

[研究報文]

窒素施肥レベルの違いがブドウ‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’
の香気に及ぼす影響

平野 健・柏木美香・岡本五郎

岡山大学農学部 〒700-8530 岡山市津島中 1-1-1

Effect of Nitrogen Level on Aroma Content of Muscat of Alexandria Grape Berries

Ken HIRANO, Mika KASHIWAGI, and Goro OKAMOTO

Faculty of Agriculture, Okayama University, Tsushima-naka, Okayama 700-8530, Japan

Six-year-old Muscat of Alexandria grapevines grown in a restricted rooting volume system were supplied with complete liquid fertilizers containing 60, 90, or 120 ppm N, from berry set until veraison. Each concentration was reduced to one-third of the initial concentration after veraison. Berry weight was increased with increasing nitrogen concentration. On the other hand, there were no significant differences in juice total soluble solids (TSS) and titratable acidity. Amino acid contents were higher in berry juice from vines treated with 120 ppm N than in those from vines treated with 60 and 90 ppm N. The accumulation of linalool, the main contributor to muscat aroma, was delayed in berries of vines treated with high-nitrogen fertilizers. At harvest (TSS 19), linalool content was the highest in berry juice of vines treated with 90 ppm N. However, sensory evaluation indicated that the most desirable aroma was obtained berries of vines treated with 60 ppm N.

Keywords: fertilizer level, aroma, Muscat of Alexandria, sensory evaluation

緒言

ブドウ‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’果実は、優れた外観と食味、肉質を有し、日本で最も高価で取り引きされる。しかし、その市場価格は、果粒が大粒であるほど高く、そのため、栽培家は過剰な施肥を行う傾向がある。施肥量、特に窒素施肥の増加は、果粒肥大を促進する(13)が、成熟期の過度の栄養生長を引き起こし(5)、成熟の遅延や糖蓄積の不良(2、4、7、13)、食味の低下(4)を招く。

ブドウの香気は、食味形成に非常に重要であるが、その蓄積と栽培管理との関係についての報告は少なく、果房の受光量との関係についての報告(1)がみられる程度であり、ブドウ栽培で重要な管理である施肥と香気成分の蓄積との関係については、報告がみあたらない。そこで本研究では、窒素施肥濃度が‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’果実の香気成分蓄積に及ぼす影響を調査した。さらに、香気成分組成が、実際に人が感じる香気にどのような影響を与えるか検討した。

材料と方法

岡山大学農学部実験圃場のサイドレスハウス内で、
2004年8月16日受理

根域制限栽培している6年生の‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’(台木:ハイブリッド・フラン、培土量:80 L、樹間:1.5m、列間:1.1m)30樹を供試した。主枝は地上から約1.2mの位置で水平に配置し、各樹の新梢数を8本に調整した。新梢は約60°の角度で斜め上方に誘引し、地上から1.7mの位置からは水平に誘引した。副梢は1節を残して摘心し、1週間おきに再発生する副梢は取り除いた。

施肥は、結実期(2002年6月15日)からベレゾーン(7月19日)までN濃度で60 ppm(60 ppm区)、90 ppm(90 ppm区)あるいは120 ppm(120 ppm区)に調整した総合液体肥料(大塚ハウス1号+2号)を、週2回、各樹に3Lずつ与えた。ベレゾーン以降はそれぞれの濃度を1/3とした。7月上旬に、各樹の葉面積を測定し、最終的な葉果比が7.5 cm²/gとなるように調整した。7月9日から8月30日(TSS約19°)まで定期的に果粒をサンプリングし、果粒重を測定後、果汁成分の分析まで-20℃で冷凍保存した。

果汁成分: 冷凍保存しておいた果粒を剥皮し、種子を除いた後、ホモジナイザーで磨砕した。2℃、7000×gで遠心分離後、上澄みを吸引濾過し、果汁を得た。得られた果汁を用いて、屈折示度計で可溶性固形分量を、0.05 N水酸化ナトリウムによる滴定で滴定酸度

を測定した。アミノ酸含量については、既報の方法 (4) で調整後、アミノ酸自動分析計 (日本電子、JLC300) で分析した。

香気成分: 果粒の皮、果肉、果汁のモノテルペン揮発量を SPME ヘッドスペース法で分析した。すなわち、皮については、剥皮した皮を 10 mL 容のヘッドスペースガス捕集瓶内のステンレスメッシュ上に重ならないように入れ、0.01%2-octanol 10 μ L を加えた。これを、40 $^{\circ}$ C に設定したインキュベータ内に 30 分間放置後、SPME ファイバー (PDMS、膜厚 100 μ m) を挿入し、20 分間揮発成分を吸着させ、GC で分析した (島津、GC-14A、検出器: FID、検出器温度: 300 $^{\circ}$ C、気化室温度: 250 $^{\circ}$ C、カラム温度: 70~250 $^{\circ}$ C (10 $^{\circ}$ C/分)、キャリアガス: N₂)。

官能評価: 各処理区の収穫果から、TSS が 18.6~19.0 $^{\circ}$ の果粒を選んだ。搾汁して得た果汁 50 mL を 100 mL 容の蓋付き三角フラスコに入れ、23 \pm 1 $^{\circ}$ C の室内に 20 分置き、ヘッドスペース部分の香りを官能評価した。パネルは、10 名 (男性 5 名、女性 5 名、年齢: 20~24 歳) で、白色光下で行った。

さらに、60 ppm 区と 90 ppm 区の 8 月 30 日収穫果の果汁を用い、n-pentane 溶媒抽出によって香気成分を GC 分析し、その分析値を基に、リナロールとゲラニオールを含む水溶液を作成し、官能評価した。リナロールとゲラニオールを含む水溶液 50 mL を 100 mL 容の蓋付き三角フラスコに入れ、23 \pm 1 $^{\circ}$ C の室内に 20 分置き、ヘッドスペース部分の香りを評価した。パネルは、20 名 (男性 13 名、女性 7 名、年齢: 20~24 歳) で、白色光下で行った。

結果と考察

果粒肥大は 90 ppm 区と 120 ppm 区で有意に優れた (Table. 1)。Spayd ら (13) も、White Riesling を用いた実験で、窒素施肥量の増加とともに果粒径が大きくなることを報告している。一方、窒素施肥量の増加の伴い、TSS 蓄積が遅れることが報告されており (4, 13)、本実験でも、果汁の TSS は窒素濃度が高いほど低く、滴定酸含量は 120 ppm で高い傾向であったが、有意差はみられなかった。成熟期までの最適窒素濃度については '巨峰' (8) や 'ミューラー・ツルガウ' (9) では 60 ppm であるとされている。一方、岡本ら (10) は 'グロー・コールマン' は高レベルの施肥を要求する特性があり、発芽期から N 濃度で 120 ppm、ベレゾン以降 40 ppm の施肥条件が好適であると報告している。'マスカット・オブ・アレキサンドリア' も窒素要求量が高く、果粒肥大や糖蓄積からみると 90 あ

Table 1. Effect of nitrogen level on berry weight and, total soluble solids (TSS) and titratable acidity of juice of Muscat of Alexandria grapes (harvested on Aug. 30).

Treatment (N conc.)	Berry weight (g)	TSS ($^{\circ}$ Brix)	Titratable acidity ² (g / 100 mL)
60 ppm	7.1 b	19.0	0.28
90 ppm	7.7 a	18.8	0.26
120 ppm	7.6 a	18.6	0.34
significance	* ²	ns	ns

² Tartaric acid equivalent.

² Significant difference between different letters. * and ns mean $p < 0.01$ and no significance, respectively.

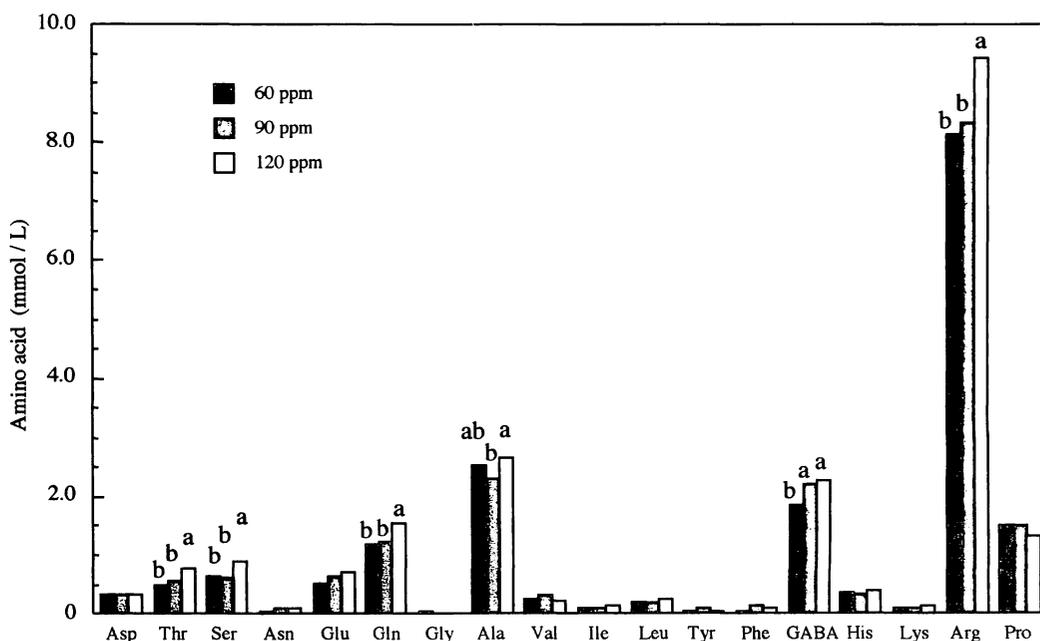


Fig. 1. Effect of nitrogen level on amino acid composition in Muscat of Alexandria grape berries. Different letters mean significant difference ($p < 0.05$).

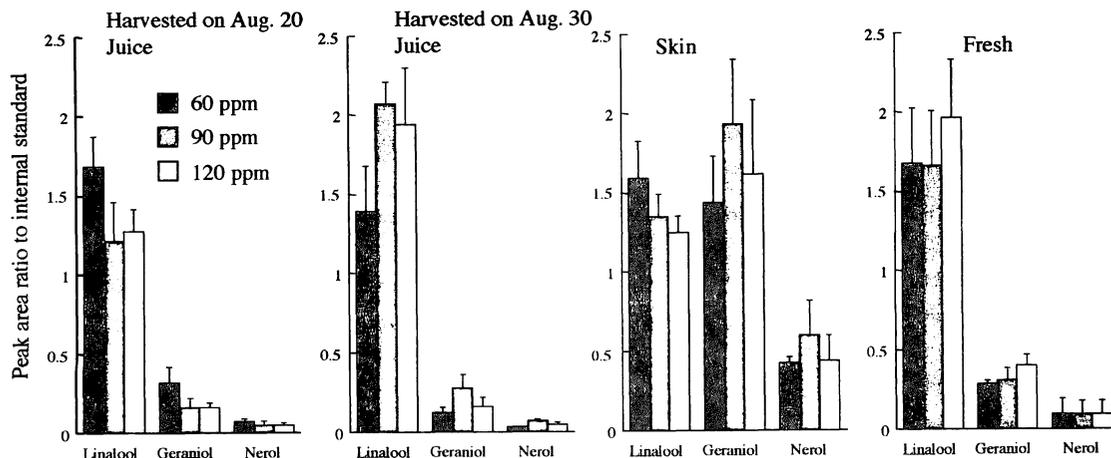


Fig. 2. Effect of nitrogen level on volatile monoterpene composition in Muscat of Alexandria grape berries. Vertical bars represent S.E. (n=3).

るいは 120 ppm が最適な窒素施肥濃度といえる。果汁のアミノ酸含量は 120 ppm 区で有意に高く、個々のアミノ酸についてみると、アルギニン、グルタミン、 γ -アミノ酪酸、スレオニン、セリンが有意に増加した。60 ppm 区と 90 ppm 区の間にはほとんど差がなかった (Fig. 1)。窒素施肥量の増加とともに果汁のアミノ酸含量が増加することは多くの報告で認められている (7, 11, 13)。

SPME-ヘッドスペース法による香气成分組成を比較すると、いずれも有意差はないものの、8月20日採取の果汁では、60 ppm 区でリナロール、ゲラニオールが高く、8月30日採取の果汁では逆に、60 ppm 区でリナロールが低い傾向を示した (Fig. 2)。*‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’* 果実の香气成分は、モノテルペンアルコールが主体であり、特に、リナロールとゲラニオールが量的に多く、その閾値も低いことから、マスカット香の主成分とされる (3, 12)。また、リナロールは成熟後期に急増した後、漸減することが報告されており (6)、60 ppm 区でみられた8月20日から8月30日にかけてのリナロールの低下は、60 ppm 区では他の区に比べて香气成分の蓄積に関して成熟が進んでいたためと考えられる。8月30日採取の果実について、部位別の香气成分組成を比較すると、果皮では、他の部位に比べてゲラニオールの比率が高かった。この結果はこれまでの報告と一致した (14)。果皮のリナロールは 60 ppm 区で高く、窒素濃度が高いほ

ど低い傾向を示したが、ゲラニオールとネロールは、90 ppm 区で高かった。果肉では、120 ppm 区が他の区に比べて高い値を示した。

8月30日収穫果の果汁を用い、マスカット香の強さについて官能評価をしたところ、120 ppm 区の果汁でマスカット香が弱く、60 ppm 区と 90 ppm 区の間には有意差がなかった (Table 2)。次に、60 ppm 区と 90 ppm 区の組成でリナロールとゲラニオールを含む水溶液について官能評価を行った。その結果、マスカット香の強さに差はなかったが、香りの好ましさは、60 ppm 区の組成でリナロールとゲラニオールを含む水溶液が有意に高かった (Table 3)。Ribéreau-Gayon ら (12) は、*‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’*

Table 2. Sensory evaluation of the aroma of Muscat of Alexandria grape juice^z.

Treatment	Muscat aroma
60 ppm	2.4 a ^y
90 ppm	2.2 a
120 ppm	1.2 b
significance	*

^z Intensity of muscat aroma was scored from 1 (lowest) to 3 (highest) by a 10-person panel.

^y Significant difference at the 0.05 level.

Table 3. Effect of nitrogen level on linalool and geraniol contents of Muscat of Alexandria grape juice and sensory evaluation of the aroma intensity and desirability of solution containing linalool and geraniol at each concentration.

Treatment	Linalool ^z	Geraniol ^z	Aroma intensity ^y	Aroma desirability ^y
60 ppm	183	52	11	16
90 ppm	250	78	9	4
significance			ns	$p < 0.01$

^z $\mu\text{g/L}$.

^y Linalool and geraniol were added at the level of each treatment composition to water. Number of persons who judged aroma intensity and desirability of each solution.

果実に含まれるモノテルペンアルコールの閾値を調査し、リナロールでは $100 \mu\text{g/L}$ 、ゲラニオールでは $132 \mu\text{g/L}$ であり、他のモノテルペンに比べて閾値が低いことを報告している。本実験の分析結果と比較すると、リナロールは閾値以上であるが、ゲラニオールは閾値以下であった。しかし、閾値以下でも、香気成分を組み合わせると閾値が顕著に低下することが報告されており、本実験の官能評価試験では、リナロール、ゲラニオールとも香りの強さや、好ましさに貢献していると考えられる。また、リナロールとゲラニオールの単独の水溶液で香り特性を比較すると、リナロールはカンキツ様、花様の香りを有し、ゲラニオールはバラ様の香りを有している。しかし、ゲラニオール濃度を高めると、焦げ臭さを感じるパネルが多く、このことが 90 ppm 区組成の水溶液での香りの好ましさを低下させたと考えられる。

以上の結果、窒素施肥濃度を高めると果実肥大は優れるが、香気成分、特に成熟後期までにリナロールの蓄積が遅れることが明らかとなった。本試験の施肥条件では 60 ppm 区で、もっとも好ましい香りの果実が得られると考えられる。

摘 要

6年生の‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’ (台木:ハイブリッド・フラン、培土量: 80 L 、樹間: 1.5 m 、列間: 1.1 m) 30 樹を供試し、結実期からベレゾーンまでN濃度で 60 ppm 、 90 ppm あるいは 120 ppm に調整した総合液体肥料を与えた。ベレゾーン以降はそれぞれの濃度を $1/3$ とした。果粒肥大は窒素濃度が高いほど優れた。果汁の TSS と滴定酸含量に窒素濃度による影響はみられなかった。果汁のアミノ酸含量は 120 ppm 区で有意に高く、 60 ppm 区と 90 ppm 区の間にはほとんど差がなかった。マスカット香の主成分であるリナロールの蓄積は、 90 ppm 区と 120 ppm 区で遅れた。TSS 19° で収穫した果実の果汁では、 90 ppm 区でリナロール、ゲラニオールが高かった。また、それぞれの区のリナロール、ゲラニオール組成で水溶液を作成し、官能評価したところ、香りの好ましさは 60 ppm 区で最も高かった。

引用文献

1. Belancic, A, E. Agosin, A. Ibache, E. Bordeu, R, Baume, A Ranzungles, and C. Bayonove. Influence of sun exposure on the aromatic composition of Chilean Muscat grape cultivars Moscatel de Alejandria and Moscatel rosada. *Am. J. Enol. Vitic.* 48: 181-186 (1997).
2. Christensen, P. L., M. L. Bianchi, W. L. Peacock, and D. J. Hirschfeld. Effect of nitrogen fertilizer timing and rate on inorganic nitrogen status, fruit composition, and yield of grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.* 45: 377-387 (1994).
3. Gunata, Y. Z., C. L. Bayonove, R. L. Baumes and R. E. Cordonnier. The aroma of grapes. I. Extraction and determination of free and glycosidically bound fractions of some grape aroma components. *J. Chromatogr.* 331: 83-90. (1985).
4. 平野 健・林 孝憲・岡本五郎. 液肥の窒素濃度がブドウ, マスカット・オブ・アレキサンドリアのアミノ酸組成と食味に及ぼす影響. *J. ASEV Jpn.* 11: 63-67. (2000).
5. 平野 健・真鍋雅子・岡本五郎. 生育期間中の液肥濃度が‘竜宝’の果粒の成熟に及ぼす影響. *ASEV Jpn. Rep.* 6: 64-70. (1995).
6. 平野 健・芝原律雄・岡本五郎. ブドウ‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’果汁の成熟中におけるモノテルペンの変化. *園学雑.* 67: 907-911 (1998).
7. Kliewer, W. M. Effect of nitrogen on growth and composition of fruits from ‘Tompson Seedless’ grapevines. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96: 816-849 (1971).
8. 岡本五郎・野田雅章・今井俊治・藤原多見夫. 根域制限した‘巨峰’ブドウの生育と果実の発育に及ぼす液肥濃度の影響. *岡山大農学報*, 78: 27-33 (1991).
9. 岡本五郎・丸山暢之・平野 健. 根域制限栽培した‘ミューラー・ツルガウ’樹の無機養分吸収量. *ASEV Jpn. Rep.*, 6: 3-11 (1993)
10. 岡本五郎・真鍋雅子・平野 健. ブドウ‘グロー・コールマン’に対する好適施肥濃度の検討. *J. ASEV Jpn.* 8: 14-24 (1997).
11. Ough, C. S. Effect of nitrogen fertilization of grapevines on amino acid metabolism and higher-

1. Belancic, A, E. Agosin, A. Ibache, E. Bordeu, R,

- alcohol formation during grape juice fermentation. *Am. J. Enol. Vitic.* 31: 122-123 (1980).
12. Ribéreau-Gayon, P., J. N. Boidron and A. Terrier. Aroma of Muscat grape varieties. *J. Agr. Food Chem.* 23: 1042-1047. (1975).
 13. Spayd, S. E., R. L. Wample, R. G. Evans, R. G. Stevens, B. J. Seymour, and C. W. Nagel. Nitrogen fertilization of White Riesling grapes in Washington. Must and wine composition. *Am. J. Enol. Vitic.* 45: 34-42 (1994).
 14. Wilson, B., C. R. Strauss and P. J. Williams. The distribution of free and glycosidically-bound monoterpenes among skin, juice, and pulp fractions of some white grape varieties. *Am. J. Enol. Vitic.* 37: 107-111. (1984).