

氮肥對大麥產量與蛋白質含量之影響¹

黃祥慶 王錦堂 黃勝忠²

摘 要

本試驗採用中興2號二稜種大麥，於72/73年裡作在彰化縣福興鄉及臺中縣外埔鄉兩處進行試驗，以探討不同氮肥用量及施用法對大麥產量及蛋白質含量之影響。結果顯示氮素用量以每公頃施用140公斤及100公斤之籽實產量較氮素60公斤的產量為高。氮素施用法以二次施肥法(基肥與播種後25天各施50%)或三次施肥法(基肥與播種後25天各施40%，及播種後45天再施20%)等兩種施肥法對大麥籽實增產效果較佳，全量當基肥之一次施肥法效果較差。籽實蛋白質含量則以氮素用量較少者有較低之趨勢，但氮素施用法對蛋白質之影響則不明顯。

前 言

大麥屬長日性一年生禾穀作物，主要分佈於溫帶及部分寒帶地區，為本省五種大宗進口雜糧作物之一。一般大麥栽培之土質以土層深厚而排水良好土壤為宜，本省則以稍輕鬆砂質壤土較佳，在鹽分不太高之沿海地區均可栽培⁽⁴⁾，頗適合本省中南部冬季裡作種植。大麥為釀造啤酒的原料，近幾年來啤酒消費量有逐年增加之趨勢，但本省大麥品種因籽粒蛋白質含量高於11%而妨礙啤酒釀造，故每年都由國外進口四十餘萬公噸⁽¹⁾大麥供做飼料及釀酒，外匯支出頗大。大麥穀粒之蛋白質含量與飽滿度是供釀造可適性之評估指標，而啤酒用大麥優良品質標準為：1.麥粒穎皮薄，色澤明亮、無斑點、無發霉，麥粒須飽滿整齊無損傷。2.發芽率不低於95%，發芽勢不低於90%。3.蛋白質(乾基)含量不能高於11%，否則有礙發酵及澄清作用，易於混濁，影響品質。4.水分含量11.5%以下為宜。

影響大麥穀粒品質的因素很多，如品種、土壤、自然環境、播種量、播種期、施肥量及栽培管理等因素，而影響麥粒蛋白質含量的諸多因素中，以土壤中的氮含量與栽培時氮素施用量的影響最大⁽⁵⁾。本省栽培之大麥為春播型，利用冬季裡作栽培，生育初期由高漸趨低溫，到生育後期則又趨高溫多雨，如此不利的環境，往往影響大麥製酒品質。目前為使本省啤酒大麥能夠符合釀酒品質，如何在本省裡作栽培環境獲得合乎釀造啤酒的大麥，實為一重要課題。本試驗目的即在利用不同氮素用量及施用法，以探討釀酒中興2號二稜大麥之氮肥合理施肥量及施用方式，期達不影響產量及符合釀造品質要求之最佳施肥技術。

材料與方法

本試驗在彰化縣福興鄉及臺中縣外埔鄉兩處進行，於民國72/73年冬季裡作栽培，採用中興2號二稜大麥品種，逢機完全區集複因子設計，氮肥用量三級(A. 60, B. 100, C. 140 kg/ha)，施肥方法三種：(1)一次施肥法(全量當基肥)。(2)二次施肥法(基肥50%，播種後25天50%)。

¹ 臺中區農業改良場研究報告第 0098 號。

² 臺中區農業改良場助理研究員。

(3)三次施肥法(基肥40%，播種後25天40%，播種後45天再施20%)，組合成九處理，三重複，計二十七小區，每小區面積 $3 \times 5 = 15 \text{ m}^2$ ，五行區，行距60 cm，條播，播幅25 cm，播種量70 kg/ha。磷鉀肥用量各處理均固定每公頃施用磷酐54公斤，氧化鉀90公斤。氮肥採用硫酸銨，磷肥用過磷酸鈣，全量作基肥，鉀肥用氯化鉀，分基肥50%及播種後25天50%等二次施用。本試驗採用不整地栽培，種子播種後每試區加蓋稻草，以防止雜草發生，抽穗前灌溉按田間乾燥情形適時行之，以保持土壤適當水分，抽穗期以後則不再灌溉，其他一般管理均按照本場標準栽培法實施。其試驗處理如表一。

表一、肥料處理

Table 1. Fertilizer treatments

Treatments*	Nitrogen (kg/ha)	Fertilizer application methods (%)		
		Basal	25 days after sowing	45 days after sowing
A ₁	60	100	2	2
A ₂	60	50	50	2
A ₃	60	40	40	20
B ₁	100	100	2	2
B ₂	100	50	50	2
B ₃	100	40	40	20
C ₁	140	100	2	2
C ₂	140	50	50	2
C ₃	140	40	40	20

* A, B, C were represented 60, 100 and 140 kg N ha⁻¹, respectively, while 1, 2, 3 were various fertilizer application method.

本試驗福興試區於11月22日播種，4月12日成熟調查，4月19日收穫，外埔試區於11月23日播種，4月11日成熟調查，4月20日收穫，兩處生育日數均為149天。成熟調查每小區五行中三行之株高及穗數，收穫時調查穗重、穗長、每穗粒數、稔實率等產量構成因素。釀酒品質則委託臺灣省菸酒公賣局成功啤酒廠分析蛋白質(N $\times$ 6.25、無水)、一級麥(Assortment >2.5 mm)、二級麥(Assortment 2.5~2.2 mm)、發芽率、千粒重(無水)。土壤肥力分析則採用本省現行土壤測定方法⁽³⁾測定土壤質地、有機質、酸鹼度、有效性磷鉀含量。

結 果

本試驗土壤肥力經分析測定⁽³⁾結果(表二)，福興試區為粘板岩老沖積土，屬大排沙系(TP₂)，排水良好，質地為砂質壤土，呈微鹼性反應，有機質含量低，土壤有效性磷鉀含量均屬低量。外埔試區為砂頁岩非石灰性舊沖積土，翁子系(TW₂₅)，水排尚佳，質地為壤土，呈中酸性反應，有機質中量，土壤有效磷含量高而有效鉀含量低，兩處土壤氮素均低，但外埔試區高於福興試區。由兩試區大麥種植前及收穫時土壤肥力變化顯出土壤pH、氮素、有機質及有效性磷均有下降之趨勢。

表二、試驗田土壤肥力分析

Table 2. Analysis of soil fertility of trial field

Sampling time	Location	Soil layers* or treatment	Texture	pH	Nitrogen (%)	OM (%)	Available	
							P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)
Preplanting	Fuhsin	Topsoil	SL	7.3	0.106	1.7	34	56
		Subsoil	LS	7.4	0.075	1.2	26	40
	Waipu	Topsoil	L	5.6	0.163	2.6	198	69
		Subsoil		5.5	0.163	2.6	189	75
After harvesting	Fuhsin	A ₁	SL	7.1	0.063	1.0	33	95
		A ₂		7.1	0.075	1.2	31	88
		A ₃		7.2	0.075	1.2	28	79
		B ₁		7.2	0.075	1.2	26	75
		B ₂		7.2	0.075	1.2	31	97
		B ₃		7.2	0.069	1.1	30	98
		C ₁		7.2	0.075	1.2	27	79
		C ₂		7.2	0.075	1.2	28	79
		C ₃		7.2	0.075	1.2	29	83
	Waipu	A ₁	L	5.1	0.144	2.3	187	97
		A ₂		5.1	0.138	2.2	194	98
		A ₃		5.1	0.144	2.3	187	91
		B ₁		5.1	0.125	2.0	183	99
		B ₂		5.2	0.144	2.3	180	97
		B ₃		5.1	0.138	2.2	187	98
		C ₁		5.1	0.131	2.1	188	96
		C ₂		5.1	0.138	2.2	180	93
		C ₃		5.2	0.138	2.2	180	97

* symbols A, B, C, 1, 2, and 3, were described as Table 1.

大麥在福興及外埔兩試區之農藝性狀及產量調查結果分別為表三及表四，顯示氮素用量間株高均隨氮素用量之增加而增高，可見氮素對大麥營養生長的重要性。但是氮素不同施用法對株高的影響較不明顯。大麥穗長在氮素用量間顯出每公頃施用氮素140公斤穗長較長，100公斤者其次，60公斤者較短。至於產量構成要素，每平方公尺有效穗數、穗重、每穗粒數及稔實率亦隨氮素用量增加而增高，而氮素施用法間則不明顯，且外埔與福興試區有相同的趨勢，外埔試區株高較福興為高，而平均產量也高於福興50%左右，以產量構成要素觀之，外埔試區亦優於福興試區。由圖一顯出兩試區大麥籽實平均產量，在不同氮素用量間以每公頃

表三、福興試區大麥農藝性狀及產量

Table 3. Agronomic characteristics and yield of barley at Fuhsin

Treatments		Plant height (cm)	Tiller no. (no/m ²)	Length of spike (cm)	Wt. of spike (gm)	Grain no. (no/spike)	Filled grain percentage (%)	Grain yield** (kg/ha)	Mean**
Nitrogen (kg/ha)	Application methods* (times)								
60	1	93.2	106.0	7.23	1.87	28.6	87.8	2,415cde	2,530b
	2	97.5	118.0	7.26	1.92	30.5	88.2	2,595cde	
	3	95.8	126.3	7.38	1.89	31.0	89.6	2,580e	
100	1	98.1	117.0	7.49	1.89	31.5	87.4	2,685bcd	2,885a
	2	99.5	132.0	7.58	1.94	32.0	87.6	3,060a	
	3	100.3	126.0	7.52	2.04	33.2	88.9	2,910ab	
140	1	98.2	121.0	7.65	2.02	35.3	91.9	2,835abc	3,010a
	2	99.0	127.7	7.77	2.04	35.9	91.5	3,090a	
	3	101.9	129.3	7.76	2.05	36.1	91.4	3,105a	

* N-fertilizer application methods were described as follow:

1. all N-fertilizer were applied as basal.
2. 50% N-fertilizer was applied as basal and 50% as top-dressing at 25 days after sowing.
3. 40% N-fertilizer were applied as basal, 40% at 25 days and 20% at 45 days after sowing.

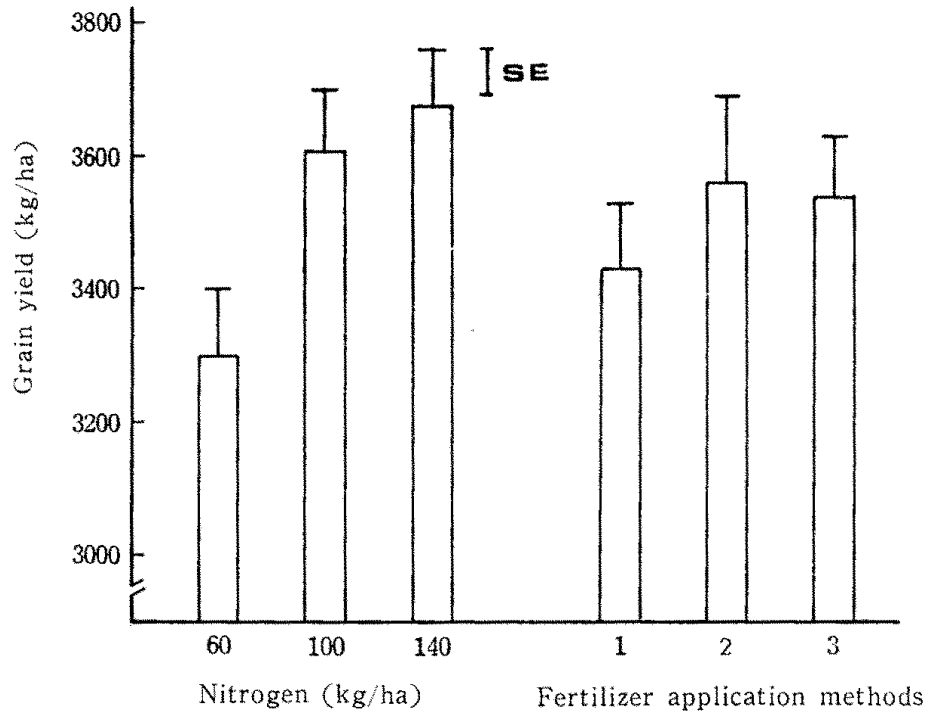
** Grain yields difference were tested by D. B. Duncan's Multiple test, in each column followed by a common letter were not significantly different at 1% level.

表四、外埔試區大麥農藝性狀及產量

Table 4. Agronomic characteristics and yield of barley at Waipu

Treatments		Plant height (cm)	Tiller no. (no/m ²)	Length of spike (cm)	Wt. of spike (gm)	Grain no. (no/spike)	Filled grain percentage (%)	Grain yield** (kg/ha)	Mean**
Nitrogen (kg/ha)	Application methods* (times)								
60	1	100.8	176.0	7.50	1.87	32.7	86.9	4,035c	4,060b
	2	101.2	190.7	7.47	1.89	34.1	85.6	4,125bc	
	3	100.7	186.7	7.69	1.88	33.9	85.9	4,020c	
100	1	101.2	202.7	7.53	1.94	34.7	86.4	4,290ab	4,305a
	2	102.9	219.3	7.65	1.92	34.2	87.1	4,350a	
	3	103.6	207.0	7.72	1.94	34.4	86.6	4,275ab	
140	1	106.2	212.0	7.78	2.02	34.2	84.5	4,305a	4,330a
	2	104.2	209.0	7.83	2.09	35.4	83.5	4,365a	
	3	103.2	213.7	7.73	2.05	35.9	83.6	4,320a	

*, ** As described in Table 3



圖一、不同氮肥用量及施肥法對大麥產量之影響。

Fig. 1. Effects of different nitrogen fertilizer and fertilizer application methods on the yield of barley grain.

表五、氮肥對大麥釀酒品質之影響

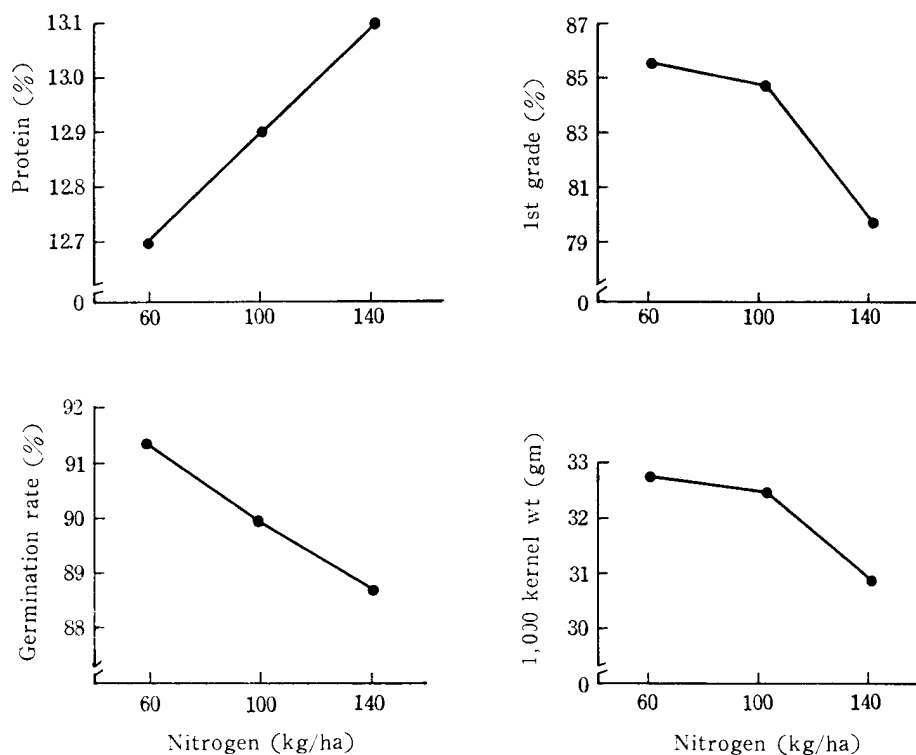
Table 5. Effects of nitrogen on the quality of barley

Treatments		Fuhsin					Waipu				
Nitrogen (kg/ha)	Application methods* (times)	Protein (%)	1 st grade (%)	2 nd grade (%)	Gemin-ation rate (%)	1,000 kernel wt (gm)	Protein (%)	1 st grade (%)	2 nd grade (%)	Gemin-ation rate (%)	1,000 kernel wt (gm)
60	1	13.1	88.8	11.1	91.8	32.3	12.8	88.3	8.5	91.3	33.7
	2	12.2	85.5	11.3	91.5	32.1	13.3	84.9	11.7	91.1	32.1
	3	11.6	90.0	7.0	91.3	36.7	13.1	82.7	12.3	91.5	30.0
100	1	13.0	86.1	9.8	90.1	34.2	13.5	81.8	13.2	90.8	30.4
	2	12.2	91.2	5.6	88.9	35.8	13.2	82.1	14.0	91.6	30.2
	3	12.2	81.1	13.7	87.5	31.8	13.2	87.9	9.1	91.1	32.9
140	1	13.1	79.3	15.4	89.1	31.4	13.5	77.9	15.8	88.7	30.8
	2	12.1	85.9	10.5	88.6	34.0	13.5	76.7	17.8	89.3	28.6
	3	12.5	84.2	12.2	86.8	33.1	13.8	73.5	18.7	89.9	27.8

* As described in Table 3.

施用140公斤之產量3,668公斤/公頃為最高，100公斤氮素時產量3,596公斤/公頃次之，60公斤氮素時產量3,298公斤/公頃為最低，顯示大麥籽實產量隨氮素增加而增高。又氮素施用法中以基肥及播種後25天各50%之二次施肥法平均產量3,598公斤/公頃為最高，其次為基肥40%，播種後25天40%，播種後45天再施20%之三次施用法產量為3,534公斤/公頃，而二次與三次施肥之產量差異不顯著，全量當基肥之一次施肥法產量3,429公斤/公頃為較差。

釀酒品質分析結果(表五)，粗蛋白質含量隨著氮素用量之增高，外埔及福興兩試區情形頗為一致，氮素用量140公斤/公頃處理之蛋白質含量較高，但各處理均超過12%以上，超過本省釀酒大麥品質標準，即蛋白質含量不能高於11%。一級麥百分率測定則隨肥料中氮素用量之增加而遞減，發芽率及千粒重則也隨氮素用量增加而降低(圖二)，本試驗大麥經釀酒品質分析結果，顯出大麥品質均不符合要求，其原因係大麥後期生育多雨關係所致，因此在本省種植宜於十月中旬以前播種，以避免後期生長因下雨而影響製酒品質。



圖二、不同氮素用量對大麥釀酒品質之影響。

Fig. 2. Effects of different nitrogen fertilizer on the quality of barley grain.

討 論

大麥子實產量以每公頃氮素100公斤或140公斤，並分二次施用較佳，與71年在二林及大雅試驗之結果相一致⁽²⁾。施用氮素140及100公斤/公頃者，對大麥初期生育有促進生長作用。大麥施用氮素量愈高，籽實粗蛋白質含量就愈高，氮素用量愈少，則蛋白質含量愈低^(6,7,8)。在肥力較低的土壤種植大麥，施用氮肥，確有增產的效果⁽⁶⁾，但如氮素施用過量，則會使大

麥籽實蛋白質含量提高⁽⁷⁾，影響釀酒品質。本試驗顯示，氮素用量以每公頃60公斤之麥粒蛋白質含量最低，一級麥、發芽率及千粒重則愈高，頗適合釀酒品質之需求，但產量很低，不合經濟要求，氮素140公斤則相反，籽實產量雖高，但因蛋白質含量太高，更不適合釀酒要求之低蛋白質含量品質，以氮素100公斤時較適合大麥籽實產量及釀酒品質之需求，兩地試驗結果都是一樣，顯示氮素用量太高或太低均不適宜，此結果與71、72年度試驗結果一致⁽²⁾。

氮肥用量及施肥法對大麥生育、產量及品質均有影響，但在磷鉀較為缺乏的土壤，施用磷鉀肥可促進麥粒數飽滿，降低穀粒蛋白質含量⁽⁸⁾，平衡氮素用量增加蛋白質之缺點，在這方面更應加以研究，以探討磷鉀肥施用對大麥釀酒品質之影響。雖然本試驗結果大麥以每公頃施用氮素100公斤，並分二次施用，對籽實產量及釀酒品質較為適宜，但在本省栽培大麥後期多雨不利環境下，育成低蛋白質而高產的品種，實為刻不容緩的事，若能育成質優高產的新品種，再配合土壤肥力，施用適當肥料量及施肥方法，則可使本省生產大麥達到釀酒品質之需要，減少外匯支出。

誌 謝

本試驗承農委會補助經費，文成並蒙國立中興大學土壤系王銀波教授及本場黃山內博士、謝慶芳技正斧正，謹此致謝。

參考文獻

1. 灣省政府農林廳 1961~1982 臺灣農業年報。
2. 灣省政府農林廳 1982~1984 土壤肥料試驗油印報告(氮素用量及施用時期對大麥蛋白質含量之影響)。
3. 張愛華 1981 本省現行土壤測定方法 省農試所特刊 13: 9~26。
4. 盧英權 1966 食物作物學 臺灣中華書局出版。
5. Dickson, A. D. 1968. Barley. U. S. Dep. Agr., Agr. Handbook 338: 112-127.
6. Dubetz, S. and S. A. Wells. 1968. Reaction of barley varieties to nitrogen fertilizer. J. Agric. Sci., Camb. 70: 253-256.
7. Resinaure, H. M. and A. D. dikson. 1961. Effects of nitrogen and sulphur fertilization on yield and malting quality of barley. Agro. J. 53: 192-195.
8. Zubriski, J. C., E. H. Vasey and E. B. Norum. 1970. Influence of nitrogen and potassium fertilizers and dates of seeding on yield and quality. Agro. J. 62: 216-219.

Effect of Nitrogen Fertilizer on the Yield and Protein Content of Barley Grain¹

Hsiang-Ching Huang, Chin-Tang Wang and Sheng-Chung Huang²

ABSTRACT

This experiment was carried out in the 1983/84 winter crop season at Waipu and Fushing. Two-rowed barley-Chunghsing No. 2 was adopted as a test variety for studying the effects of nitrogen fertilizer on the yield and protein content of barley grain. The results suggested that the grain yields of barley from the nitrogen rates of 140 and 100 kg/ha were higher than from 60 kg/ha. Nitrogen fertilizer splitted into two times (50% as basal and at 25 days after seeding, respectively) or three times (40% respectively as basal and at the 25 days after seeding, and 20% at the 45 days after seeding) obtained higher grain yield than the whole rate applied once as the basal fertilizer. The protein contents of barley grain tended to be lower at the treatment of lower nitrogen rates. However the effect of nitrogen application methods on the protein content in the barley grain is not significantly different between the treatments.

¹ Contribution No. 0098 from Taichung DAIS.

² Assistant Soil specialist of Taichung DAIS, respectively.