

キュウリの成育と性表現に及ぼす窒素形態の影響

寿 森炎¹・董 偉敏¹・福元 康文²

(¹ 浙江農業大学園芸学部蔬菜研究室・² 農学部暖地園芸学講座)

Effects of Different Nitrogen Form and Ratios on Growth and Sex Expression in Cucumber

Shenyan SHOU¹, Weimin DONG¹ and Yasufumi FUKUMOTO²

¹ Laboratory of Vegetable, Horticultural Department, Zhejiang Agricultural University;

² Chair of Horticulture, Faculty of Agriculture

Abstract: The effects of different nitrogen form and ratios on the growth and sex expression in cucumber were studied. The results showed that the vegetative growth was most vigorous in NO₃-N 100% treatment, but the reproductive growth was promoted in the NO₃-N75%:NH₄-N25% and NO₃-N50%:NH₄-N50% treatments. The node of first female flower was lowered, the ratio of female flowers was increased and the yield per plant increased significantly when the ratio of NH₄-N was increased to 25% or 50%. K, Fe, Zn contents in plant was increased by NH₄-N treatment.

緒 言

キュウリは雌雄同株植物であり、雌花の発生は遺伝子の他に、環境条件などにも影響される。低温、短日、充分な施肥条件と日照条件によって雌花の発生が促進される¹⁾。また、キュウリは硝酸態窒素を好む作物として知られている^{2,3)}。その一方、キュウリや他の蔬菜は適当なアンモニア態窒素をいくらか加えることによって成長と発育が促進されることも報告されている^{3,4,5,6)}。しかし、キュウリの性表現に対するN源としての窒素形態とその比率の影響についてはほとんど報告されていない。本実験はキュウリの成長、性表現に及ぼす窒素形態とその比率の影響について調査したので報告する。

材料及び方法

本実験は中国浙江農業大学野菜試験圃場の温室の中で行なった。供試品種として‘節成55号’を用い、栽培試験はFig.1.に示しているような無土壌栽培ポットで行なった。培養液の成分はN 15mmol/l, P 1mmol/l, K 6mmol/l, Ca 5mmol/l, Mg 2mmol/lとし、その他の微量成分はHongLand²⁾と同様である。N源としてのNO₃-NとNH₄-Nとの割合を変えて、次のような処理区を設けた。処理区1: NO₃-N100%, 処理区2: NO₃-N75%:NH₄-N25%, 処理区3: NO₃-N50%:NH₄-N50%, 処理区4: NO₃-N25%:NH₄-N75%, 処理区5: NH₄-N100%。全処理区ともに1鉢に2株を定植し、1処理に3鉢を供試し、3回反復した。

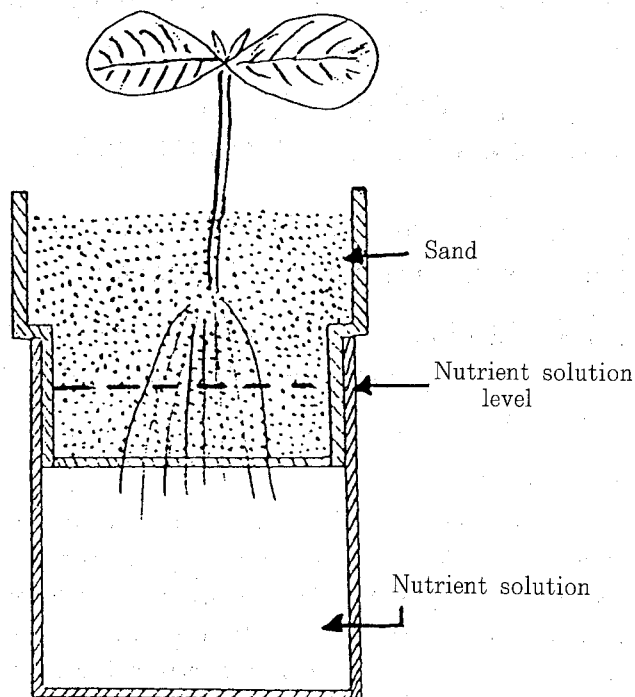


Fig.1 Diagram of soilless culture system.

1992年秋に予備実験を行い1993年に本実験を行った。3月18日播種し、4月2日に砂鉢に定植した。4月13日までは各処理区とも $\text{NO}_3\text{-N}100\%$ 培養液で栽培管理し、4月14日から $\text{NO}_3\text{-N}$ と $\text{NH}_4\text{-N}$ の比率を変え処理を開始した。培養液は毎日3回減った分だけ追加補給し、1週間毎に全てを交換した。pHは一日おきに調整を行い、6.0に維持した。

成長状況、開花状況及び結果状態については週に2回調査を行った。根量及び葉内葉緑素は5月25日に調査を行った。葉及び果実内の無機成分については、試料を乾燥後粉碎し、灰化後原子炎光吸光度法によって測定した。

結 果

1 キュウリの成長に及ぼす窒素形態の影響

Fig.2とFig.3.に見られるように、処理開始後3週間までは草丈、葉数について各処理区の間余り差がみられなかった。しかしその後各処理区間で次第に差が大きくなった。6月1日の時点で $\text{NO}_3\text{-N}75\% : \text{NH}_4\text{-N}25\%$ 処理区においてキュウリの成長が最もよく、草丈が228cm、葉数が22.3枚に達した。 $\text{NO}_3\text{-N}25\% : \text{NH}_4\text{-N}75\%$ 処理区及び $\text{NH}_4\text{-N}100\%$ 処理区ではキュウリの成育が悪く、葉の色が黄色になり、一部の株は枯死した。

また株当たりの葉面積も同じような傾向がみられた。6月1日測定した結果、処理区1、処理区2、処理区3、処理区4、処理区5の葉面積がそれぞれ4914.4、5074.9、3894.5、1830、1510.4 cm^2 であった。

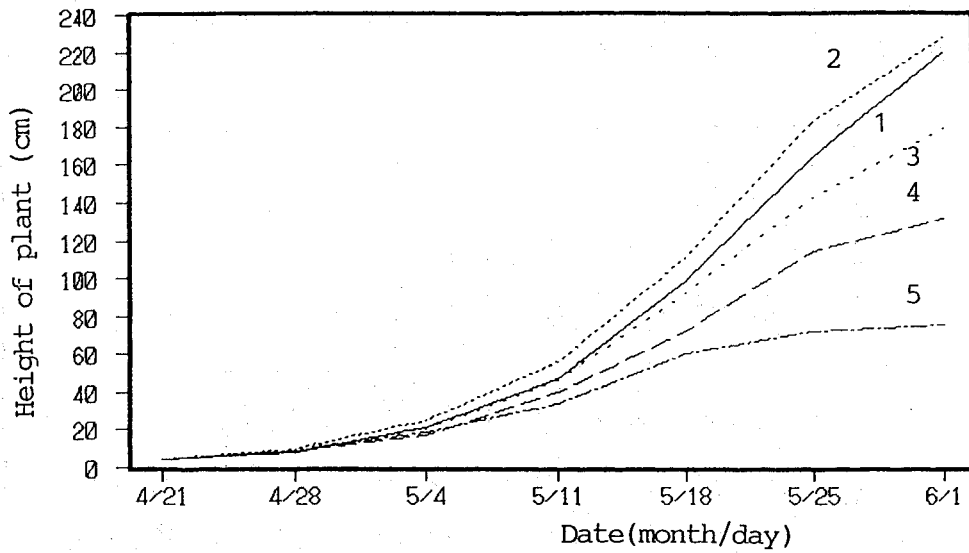


Fig.2 Influence of nitrogen-form on the plant height in cucumber

1. NO₃-N100% 2. NO₃-N75% : NH₄-N25%
 3. NO₃-N50% : NH₄-N50% 4. NO₃-N25% : NH₄-N75%
 5. NH₄-N100%

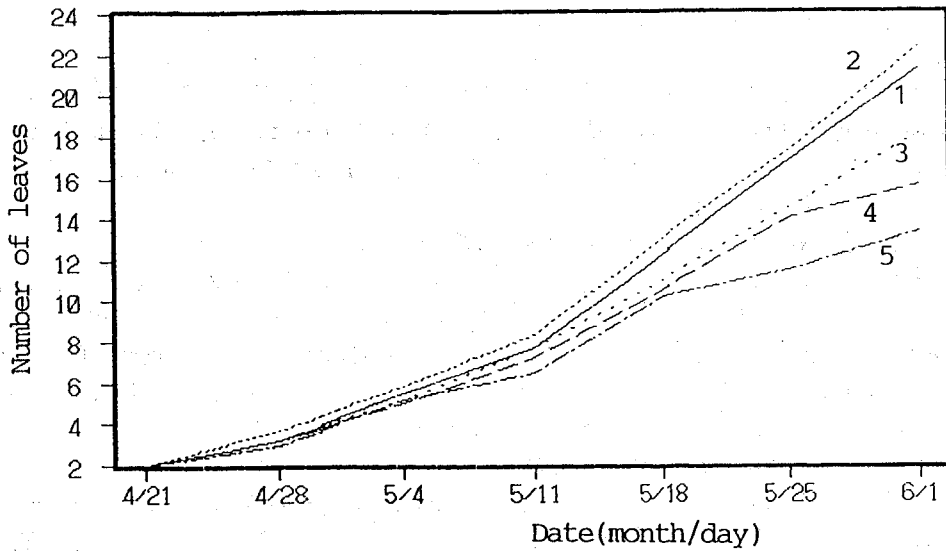


Fig.3 Influence of nitrogen-form on the leaf number in cucumber

1. NO₃-N100% 2. NO₃-N75% : NH₄-N25%
 3. NO₃-N50% : NH₄-N50% 4. NO₃-N25% : NH₄-N75%
 5. NH₄-N100%

前期では、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の割合の増加に従って、キュウリの葉の色が濃くなった。これはこれまでの報告³⁾と同じであった。5月下旬以後、気温の上昇に従って、葉に及ぼす $\text{NH}_4\text{-N}$ の毒害が強くなり、 $\text{NO}_3\text{-N}25\%:\text{NH}_4\text{-N}75\%$ の処理区では、葉が著しく黄色になった。葉緑素の含量は $\text{NH}_4\text{-N}$ の割合の増加に従って減少する傾向が見られた (Fig.4.)。

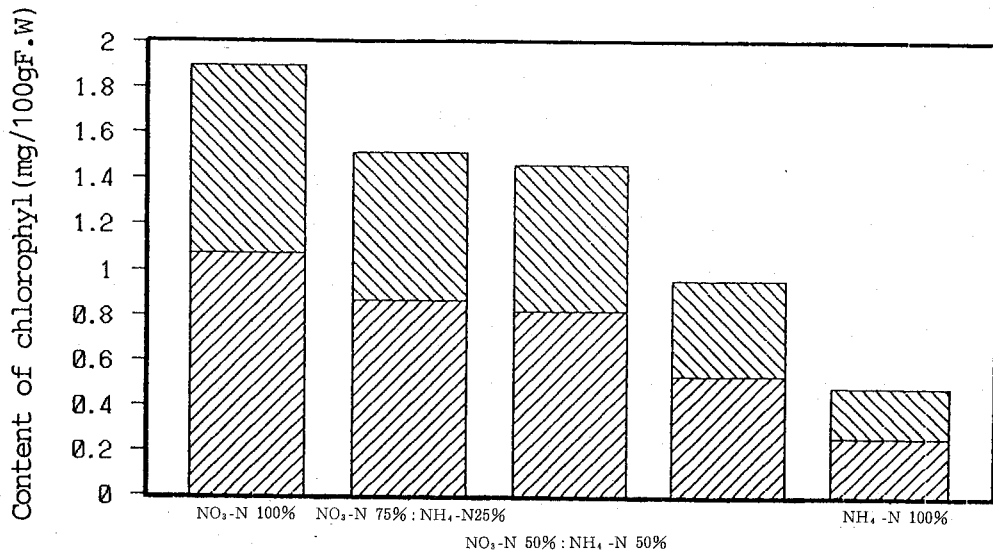

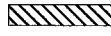


Fig.4 Influence of nitrogen-form on the chlorophyll content in cucumber

 chlorophyll a
 chlorophyll b

培養液中の $\text{NH}_4\text{-N}$ の割合が高くなるにつれて、キュウリの根の成長が緩やかになり、5月下旬その傾向が著しくなった。 $\text{NO}_3\text{-N}$ の割合が高い処理区では、根毛が多く、しかも白かった。しかし、 $\text{NH}_4\text{-N}100\%$ の処理区では、根が褐色し、根毛が折れやすかった。5月25日測定した結果は、処理区1、処理区2、処理区3、処理区4、処理区5の根の長さがそれぞれ45.0cm, 43.7cm, 39.7cm, 28.6cm, 22.4cmであった。

2 植物体内の無機成分に及ぼす窒素形態の影響について

培養液の中に一定の割合の $\text{NH}_4\text{-N}$ を入れることによって、KとCaの吸収が促進された。葉中のKとCaの含量は、処理区2において最も高く、それぞれ3.98%と2.93%であった (Table 1.)。FeとMnは処理区3において最も高かった。しかし、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の割合が50%を越えた場合、CaとMgの含量が著しく低下した。Kの含量はあまり低下しなかった。この傾向は特に果実において顕著で、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の割合が75%を越えると、Ca, Mg, Feの吸収が著しく抑制された。

3 キュウリの性表現に及ぼす窒素形態の影響

$\text{NO}_3\text{-N}100\%$ の処理区ではキュウリの栄養成長が促進された。その結果、根量が多く、地上部の成長が旺盛であった。その一方、雌花の発生は少なかった。果実の成長は $\text{NO}_3\text{-N}100\%$ 処理区のほうが速く、一本当たりの果重も重かった。適当に $\text{NH}_4\text{-N}$ の割合を増やすことによって、雌花の発生が促進された。 $\text{NO}_3\text{-N}50\%:\text{NH}_4\text{-N}50\%$ の処理区では、雌花の発生率は最も高く、62.6%に達し、また雌花の着生節位も低く、 $\text{NO}_3\text{-N}100\%$ 処理区より0.6節低くなった (データ省略)。 $\text{NH}_4\text{-N}100\%$ の処理区では、雌花の発生率がわずかに22.7%であった。

Table 1. Influence of nitrogen form on the mineral contents in cucumber

Treatment	Leaf								Fruit							
	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu		
	(% ,DW)			(ug/g,DW)					(% ,DW)			(ug/g,DW)				
NO ₃ -N100%	2.46	2.61	0.59	293	132	65	29.1	3.79	0.32	0.25	121	27.3	19.2	21.2		
NO ₃ -N75%:NH ₄ -N25%	3.98	2.93	0.50	357	193	113	28.4	4.12	0.28	0.23	112	35.2	45.1	23.9		
NO ₃ -N50%:NH ₄ -N50%	3.87	2.50	0.50	417	218	112	31.5	3.81	0.29	0.19	132	40.8	56.8	19.8		
NO ₃ -N25%:NH ₄ -N75%	3.42	2.09	0.39	392	174	110	34.5	3.59	0.17	0.16	95	42.5	42.0	17.1		
NO ₄ -N100%	3.12	1.91	0.31	253	165	123	32.7	4.23	0.15	0.17	72	36.1	43.5	17.9		

収量はNO₃-N75%:NH₄-N25%処理区が最も高く、株当たりの収量が1611.7gに達した。NO₃-N50%:NH₄-N50%処理区では雌花は多いが、収量はNO₃-N75%:NH₄-N25%処理区より少なかった。これは雌花の数と栄養成長とのバランスが重要であることを示した (Table 2.)。

Table 2. Influence of nitrogen-form on the sex expression and yield in cucumber

Treatment	Number of Nudes	Number of Female flowers	Females flower rate (%)	Yield/plant (g)
NO ₃ -N100%	21.2	6.7	31.6	1190.8 (117)
NO ₃ -N75%:NH ₄ -N25%	22.0	12.2	55.5	1611.7 (140)
NO ₃ -N50%:NH ₄ -N50%	19.8	12.2	62.6	1532.8 (132)
NO ₃ -N25%:NH ₄ -N75%	18.0	9.4	52.2	1139.0 (108)
NO ₄ -N100%	16.3	3.7	22.7	150.2 (100)

考 察

NO₃-Nの吸収は積極吸収であり²⁾、NH₄-Nの吸収は受動吸収である⁷⁾。NH₄-Nはまず細胞膜まで拡散し、細胞膜でNH₄⁺がNH₃に変わり、細胞の中に吸収されていく、それと同時にH⁺イオンを放出する。その放出されたH⁺がNO₃-Nの吸収を促進する⁷⁾。そのため培養液に適当な割合のNH₄-Nを配合することによってキュウリのNO₃-Nの吸収及び成長が促進されたと思われた。しかしキュウリは硝酸態窒素を好む作物であり、高いNH₄-Nは根の成長を阻害する。本実験の結果からキュウリの栽培にはNH₄-Nの割合は25-50%が適当と思われた。

幼苗期のキュウリはNH₄⁺に強いが、成長するにつれて、温度、光が強くなり、窒素の吸収量が多くなり、NH₄-Nが体内で蓄積され、NH₄⁺の害が出やすいので、生育時期に応じて、NO₃-NとNH₄-Nとの割合を変える必要があると思われた。

ある程度の割合までNH₄-Nの配合はNO₃-Nの吸収を促進し、細胞のマイナスイオンを増し、CaとKの吸収を促進する。これはNO₃-NがCaとKの吸収を促進するメカニズムと同じである^{2,8)}。楊ら⁴⁾はCa濃度の増加はキュウリのNH₄-Nの吸収を促進すると報告しているが、一定濃度までNH₄の吸収とCaの吸収は相乗関係にあると思われる。Mgの吸収に対する影響については今までの報告と同じような結果^{2,4,8)}が得られた。

NH₄-Nは落花生のFeの吸収を促進する⁵⁾。本実験の結果からキュウリについても同じであることが明らかになった。本実験では、NH₄-NはZnの吸収を促進する結果が得られたが、そのメカニズム

について今後詳しく研究する必要がある。

$\text{NH}_4\text{-N}$ の割合が50%くらいの条件下で、雌花の着生が最も多いが、植物の栄養成長と生殖生長とのバランスを考えれば、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の割合が25%が一番適当と思われた。養液栽培の場合、培養液中の $\text{NH}_4\text{-N}$ の割合を増やせば、コストが軽減されるので、栽培作物、栽培時期、そして品種に応じて、アンモニア態窒素と硝酸態窒素の割合を変える必要があると思われた。

要 約

培養液中の $\text{NO}_3\text{-N}$ と $\text{NH}_4\text{-N}$ の割合を変えて、キュウリの成長と性表現に及ぼす窒素形態の影響を調べた。その結果、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 100%の条件下では、キュウリの栄養成長が旺盛で、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の割合が25%あるいは50%の場合、キュウリの生殖成長が著しく促進され、雌花の着花節位も低くなり、雌花の比率が高くなった。 $\text{NO}_3\text{-N}$ 100%処理区に比べて、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 75% : $\text{NH}_4\text{-N}$ 25%処理区と $\text{NO}_3\text{-N}$ 50% : $\text{NH}_4\text{-N}$ 50%処理区のほうが収量が高く、植物中のカリ、鉄、亜鉛の含量が増加した。

キーワード：キュウリ, 成育, 性表現, 窒素形態

文 献

- 1) 新野菜全書：キュウリの基礎生理と応用技術。農文協。(1976).
- 2) 何祖念・孟錫福：植物栄養生理。上海科技出版社。(1987).
- 3) 林永臣・張福蔓, 劉步洲：不同形態N对温室砂耕胡瓜成長發育的影響。園芸学報, 45-49 (1989).
- 4) 楊志敏・周變：Ca对胡瓜幼苗吸收和同化 $\text{NH}_4\text{-N}$ 的影響。園芸学報, 203-209 (1989).
- 5) 王可・楊玉愛：N形態对落花生鉄吸收的影響。浙江農業大学学报, 18, 75-78 (1992).
- 6) Gibson C.J and W.G Pill: Effects of preplant phosphorus fertilization rate and of nitrate and ammonium liquid feeds on tomato grown in peat-vermiculite. J.Amer.Soc.Hort.Sci., 108,1007-1011(1983).
- 7) Mengei K and Kirkby E.A: Principles of Plant Nutrient.International Potash Institute.(1982)
- 8) Alan R.:The effect of nitrogen nutrition on growth, chemical composition and response of cucumbers (*Cucumis sativas L.*)to nitrogen forms in solution culture.J.Hortic.Sci.,64,467-474(1989).

平成7(1995)年9月28日受理

平成7(1995)年12月25日発行