

Variations quantitatives en fructosanes (F) et en saccharose (S) dans des racines d'asperge mâle et femelle au cours de la 1^{re} année de mise en culture.

Quantitative variation in fructosans (F) and sucrose (S) in male and female asparagus roots during the first year of growth year.

variations des teneurs en fructosanes pendant la période de croissance sont plus fortes que celles en saccharose. Au cours de la période de croissance active, en juillet, les

TABLEAU 1

Teneurs relatives en oligofructosanes de degré de polymérisation 3 à 8, exprimées en milligrammes-équivalents de saccharose/g matière fraîche.
Relative contents of oligofructosans with a degree of polymerization of 3-8, expressed as milligram-equivalents of sucrose/g fresh weight.

	Degré de polymérisation											
	mâles						femelles					
	3	4	5	6	7	8	3	4	5	6	7	8
28/03/78	2,6	3,7	3,1	2,0	1,2	0,7	2,2	3,0	2,3	1,3	0,7	0,2
28/04/78	6,0	7,2	7,7	7,6	6,8	6,1	4,2	7,5	8,6	8,1	6,7	5,1
28/07/78	2,5	2,0	2,2	2,6	3,1	3,6	3,8	3,8	3,8	4,2	5,0	5,9
03/11/78	3,8	3,0	3,4	3,4	5,0	6,0	4,7	3,4	2,9	2,8	3,1	3,5
01/02/79	3,8	6,3	6,3	5,9	5,4	4,8	7,3	7,3	5,7	5,0	4,6	4,5

oligofructosanes, de degré de polymérisation inférieur à 8, se dégradent plus intensément dans les racines des plantes mâles que dans les racines des plantes femelles, mais en novembre, il est observé un taux de polymérisation plus élevé dans les racines des pieds mâles (tabl. 1).

IV. DISCUSSION

L'augmentation des teneurs en acides aminés libres et en fructosanes dans les racines d'asperge pendant la 1^{re} année de croissance montre que les réserves azotées et carbonées se forment très rapidement après la germination : l'accumulation des fructosanes commence dès le 2^e mois de culture et celle de l'arginine et de l'asparagine à partir du 3^e mois. Au bout de 12 mois de végétation, la teneur en acides aminés libres totaux, par unité de matière fraîche, devient 4 à 5 fois plus élevée que celle observée 2 mois après la germination (fig. 1 et 2). L'augmentation relative affecte davantage la citrulline, l'arginine et la proline dont les teneurs au cours de cette période de croissance sont multipliées respectivement par 30, 20 et 10. Cet accroissement plus élevé s'accompagne d'une baisse de la teneur relative en glutamine, ce qui suggère que la glutamine (et le glutamate) doit être le précurseur de la proline d'une part, de l'arginine d'autre part.

Le taux d'asparagine est très élevé très tôt et il demeure quasiment constant au cours de la 1^{re} année de croissance. COONEY *et al.* (1980) ont déjà signalé l'existence de teneurs élevées en asparagine dans les racines de très jeunes plantes d'asperge. Selon ces auteurs la biosynthèse de cette amide ne se ferait pas sous l'action de l'asparagine synthétase mais ferait intervenir une β -cyano-L-alanine synthase puis une β -cyano-L-alanine hydratase.

Les fructosanes constituent la forme de réserves carbonées facilement disponibles. Ils s'accumulent dans les racines au cours de la croissance, des teneurs élevées étant déjà atteintes dans des racines âgées de 3 mois. A cette époque, ils sont formés d'oligofructosanes de faible degré de polymérisation, compris entre 3 et 8 (tabl. 1). Une teneur relativement forte en saccharose est aussi observée au début de la croissance. Ce saccharose est formé dans les organes photosynthétiques puis est transporté dans les organes souterrains où il se transforme en fructosanes, glucides de réserve plus polymérisés (MADAN, 1972). Cependant, dans les plantes très jeunes, une partie de saccharose

pourrait provenir de la conversion des glucomannanes au cours de la germination de la graine (GOLDBERG & ROLAND, 1971). Au cours de la période de croissance active, les teneurs en fructosanes et en saccharose diminuent plus fortement dans les racines des plantes mâles. Cette diminution se répète chaque année (FIALA & JOLIVET, 1979). En juillet, la teneur en oligofructosanes de faible degré de polymérisation est nettement plus faible chez les plantes mâles que chez les plantes femelles (tabl. 1, fig. 5). Par contre, en novembre, l'accumulation de fructosanes devient 2 fois plus importante chez les plantes mâles (fig. 5).

La transformation des racines absorbantes en racines charnues spécialisées dans le stockage des réserves est déjà effective chez les plantes âgées de 3 mois. A la fin de la 1^{re} année de croissance, les quantités de réserves azotées et carbonées atteignent un niveau avoisinant celui observé chaque hiver, comme le témoignent les observations faites sur des racines de plantes âgées de 2 à 6 ans (FIALA & JOLIVET, 1979).

V. CONCLUSIONS

Chez les racines d'asperge, l'accumulation des réserves azotées et carbonées atteint un niveau élevé dès la 1^{re} année de culture, quel que soit le sexe. Toutefois, cette accumulation, après 9 mois de végétation (novembre), est plus importante chez les pieds mâles, bien que l'utilisation de ces réserves ait été plus rapide et plus intense auparavant (juillet). Il en résulte que le métabolisme de ces composés azotés et carbonés est plus actif dans les racines de plantes mâles. Ce fait pourrait être rapproché de l'observation que les pieds mâles ont une croissance plus rapide et une productivité plus élevée.

Reçu le 29 septembre 1981.
Accepté le 13 mai 1982.

REMERCIEMENTS

Ce travail a pu être mené à bien grâce à la collaboration de Madame Lucette CORRIOLS (I.N.R.A., Station d'Amélioration des Plantes, Versailles) que nous remercions pour son précieux concours.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Benson J. V., Gordon M. J., Patterson J. A.**, 1967. Accelerated chromatographic analysis of amino acids in physiological fluids containing glutamine and asparagine. *Anal. Biochem.*, **18**, 228-240.
- Cooney D. A., Hiremagalur N. J., Swengros S. G., Alter S. C., Levine M.**, 1980. The metabolism of L-asparagine in *Asparagus officinalis*. *Int. J. Biochem.*, **11**, 69-83.
- Darbyshire B., Henry R. J.**, 1978. The distribution of fructosans in onion. *New Phytol.*, **81**, 29-34.
- Fiala V., Jolivet E.**, 1979. Variation in biochemical composition of *Asparagus officinalis* L. roots in relation with sex expression and age. *EUCARPIA sect. vegetables. Proc. 5th int. Asparagus Symp.* Geisenheim, 28th august-1st september 1979, 74-81.
- Floridi A.**, 1971. An improved method for the automated analysis of sugars by ion-exchange chromatography. *J. Chromatogr.*, **59**, 61-70.
- Goldberg R., Roland J. C.**, 1971. Etude de l'utilisation des glucomannanes au cours de la germination des graines d'*Asparagus officinalis*. *Rev. gén. Bot.*, **78**, 75-102.
- Jolivet E.**, 1969. *Métabolisme des acides organiques et des acides aminés libres chez le tubercule de pomme de terre (Solanum tuberosum L.) au cours de la cessation spontanée de son repos végétatif et au cours de la rupture provoquée de son repos par la rindite*. Thèse Doct. (Etat) Sci. nat., Orsay (France).
- Jolivet E., Nicol M. Z.**, 1973. Métabolisme des acides aminés et des acides organiques dans les racines de l'asperge (*Asparagus officinalis* L.). *EUCARPIA, sect. hort., 4^e réun. Sélect. Asperge*, 13-15 juin 1973, Versailles, 110-122.
- Ley J. P., Monget M., Thévenin L.**, 1976. L'amélioration de l'asperge (*Asparagus officinalis* L.): application conjointe de méthodes statistiques descriptives et inférentielles à l'utilisation raisonnée des différences de production entre plantes mâles et femelles. *Ann. Amélior. Plant.*, **26**, (4), 675-717.
- Madan V. K.**, 1972. Polyfructosans of *Asparagus racemosus*. *Z. Pflanzenphysiol.*, **68**, 272-280.
- Moon D. M.**, 1976. Yield potential of *Asparagus officinalis* L. *N.Z. J. exp. Agric.*, **4**, 435-438.
- Moreau B., Zuang H.**, 1977. *L'Asperge*. Institut National de Vulgarisation pour les Fruits, Légumes et Champignons, INVU-FLEC éditeur, Paris, 212 p.
- Morot-Gaudry J. F., Fiala V., Huet J. C., Jolivet E.**, 1976. Improvements of the automatic determination of organic acids from plant tissues by liquid-liquid chromatography on silica gel column. *J. Chromatogr.*, **117**, 279-284.
- Thévenin L.**, 1967. Les problèmes d'amélioration chez *Asparagus officinalis* L. I. Biologie et amélioration. *Ann. Amélior. Plant.*, **17** (1), 33-66.