

主要蔬菜作物之養分吸收及施肥效應¹

II 萑菜對不同型態氮肥之效應及所施氮肥之消長

連 深 吳 啓 東²

摘 要 為探討萑菜對不同形態氮肥之效應，及所施氮肥在土壤中之消長，於彰化縣田尾鄉舉辦田間試驗。自萑菜定植起一年間之試驗結果如下。

1. 萑菜之氮肥效應全年高達1,500公斤/公頃氮素，但如按生長季節調節施肥，則以氮素約800公斤/公頃即可達到最高收量。其全年各生長期之氮肥適量如下：

生長時期	定 (三月初旬) 植	第 一 次 收 刈 (六月十三日)	第 二 次 收 刈 (八月四日)	第 三 次 收 刈 (九月二十七日)	第 四 次 收 刈 (十月三十一日)	第 五 次 收 刈 (十二月二三日)	第 六 次 收 刈 (二月二八日)
氮素適量* kg/ha	120	80	240	120	120	120	

*尿素、硫酸銨均各分4~5次分施而 SCU 則僅分1~2次施用。

2. 就各種氮肥之肥效而言，尿素顯然優於硫酸銨，而 SCU (TVA 製，含氮34.8%及38.4%者) 則與尿素相當。本試驗中 SCU 分施僅7次，尿素和硫酸銨則多達25次。每次施肥均掘淺溝，施用後並需覆土，可見 SCU 節省施肥勞力之功效非常顯著。

3. 就多氮區(氮 1,545公斤/公頃)所施氮肥之消長與無氮區比較而言，其為萑菜所吸收者僅約14%，以硝酸殘留於 0—15公分及15—30公分各土層者各約17及 5%，30公分以下之土層則甚少有硝酸態氮之殘留，顯示約有三分之二之氮肥係因脫氮作用或被灌溉水淋洗流失。萑菜氮肥用量如能依照本試驗結果所示按生長季節調節，當可提高其吸收率，因而可節省肥料用量。

前 言

萑菜的氮肥施用量甚高，據調查農家慣行氮素施用量每公頃年平均高達1,600公斤左右⁽¹⁾。又據林慶喜氏⁽²⁾報告，萑菜花收量隨氮素用量之增施而增加，每公頃每月施用氮素雖高達450~600公斤，產量仍呈直線上升趨勢，且經濟上仍甚有利，可見其全年適量高達6,000公斤左右，頗為驚人。

為明瞭如此重肥下所施氮肥在土壤中的消長(包括萑菜吸收量、土壤中留存量以及自土壤中逸失量)及萑菜對尿素、硫酸銨和裹硫尿素等不同型態氮肥之效應，乃於彰化縣田尾鄉陸豐村設置田間試驗。自民國62年3月初萑菜定植時開始迄翌年2月底止，共收刈萑菜6次。試驗結果報告於次，以供參考。

試驗方法

肥料處理及施肥量(自62年3月初至63年2月底)如表1。

1. 試驗報告農試字第八一〇號
2. 臺灣省農業試驗所技正、技士

表 1 田間試驗各肥料處理之全年施肥量

Table 1. Nitrogen levels and the amount of fertilizer elements applied in the experiment (The first year of the cultivation, from March 1973 to February 1974).

Nitrogen levels	Symbols	Fertilizer elements (kg/ha)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Check (no nitrogen fertilization)	0	0	275	700
Ammonium Sulfate one level	S ₁	515	275	700
Ammonium Sulfate two levels	S ₂	1030	275	700
Ammonium Sulfate three levels	S ₃	1545	275	700
Urea one level	U ₁	515	275	700
Urea two levels	U ₂	1030	275	700
Urea three levels	U ₃	1545	275	700
SCU 0.96 level	SCU 0.96	495	275	700
SCU 1.92 levels	SCU 1.92	990	275	700

施肥次數 氮肥中硫酸銨和尿素全年用量各分25次，即平均每次莖菜收刈前各分4次施用，裹硫尿素（以下簡稱 SCU）則全年用量分7次，即平均每次莖菜收刈前1次施用。磷肥及鉀肥各以過磷酸鈣及氯化鉀施用，其施用次數和 SCU 相同。SCU 在9月30日（即第4次收刈）以前施用含氮量34.8%者（佔總用量之 $\frac{3}{4}$ ），其後則因該供該肥料短缺，改用含氮量38.4%者，均為美國田納西河流域管理局肥料發展中心（TVA National Fertilizer Development Center簡稱TVA）所製。

施用 SCU 之特性及組成如次：

N (%)	Dissolution rate in		Wax (%)	Microbi cide (%)	Total coat (%)	Class
	7 days	14 day				
34.8	13.8	15.6	3	0.25	24.3	C
38.4	20~25	24~29	N. D	N. D.	16.6	E

N. D.: No determination

施肥方法 每次施肥均於行間掘淺溝施用並覆土。

試驗設計 9處理（如表1），4重複，隨機區集排列，小區面積 9.6m²（3.2m×3.0m），但實際栽培面積為 3.0×2.1=6.3m²，餘者為畦溝所佔。大畦溝之溝深約80公分。行株距各 26及23公分，每小區栽植莖菜104株。

試驗地土壤性質，屬粘板岩質沖積土，pH 值7.2，全氮0.17%，質地為粉質壤土。

土壤無機態氮素之測定 將各處理區所採取之土壤樣本（採取方法詳試驗結果）以原水分狀態下用10%氯化鉀溶液抽出（乾土對抽出液比為1：10），然後以擴散法分別測定全無機態氮（NO₃⁻+NO₂⁻）

+NH₄⁺) 含量和銨態氮含量⁽³⁾，另以比色法測定亞硝酸態氮含量⁽⁴⁾，並以全無機態氮量減去亞硝酸態氮量和氨態氮量作為硝酸態氮量。土壤中全氮之測定則依 Olsen 氏⁽⁵⁾ 方法。

植物體氮、磷、鉀含量之測定 全氮以 Gunning 氏修正法⁽⁶⁾ 測定。另就 2% 醋酸抽出液以上述方法測定硝酸態氮含量。磷、鉀、鈣、鎂含量之測定則依常法進行。

試驗結果及討論

一、韭菜對不同形態氮肥之效應

各肥料處理全年共收刈 6 次之韭菜收量，氮肥吸收量及吸收率如圖 1（氮素吸收量係由 1~6 各次韭菜地上部收刈物中之氮素含有量與第 6 次收刈時殘留之地下部氮素含有量累計所得）。

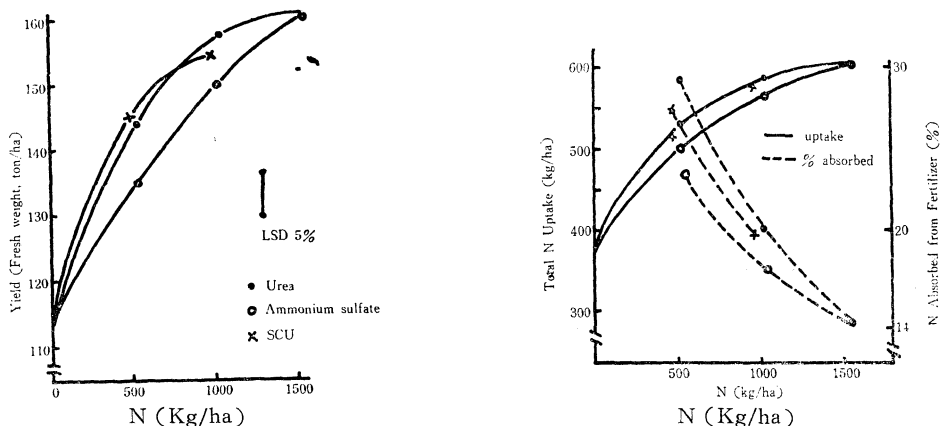


圖1. 各肥料處理區全年韭菜收量及氮素吸收量、吸收率

Fig. 1. Yield of Chinese leek and nitrogen uptake in the whole year.
(Total of the 6 cuttings of shoot from Mar. 1973 to Feb. 1974.)

由上圖可見韭菜之施肥效應甚高，全年氮肥效應每公頃達氮 1,500 公斤左右。實際上農家慣行施氮量平均亦高達 1,600 公斤左右⁽¹⁾。

就不同氮肥之肥效而言，尿素顯然優於硫酸銨，至於 SCU 則與尿素相當。但本試驗中 SCU 的分施次數僅 7 次，而尿素或硫酸銨的分施次數則均多達 25 次。如果尿素和硫酸銨分施次數減少，則因其每次施肥量大增，必將引起肥害。

又本試驗中尿素和硫酸銨每次分施均掘淺溝，施肥後覆土，否則其肥分之損失必更大，肥效更低，而 SCU 的肥效則相對的會更提高。汪時春氏⁽⁷⁾ 等曾以 SCU（臺肥公司製）之 5 次分施與硫酸銨之 10 次分施比較，亦得到與本試驗類似的結果，可見 SCU 顯然有節省施肥勞力之功效。

氮素之吸收量隨着施肥量之增加而增加，但所施氮肥之吸收率却僅為 14~26%，可見韭菜之氮肥效應雖高，但損失亦大。

韭菜乾物中之氮素含量隨氮肥施肥量之增加而增加，頗能反應施肥效果，硝酸含量亦然（表 2）。又其他各種元素含量如表 3，可見韭菜地上部之元素含量較地下高達 2~4 倍，而各種元素中以氮和鉀的吸收量最多。

表2 各肥料處理韭菜中氮素含量(乾物中百分率)

Table 2. The nitrogen content in Chinese leek applied with different levels of nitrogen fertilizers (% dry wt. basis).

Nitrogen levels	The 2nd cutting*		The 3rd cutting	The 6th cutting	
	Shoot**		Shoot	Shoot	Underground
	total N***	NO ₃ -N	total N	total N	total N
0	2.91	0.18	3.09	4.18	2.41
S ₁	3.29	0.16	3.37	4.22	2.60
S ₂	3.30	0.29	3.46	4.35	2.58
S ₃	3.80	0.39	3.79	4.43	2.66
U ₁	3.18	0.23	3.23	4.39	2.45
U ₂	3.74	0.36	3.75	4.43	2.32
U ₃	3.70	0.32	3.83	4.64	2.48
SCU 0.96	3.46	0.18	3.37	4.26	2.32
SCU 1.92	3.78	0.32	3.50	4.26	2.68

* The dates of the 2nd, 3rd and 6th cutting were respectively on Aug. 4, Sept. 27, 1973 and Feb. 28, 1974.

** The shoot corresponds to the yield part of the plant at each cutting, while the underground corresponds to the remainder part of the plant after cutting. The underground part includes a small portion of the leaf sheath and majority of the roots. The dry weight of the underground part was about 2.2-1.8 times that of the shoot in this case. The proportion decreased as the amount of nitrogen application increased.

*** The NO₃-N is included.

表3 各肥料處理韭菜中磷、鉀、鈣、鎂要素含量(乾物中百分率)

Table 3. An example of the contents of P, K, Ca and Mg in the different parts of Chinese leek applied with different levels of nitrogen (% dry wt. basis, on the 6th cutting).

Nitrogen levels	P		K		Ca		Mg	
	Shoot	underground	Shoot	underground	Shoot	underground	Shoot	underground
0	0.36	0.22	5.03	1.10	0.82	0.33	0.35	0.28
U ₁	0.37	0.21	4.31	1.07	0.79	0.45	0.38	0.30
U ₂	0.32	0.20	3.57	0.88	0.80	0.46	0.39	0.31
U ₃	0.30	0.21	3.41	1.03	0.82	0.61	0.39	0.32
S ₂	0.36	0.21	3.69	0.94	0.88	0.50	0.44	0.33

二、韭菜定植後各時期之氮肥施用適量

以上係就全年各氮肥處理之收量(共收刈6次)與其累計施肥量間關係所作綜合的觀察結果。如

將各次收量與各收刈前所施氮肥用量關係分別考察(圖2. I—VI)，更可明瞭收量和氮肥效應之季節性變化。

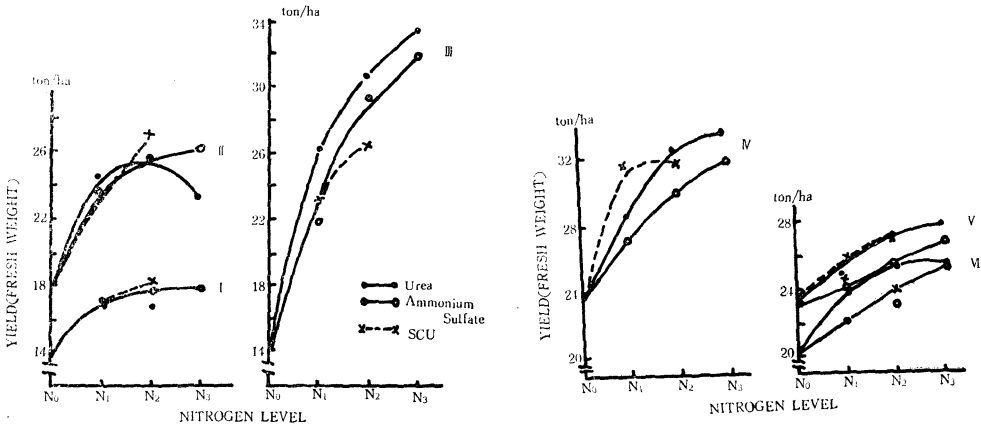


圖2. 第I至VI各次茼菜收量屬各次收刈前所施氮肥平準之關係

圖2. 第I至VI各次茼菜收量及各次收刈前所施氮肥平準之關係(每點均為四重複小區之平均。N₁在圖I—VI中各代表I—VI次收刈前施氮量平準 120, 80, 80, 60, 80及80公斤/公頃。N₂及N₃類推)

Fig. 2. Relationship between the yields of Chinese leek at each cutting and the nitrogen levels before each cutting. N₁ represent the application of 120, 80, 80, 60, 80 and 80 kg/ha nitrogen respectively before the 1st, 2nd, 3rd, 4th, 5th and 6th cutting. N₀ represents no nitrogen application, while N₂ represents twice the amount of N₁ and vice versa.

由圖中I及II可見茼菜自定植至第一次及第二次收刈期間之氮肥效應並不高，氮肥施用平準各以N₁為宜；即自定植至第一次收刈(自3月初至6月13日)及自第一次收刈至第二次收刈(自6月14日至8月4日)之氮肥適量各為120及80公斤/公頃左右。

自第二次收刈以後至第三次及第四次收刈期間，時值夏天，茼菜收量最高，其氮肥施用平準各以N₃及N₂為宜(圖中III及IV)；即自第二次收刈至第三次收刈(8月5日至9月27日)及自第三次收刈至第四次收刈(自9月28日至10月31日)期間之氮肥適量各為240及120公斤/公頃。又自第四次收刈至第五次收刈及自第五次至第六次收刈期間，時值秋冬季，茼菜生長轉緩，收量及氮肥效應均降，其氮肥施用平準均以N_{1.5}為宜；即自11月1日至12月23日及自12月24日至翌年2月底之氮肥適量各以氮素120公斤/公頃為宜。綜合以上結果，茼菜施肥如按照各生長時期調節，則其全年氮肥施每公頃氮素800公斤即可達到最高收量。

三、土壤中無機態氮之消長

土壤中各種無機態氮含量之一例如表4。

表4 各肥料處理表土中各種無機態氮含量 (N ppm)

Table 4. An example of the fluctuation of the contents of inorganic nitrogen in the soil* applied with different levels of nitrogen (N ppm).

Nitrogen levels	May 5				June 11
	NH ₄ -N	NO ₂ ⁻ -N	NO ₃ ⁻ -N	total	total
0	4	trace	19	23	17
U ₁	9	trace	305	314	88
U ₂	8	trace	666	674	136
U ₃	13	trace	806	819	223

* Sampled from the center of four plant hills and the depth of 0—15cm. Four such samples were taken from each plot, mixed and the composite samples were analyzed. The data are the mean of four replication plots.

由上表可見土壤中之無機態氮含量依施肥量之增加而增加，並以硝酸態氮為其主要形態，佔全無機態氮之98%左右，故遇雨時流失量很大；如6月11日各處理區累積施肥量已達5月5日之1.5倍，但其表土中之無機態氮濃度却反而較5月5日所測者為低是。

經過一年之施肥處理後，自每小區隨機採取莖菜1株，並將植株四週的（即行株距26×23公分範圍內）土壤依土層別0~15公分，15~30公分，30~45公分充分混合後分別採取土壤樣本，以供無機態氮和全氮之分析，其結果如表5（表中數據均為4重複小區平均）。

表5 經過一年間施肥處理後之土層別 pH 及各種形態氮含量

Table 5. The pH and the contents of inorganic and total nitrogen in the soil stratum of various depth* after one year of fertilization (February, 1974).

N levels & nitrogen applied (kg/ha)	pH	Total inorganic N (ppm)				Total N (%)		
		Surface Soil (0-15cm)	Surface Soil (0-15cm)	Sub Soil (15-30cm)	Sub Soil (30-45cm)	Surface Soil (0-15cm)	Sub Soil (15-30cm)	Sub Soil (30-45cm)
0 (0)	7.2	69±8	16±2.6	10±1.7	0.18±0.01	0.15±0.02	0.21±0.01	
S ₁ (515)	7.0	76±18	19±0.1	—	—	—	—	
S ₂ (1030)	7.2	182±28	46±5.0	—	0.19±0.01	—	—	
S ₃ (1545)	7.1	334±76	111±12.6	19±3.4	0.21±0.02	0.18±0.01	0.20±0.01	
U ₁ (515)	7.2	107±23	24±5.1	—	—	—	—	
U ₂ (1030)	7.2	186±33	55±22.7	—	—	—	—	
U ₃ (1545)	7.2	327±31	92±16.0	—	—	—	—	
SCU 0.96 (495)	7.2	137±15	35±0.1	—	0.16±0.02	—	—	
SCU 1.92 (990)	7.2	234±41	59±1.7	—	0.16±0.01	0.19±0.01	—	

* A cubic sample of soil with the dimension of 26cm×23cm (the spacing occupied by one hill and with the plant at its center) ×15cm (thickness) was taken from each plot. The soil was then thoroughly mixed and the composite sample was analyzed. The data are the mean of four replication plots, with the standard error of mean.

又假定萑菜圃土壤之假比重為 1，則每公頃 15 公分上層的土壤量為 150 萬公斤，但因萑菜圃實際施肥面積僅為總面積之 65%（即小區面積 9.6m² 中實際栽植面積為 6.3m²），其餘為畦溝所佔，故實際土壤量應以 100 萬公斤計算。據此和表 6 各土層因施肥而增加之全無機態氮濃度（即施肥區和無氮區全無機態氮濃度之差），可以計算各土層所積（或殘留）的肥料氮素量，如表 6。

表 6 萑菜圃第一年所施氮肥消長之估算

Table 6. An approximate balance* of the nitrogen applied to the soil cultivated with Chinese leek (Mar. 1973-Feb. 1974).

N levels & nitrogen applied	Fertilizer N absorbed by the plant		Fertilizer N remaining in the soil								Fertilizer N lost from the soil	
			0-15cm		15-30cm		30-45cm		total 0-45cm			
	kg/ha	%**	kg/ha	%**	kg/ha	%**	kg/ha	%**	kg/ha	%**	kg/ha	%**
N ₁ (515kg/ha)	136	26	22.5	4.4	5.5	1.1	3	0.6	31	6	348	68
N ₂ (1030kg/ha)	195	19	115.0	11.2	35	3.3	6	0.6	156	15	679	66
N ₃ (1545kg/ha)	222	14	262.0	16.9	85	5.5	9	0.6	356	23	967	63

* Mean of the Ammonium sulfate plots and the Urea plots.

** Percent of the nitrogen applied.

由表 6 可見經過 1 年的重肥處理後，土層 0~15 公分及 15~30 公分之全無機態氮含量確有顯著增加，但由表 7 可見各僅及所施氮肥總量之 17 及 5%，並不很大，且 30 公分以下的土層即甚少受施肥的影響。可見所施氮肥除了一部分（約 14%）被萑菜吸收，另一部分（約 22%）殘留於 0~30 公分土層外，其餘平均約有 3 分之 2 的肥料氮素自土壤中消失。表 6 亦示各區全氮含量之差異情形，約略和全無機態氮含量之差異情形符合，可見殘留於土壤中之肥料氮素形態以硝酸態為主要。

上述土壤中之全無機態氮含量既以硝酸態為主要，其滲濾流失之可能性很大。按理此滲濾而下之硝酸態氮很可能堆積於底土，但從 30 公分以下底層土壤中並無機態氮素堆積而論，可以判定其脫氮損失或被灌溉水淋失之可能性最大。彰化縣一帶之萑菜圃一般都以水田挖溝，將土堆積高畦而成。且為了灌溉，畦溝常有積水（畦面下約 20~60 公分），故滲濾而下之硝酸態氮很可能遇到湛水狀態的底層而脫氮消失，或被灌溉水淋洗流失，但二者之比率並未明瞭。因後者可能污染水源，故應加注意。

總之，從萑菜對氮肥肥效之高，可以推測其生長所適合的土壤無機態氮濃度（主要為硝酸態）必然很高。但要維持土壤中如此高濃度的氮素，其損失亦必然很大。關於此點，蘆筍、茄子等許多蔬菜作物亦與萑菜的情形相似。惟萑菜常年生長亦有養分吸收較旺和較弱的季節差異，如能按生長季節調節，當可提高萑菜對氮肥之吸收率，因而節省肥料甚多。

因 SCU 對氮素釋放速度較慢，遇雨水而流失的機會較少，故以較少次數分施，可得尿素或硫酸銨多次分施的效果。對於萑菜、蘆筍等耗肥多的長期蔬菜作物，應用 SCU 等緩效性肥料誠屬必要。

誌謝 本研究承農復會和中正科學技術研究基金會之補助，謹申謝忱。

參 考 文 獻

1. 汪時春等 (1967) 彰化縣蔬菜施肥實況調查報告 臺肥研究專報第27號 臺肥公司
2. 林慶喜 (1973) 萼菜花氮磷鉀三要素適量試驗 臺灣農業 Vol. 9 No. 1
3. 江景村、楊基城 (1969) 土壤中各種形態氮素之微量擴散分析法 中國農業化學會誌 Vol. 7 No. 102
4. Black, C. A. (ed.) (1963) Method of Soil Analysis, part 2, Number 9 in the Series Agronomy, American Society of Agronomy, P. 1219.
5. 同上 P. 1164.
6. 戶川義次等編 (1963) 作物試驗法 P. 282
7. 汪時春、毛宇宏 (1973) 裹硫尿素對於萼菜肥料試驗報告 研究專報46號 臺肥公司

A STUDY ON NUTRIENT UPTAKE AND FERTILIZER RESPONSE OF VEGETABLES

II. Response of Chinese Leek to Different

Source of Nitrogen Fertilizer

by

Shen Lian & Chi-Tong Wu

Summary

To study the nutrient uptake of Chinese leek, a vegetable commonly fertilized with extraordinarily large amounts of nitrogen (1,000-2,000 kg/ha), while examining the relative efficiencies of different sources of nitrogen including the slow-release type and the balance of nitrogen applied to the soil, a field experiment was conducted.

1. The nitrogen response of Chinese leek was so large that the leaf yield increased with the rate of nitrogen up to 1,500 kg/ha for the first year, however the optimum rate was about 800 kg/ha, if the applications were regulated according to the actual requirements of individual growth seasons. The optimum rates of nitrogen for various growth stages in the whole year were as follows:

Growth Stages	From transpl. to 1st cutting Mar. 5- June, 13	From 1st cutt. to 2nd cutt. June 14- Aug. 4	From 2nd cutt. to 3rd cutt. Aug. 5- Sept. 27	From 3rd cutt. to 2nd cutt. Sept. 18- Oct. 31	From 4th cutt. to 5th cutt. Nov. 1- Dec. 23	From 5th cutt. to 6th cutt. Dec. 24- Feb. 28
Optimum rate*	120	80	240	120	120	120
N kg/ha						

* For urea and ammonium sulfate each rate was applied in 4-5 splits, while for SCU it was applied in one or two doses only.

2. As for the relative efficiencies of different source of nitrogen, urea was superior to ammonium sulfate. On the other hand, the effect of sulfur coated urea (made by TVA, U. S. A. N 34.8% and N 38.4%, respectively for the former three fourth of appli-

cation and the remainder) applied in 7 splits corresponded to that of the urea applied in 25 splits, all the fertilizers were incorporated into surface soil on each split application, showing the labor saving effect of the former compared with the latter.

3. As a balance of the 1545 kg/ha nitrogen applied to the soil, it was estimated that only 14% of the nitrogen was absorbed by the crop, about 17 and 6% of the nitrogen remained respectively in the soil stratum of 0-15cm and 15-30cm as nitrate and the remaining two third of the nitrogen was lost either by denitrification or by leaching with rain or irrigation water.

The loss of nitrogen, however, would have been minimized, if the applications were regulated according to the actual requirements of individual growing seasons, as shown previously.