

Effet de la fumure phosphopotassique sur la production et la nutrition minérale de la vigne

Sliman FARAJ ¹ & Otmane ALAOUI

(Reçu le 22/09/1995 ; Accepté le 13/12/1996)

تأثير الأسمدة الفوسفوبوتاسية على التغذية المعدنية وإنتاج الكروم

إن الأسمدة الفوسفوبوتاسية لها تأثير على التغذية المعدنية، و على نمو وتطور الكروم، حيث أن مستوى الإنتاج وجودة الغلة يرتفعان بشكل متناسب مع ارتفاع كمية الأسمدة الفوسفوبوتاسية المستعملة، هذا مع استثناء المستويات العالية من هاته الأسمدة، حيث تقلب المعادلة بالتدني النسبي لجودة الغلة. وقد أكدت الدراسة على أن استعمال 50 كيلوغرام من (P205) مع 100 كيلوغرام من O₂K في الهكتار الواحد على بعد متر واحد من الخط قد حققت أكبر تغذية معدنية للكروم. من جهة أخرى أكدت الدراسة أن طريقة استعمال الأسمدة لها أهمية قصوى بحيث تبين أن استعمالها على بعد متر واحد من خط الكروم قد حققت أحسن النتائج.

الكلمات المفتاحية: الكروم - الأسمدة الفوسفوبوتاسية - التغذية المعدنية - الإنتاج - كمية العنب.

Effet de la fumure phosphopotassique sur la production et la nutrition minérale de la vigne

La composition minérale de feuilles du cépage "Muscat d'Alexandrie", la croissance végétative, le taux de nouaison ainsi que le rendement et la qualité de la production ont été influencés par la fertilisation phosphopotassique. Les meilleures teneurs foliaires ont été enregistrées par le traitement associant 50 kg de P₂O₅ et 100 kg de K₂O apportés à une distance de 1m de la ligne de plantation. Concernant la croissance végétative, les doses croissantes en phosphore et en potassium ont permis un allongement croissant des rameaux et ont donné les meilleurs résultats concernant la longueur des feuilles. Le phosphore a permis d'augmenter le taux de nouaison. Le rendement augmente avec l'apport du phosphore et surtout du potassium. Cependant, les doses les plus élevées ont légèrement altéré la qualité de la production. Par ailleurs, l'apport des engrais près de la ligne de plantation a donné les meilleurs résultats.

Mots clés: Vigne - Fumure - Phosphore - Potassium - Nutrition minérale - Rendement - Qualité - Raisin de table

Effect of phosphopotassic fertilizers on production and mineral nutrition of grapevines

Mineral composition of leaf grapevine, cv. "Muscat of Alexandria", growth, fruit set, yield and quality of grapes are influenced by phosphopotassic fertilizers. The treatments: 50 kg P₂O₅ associated with 100 kg K₂O applied at 1 m from the row has given the best mineral contents in the leaves. Phosphopotassic fertilizer influences the growth and development of grapevines: increasing rates of phosphorus and potassium induced an increasing shoot length and resulted in the best results in term of leaves length. Phosphorus fertilizers increases fruit set. Phosphorus and particularly potassium fertilizer increase the yield relatively to the control, nevertheless, the highest rates of phosphorus and potassium have slightly deteriorated the quality of production. On the other hand, we have noticed that phosphopotassic fertilizers located at 1 m from the row has given the best results.

Key words: Grapevine - Phosphorus - Potassium - Fertilizers - Mineral nutrition - Yield - Quality - Table grapes

¹ Département d'Horticulture, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, B.P. 6202-Instituts, 10101 Rabat

✧ Auteur correspondant

INTRODUCTION

La fertilisation joue un rôle très important dans l'alimentation des plantes, en général, et de la vigne, en particulier. Parmi les trois éléments essentiels N, P et K, l'azote est traité dans un grand nombre de publications, alors que la fertilisation phosphorique qui est non moins importante reste très peu traitée par comparaison à la fertilisation azotée. Les rôles importants que jouent les éléments P et K dans la plante incitent à accorder un intérêt à la fertilisation phosphopotassique. En effet, l'acide phosphorique est un constituant de base des végétaux (noyau cellulaire) (Delmas, 1971; Megel & Kirkby, 1987) et joue un double rôle de pourvoyeur et de transporteur nécessaire pour la photosynthèse (Gros, 1974). Le potassium intervient comme régulateur des fonctions de la plante telle que la croissance (Champagnol, 1984) et dans l'assimilation chlorophyllienne (favorise la synthèse des sources et leur accumulation dans les organes de réserves (Delmas, 1971; Galet, 1976). Une bonne nutrition potassique active la croissance de la vigne, accroît les réserves de la souche, améliore la nouaison et le grossissement des baies et réduit les effets néfastes de la sécheresse (Boulay *et al.*, 1986).

Le but de cette étude est de déterminer les doses de phosphore et de potassium les plus efficaces et le mode d'apport le plus adéquat afin de maximiser les bénéfices de chaque unité fertilisante apportée au sol.

MATÉRIEL & MÉTHODES

L'essai a été installé au Maroc, dans la région de Témara qui est caractérisée par un climat subhumide qui tend vers le semi-aride au fur et à mesure qu'on se dirige vers l'arrière pays des Zaers. Le sol est de texture moyenne.

Le vignoble est composé du cépage Muscat d'Alexandrie greffé sur Ru 140, âgé de 12 ans et conduit en guyot double palissé à un espacement de 3 m x 1,5 m soit 2 222 plants/ha. Durant cette étude, deux facteurs ont été comparés:

- le facteur fumure phosphopotassique avec neuf niveaux issus de la combinaison de trois doses de phosphore (0, 50 et 100 kg/ha) et trois doses de potassium (0, 100 et 200 kg/ha) :

	K ₀	K ₁₀₀	K ₂₀₀
P0	T0	T1	T2
P50	T3	T4	T5
P100	T6	T7	T8

- Le facteur mode d'apport de la fumure phosphopotassique avec deux niveaux:

Mode M1 = apport des engrais au milieu de l'interligne (à 1,5 m de la ligne de plantation).

Mode M2 = apport des engrais à 1 m de la ligne de plantation.

8 traitements ont été donc comparés. Ces traitements ont été répétés 3 fois ce qui donne 54 unités expérimentales. Dans ces conditions, le dispositif expérimental qui a été adopté est le split-plot, le facteur fumure, étant le plus important, a été attribué aux petites parcelles.

L'effet de la fumure phosphopotassique sur la nutrition minérale de la vigne a été évalué par l'analyse des feuilles prélevées à deux stades de développement : le stade fin floraison et le stade véraison. L'analyse a concerné les éléments N, P, K, Ca et Mg. Les mesures de la longueur des rameaux, de la longueur et du nombre de mérithalles par rameaux et de la longueur de la nervure centrale des feuilles ont permis d'apprécier l'effet de la fumure sur la masse végétative tandis que la mesure du diamètre et du poids moyen des baies, du poids moyen des grappes et du rendement par cép ont permis d'évaluer son effet sur la production. Le taux de nouaison a été également déterminé. Enfin, la qualité de la production a été appréciée par la détermination de la teneur en sucre à l'aide d'un réfractomètre manuel et par le dosage de l'acidité totale du jus de raisin.

RÉSULTATS & DISCUSSIONS

1. Effet de la fumure phosphopotassique sur la nutrition minérale

L'effet de la fumure phosphopotassique s'est nettement manifesté sur la composition minérale des feuilles : les teneurs en N, P, K, Mg et Ca varient de façon très hautement significative d'un traitement à l'autre (Tableau 1). Les indices foliaires les plus proches des normes établies par Loue (1976) ont été obtenus avec les traitements T5 (100 kg P₂O₅, 100 kg K₂O) et T4 (50 kg P₂O₅, 100 kg K₂O) apportés par le mode d'apport M2. L'étude a révélé l'existence d'antagonisme, d'une part, entre le potassium et le magnésium et l'azote et, d'autre part, entre le phosphore et le calcium et une synergie entre le phosphore et le potassium. Par ailleurs, le mode d'apport M2 (à 1 m de la ligne de plantation) s'est avéré plus intéressant que le mode M1 (à 1,5 m de la ligne de plantation).

Tableau 1. Effet de la fumure phosphopotassique sur la nutrition minérale de la vigne (Cépage : muscat d'Alexandrie) (teneurs foliaires, moyenne (floraison-veraison) en % de la matière sèche)

P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	Mode d'apport	N %MS	P (en % de la MS multiplié par 1000)	K	Mg	Ca
0	0	1	2.43 a	165 e	752 i	463 a	458 bc
"	0	2	2.39 a	167 e	747 i	456 a	452 cde
"	100	1	2.30 b	162 e	856 h	418 b	454 cd
"	100	2	2.19 bc	164 e	872 h	389 c	461 b
"	200	1	2.20 bc	164 e	973 f	363 cd	463 b
"	200	2	2.17 bc	161 e	996 ef	347 de	468 a
50	0	1	2.47 a	183 d	736 i	469 a	449 def
"	0	2	2.49 a	187 d	732 i	474 i	447 efg
"	100	1	2.21 bc	188 d	961 g	376 c	445 fgh
"	100	2	2.13 bc	207 bc	1089 c	322 efg	439 ghi
"	200	1	2.15 bc	206 bc	1041 d	340 def	439 ghi
"	200	2	2.10 c	214 b	1156 ab	310 efg	432 i
"	100	1	2.46 a	197 c	728 i	478 a	443 fgh
"	0	2	2.50 a	202 bc	716 i	485 a	443 fgh
"	100	1	2.11 c	212 b	1149 b	304 fg	437 hi
"	100	2	2.11 c	212 b	1167 ab	299 fg	439 ghi
"	200	1	2.16 bc	207 bc	1014 e	319 efg	441 gh
"	200	2	2.08 c	234 a	1192 a	289 g	427 j

Mode 1 : apport à 1,5 m de la ligne de plantation ; Mode 2 : apport à 1 m de la ligne de plantation. Les chiffres accompagnés de lettres distinctes dans chaque colonne sont différents au niveau de probabilité 5% (Test de Newman & Keuls)

2. Effet sur l'appareil végétatif

La fumure phosphopotassique a une influence remarquable sur la croissance et le développement de l'appareil végétatif. Les doses croissantes en phosphore ont permis un allongement croissant des rameaux en affectant la longueur et le nombre de mérithalles par rameau (Tableau 2), ce qui confirme ce qui a été rapporté par Delmas (1971).

Ceci paraît évident dans la mesure où le phosphore entre dans la constitution d'un grand nombre de composés organiques (nucléoprotéines du noyau, phosphoprotéines) (Arnon, 1953), et intervient dans le dépôt de matières de réserve (amidon) en relation directe avec le mécanisme d'aoûttement et d'allongement des rameaux (Trocme & Gras, 1964).

Tableau 2. Effet de la fertilisation phosphopotassique sur la croissance et le développement de l'appareil végétatif de la vigne (Cépage : muscat d'Alexandrie)

P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	Mode d'apport	Longueur des rameaux (cm)	Nombre de mérithalles par rameaux	Longueur des mérithalles (cm)	Longueur des feuilles (cm)
0	0	1	159c	20.54de	7.83f	10.8e
"	0	2	162c	20.67d	8.03ef	10.0e
"	100	1	167bc	20.22f	8.23cdef	12.2cd
"	100	2	168bc	20.19f	8.13cdef	12.7abcd
"	200	1	166bc	20.14f	8.10def	12.5abcd
"	200	2	161c	20.11f	8.03ef	13.0abc
50	0	1	178abc	20.41ef	8.30bcdef	11.7de
"	0	2	189ab	22.19c	8.67abcd	11.2e
"	100	1	183abc	22.22c	8.23cdef	12.3bcd
"	100	2	194a	23.17a	8.57abcde	13.1abc
"	200	1	187ab	22.91ab	8.13cdef	12.9abc
"	200	2	197a	23.06ab	8.80ab	13.4abc
"	100	1	185ab	22.92ab	8.23cdef	11.0e
"	0	2	199a	22.94ab	8.67abcd	11.2e
"	100	1	193a	22.72b	8.70abc	13.4abc
"	100	2	202a	23.04ab	8.83a	13.7a
"	200	1	198a	23.22a	8.63abcd	13.2abc
"	200	2	201a	23.29a	8.90a	13.6ab

Les chiffres accompagnés de lettres distinctes dans chaque colonne sont différents au seuil de probabilité 5% (Test de Newman et Keuls)

D'autre part, la longueur de la nervure centrale des feuilles augmente avec les doses croissantes en potassium. Cette augmentation trouverait son explication dans le rôle physiologique du potassium dans la plante. En effet, il intervient dans la régulation de plusieurs facteurs qui participent à la respiration (Yamashita & Fujiwara, 1966), à l'économie de l'eau dans les feuilles (Amberger, 1968) et au métabolisme des glucides et acides organiques (TSITSILASHVALL).

Par ailleurs, il apparaît clairement que l'effet du phosphore et du potassium est plus marqué avec l'apport le plus proche de la ligne de plantation (mode 2).

3. Effet sur le taux de nouaison

"Le phosphore est un facteur de mise à fruit"; cette constatation de Trocme & Gras (1964) a été confirmée par les résultats obtenus. Le taux de nouaison augmente nettement avec les doses croissantes en phosphore. Cet effet est renforcé par l'apport potassique (Tableau 3). D'autre part, l'apport de la fumure à 1 m de la ligne de plantation donne les meilleurs résultats.

Tableau 3. Effet de la fumure phosphopotassique sur le taux de nouaison (%)
(Cépage: muscat d'Alexandrie)

P ₂ O ₅ (kg/ha)	0	0	0	50	50	50	100	100	100
K ₂ O (kg/ha)	0	100	200	0	100	200	0	100	200
Mode d'apport									
M 1	13.1	12.9	11.1	17.4	19.2	21.3	21.3	23.1	23.4
M 2	13.7	12.6	12.1	18.5	23.4	26.1	22.0	24.2	28.3

4. Effet sur les paramètres de la production

L'effet de la fumure phosphopotassique sur les paramètres de la production a été remarquable. Le diamètre et le poids moyen des baies, le poids moyen des grappes et le rendement ont été significativement augmentés avec l'apport potassique. L'effet du potassium a été renforcé par le phosphore avec lequel il semble agir en synergie (Tableau 4). Les meilleurs rendements ont été obtenus avec les doses les plus élevées en phosphore et en potassium. Toutefois à partir de 50 kg de P₂O₅ et 100 kg de K₂O (traitement T4), l'apport de 50 kg de P₂O₅ et 100 kg de K₂O

supplémentaires s'est avéré exagéré: le gain en rendement qu'ils ont procuré ne justifie pas l'augmentation des frais de fumure. D'autre part, la supériorité du mode d'apport 2 (localisation des engrais à 1 m de la ligne de plantation a été nettement confirmée. En effet, le traitement T4 (50 kg P₂O₅, 100 kg K₂O) apporté par le mode d'apport M 2 a réalisé un rendement de 4,59 kg/cép, alors qu'il a fallu doubler ces doses pour atteindre le même niveau de production avec le mode d'apport M 1 (Tableau 4).

Tableau 4. Effet de la fertilisation phosphopotassique sur les paramètres de la production (Cépage : muscat d'Alexandrie)

P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	Mode d'apport	Diamètre moy.des baies (cm)	Poids moy.des baies (g)	Poids moy.des grappes (g)	Rdt (kg/cép)
0	0	1	1.07 f	2.41 e	218 hi	2.13 k
"	0	2	1.13 de	2.37 e	221 h	2.14 k
"	100	1	1.43 d	3.33 d	286 g	3.53 g
"	100	2	1.73 c	3.57 cd	329 f	4.16 e
"	200	1	1.70 c	3.53 cd	348 e	4.22 e
"	200	2	1.93 b	3.76 c	371 d	4.41 d
50	0	1	1.10 f	2.45 e	218 hi	2.31 j
"	0	2	1.27 e	2.38 e	211 hi	2.56 i
"	100	1	1.80 bc	3.59 cd	326 f	4.02 f
"	100	2	2.00 ab	4.31 b	396 c	4.59 d
"	200	1	1.93 b	4.25 b	381 d	4.41 d
"	200	2	2.03 ab	4.49 ab	417 b	4.93 b
100	0	1	1.10 f	2.42 e	209 hi	2.45 i
"	0	2	1.30 de	2.32 e	201 i	2.86 h
"	100	1	1.97 ab	4.52 ab	408 bc	4.19 e
"	100	2	2.07 a	4.61 ab	415 b	4.79 c
"	200	1	1.93 b	4.35 b	403 bc	4.58 d
"	200	2	2.10a	4.75 a	432 a	5.17 a

Les chiffres accompagnés de lettres distinctes dans chaque colonne sont différents, au niveau de probabilité 5% (Test Newman & Keuls)

5. Effet sur la qualité de la production

La teneur en sucre du jus augmente suite à l'élévation de la dose potassique (Tableau 5).

La même constatation a été faite par Boulay *et al.* (1986) qui ont signalé que l'amélioration du degré alcoolique est effective dans la plupart des essais de fumure potassique. Ceci peut être expliqué par l'action du potassium sur l'accumulation des anions organiques par salification, sur la migration

des glucides vers les organes de réserves et leur condensation à l'état de sucres (Galet, 1976).

Tableau 5. Effet de la fumure phosphopotassique sur la qualité de la production (Cépage: muscat d'Alexandrie)

P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)	Mode d'apport (mg/l)	Teneur en sucre (g H ₂ SO ₄ /l)	Acidité totale du jus
0	0	1	142 gh	4.08 b
"	0	2	139 h	4.11 b
"	100	1	161 e	3.77 c
"	100	2	166 d	3.68 cd
"	200	1	169 bcd	3.64 cd
"	200	2	169 bcd	3.59 e
50	0	1	145 g	4.21 b
"	0	2	153 f	4.10 b
"	100	1	166 d	3.62 cd
"	100	2	176 a	3.57 de
"	200	1	172 abc	3.59 de
"	200	2	174 abc	3.65 cd
100	0	1	152 f	4.26 a
"	0	2	158 e	4.34 a
"	100	1	168 cd	3.67 cd
"	100	2	176 a	3.67 cd
"	200	1	175 ab	3.45 e
"	200	2	172 abcd	3.58 de

Les chiffres accompagnés de lettres distinctes dans chaque colonne sont différents au niveau de probabilité 5% (Test de Newman & Keuls)

Toutefois, les doses les plus élevées en potassium affectent négativement la teneur en sucre. Ceci peut être expliqué d'une part par le retard de maturation provoqué par l'augmentation de la vigueur (Tableau 2) et d'autre part, par une dilution de la quantité de sucre dans un volume de baies beaucoup plus grand.

L'apport croissant de potassium fait baisser l'acidité totale du jus en provoquant sans doute une salification de l'acide tartrique des baies pour donner le bitartrate de potassium (Murisier & Ryser, 1982).

CONCLUSION

La composition minérale des feuilles a été influencée par la fumure phosphopotassique. Les niveaux d'indice foliaire, pour les parcelles non traitées étaient voisins des niveaux déficitaires.

Concernant la croissance végétative, il y a un effet très marqué de la fumure phosphopotassique, augmentation du nombre et de la longueur des méristhalles ainsi que les dimensions des feuilles.

Par ailleurs, la fumure phosphopotassique a un effet favorable sur la production et la qualité des raisins: les doses 50 kg P₂O₅ et 100 kg K₂O ont donné la meilleure combinaison rendement-qualité. D'autre part, cette étude a montré que l'efficacité de la fumure phosphopotassique est meilleure avec l'apport le plus proche de la ligne de plantation (à 1 m du rang).

RÉFÉRENCES CITÉES

- Amberger A. (1968) Fonctions du potassium dans la plante. *Revue de la Potasse* Berne, Suisse, 3 (27): 1-5
- Arnon D.I. (1953) The physiology and biochemistry of phosphorus in greek plants. *Plant Physiology* 3: 509 p
- Boulay H., Galvet G. & Etourneau F. (1986) La fertilisation raisonnée de la vigne. *SCPA*, Fev. 44 p
- Champagnol F. (1984) Eléments de physiologie de la vigne et viticulture générale. Imp. Dehan, Montpellier, 351 p.
- Delmas J. (1971) Recherches sur la nutrition minérale de la vigne, *Vitis vinifera*, var. Merlot en aquaculture. Thèse de Doctorat ès Sciences, Faculté des sciences de Bordeaux
- Galet P. (1976) Précis de viticulture. 3ème édition, revue et augmentée, Imp. Dehan, Montpellier, 584 p.
- Gros A. (1974) Engrais: guide pratique de la fertilisation. 6ème édition, La Maison rustique, Paris, 382 p.
- Loue A. (1976) Etude de la liaison entre le diagnostic foliaire et l'analyse du sol dans le traitement d'une enquête sur la nutrition de la vigne. 4ème Coll. Inter. Contr. Alim. Pl. Cult. Gand 11: 255-268
- Megel K. & Kirkby E.A. (1987) Principles of plant nutrition. 3ème édition. International Potash Inst. Bern, Switzerland, 655 p.
- Murisier F. & Ryser J.P. (1982) Fumure potassique et acidité des moûts. *Revue Suisse de viticulture et arboriculture* 41 (1): 33-36
- Trocme S. & Gras R. (1964) Sol et fertilisation en arboriculture fruitière. Vol. 1. Edit. G.M. Perrin

Tsitsilashvali O.K. (1984) Some aspects of disturbance of metabolism in grape plants under K deficiency. *Proc. 6th Inter. Coll. for the Optimization of Plant Nutrition* 2: 674-682

Yamashita I. & Fujiwara A. (1966) Respiration and organic acid metabolism in potassium deficiency rice plant. *Plant Cell. Physiol.* 7 : 527-532