玉米無機營養綜合診斷研究[1]

李子純　吳懷國[2]

摘　要

本研究係由桃園，台南，高雄，台東，花蓮區農業改良與本所共同負責進行。目的在建立本省玉米無機營養因子綜合診斷標準（DRIS NORMS）。自民國75年秋作起至77年春作止連續四期調查區域遍及十三個縣僅台北，宜蘭，及離島之澎湖三縣除外。全部調查的點數共有184點，其中春作75點，秋作109點，每期作膝高期（30—45日）採取植株樣本及抽穗期採取穗葉樣本，分析植體中 N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn 九項含量，以建立適合本省的 DRIS 標準，所得結果如下：

一、玉米植物體樣本中，各營養要素間之相互比值與產量的複相關達極顯著水準（r＝0.55 n＝367）。顯示玉米植體中營養比值之不同確能反映產量之高低。因此 DRIS 系統所依據要素平衡比值作為玉米診斷的方法確能符合統計上之事實。

二、本省玉米的植物體中 N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn 九項營養要素之之平均含量與美國玉米植體中之臨界值比較，本省玉米之含量除 Fe 高於其標準及 Mn, Cu, Zn 三者含量在其範圍內外，餘 N等五項的含量都遠低於美國玉米臨界含量之下限。而與 SUMNER 的臨界平均數（CRITICAL VALUE）比較兩者之 Ca，K 含量顯然不同。以此兩個國外標準所建的DRIS 系統皆無法適當的診斷本省之玉米。

三、建立本省玉米 DRIS NORMS 時所定高產定義範圍四種，分別＞8000，＞7000，＞6000，＞5000 kg/ha。此四種 DRIS NORMS 皆可正確診斷本省玉米。不同的是產量範圍定的高，雖可增加 DRIS INDEX 的敏銳性，即指數正，負值皆較大，但範圍定得太高符合條件的樣本大為減少。而以＞5000 kg/ha 當作高產範圍的 DRIS NORMS，並不影響對本省玉米營養的診斷，又能因包容較多的樣本而兼具統計上的代表性。因此本研究依此建立診斷標準。

前　言

診斷推薦整合系統（DIAGNOSIS AND RECOMMENDATION INTEGRATED SYSTEM 簡稱 DRIS）為一種新興的方法。國外相關的研究報告已相當多，且所論及的作物已遍及甘蔗，柑橘，小麥，大豆，玉米等之作物。

玉米為本省近年來政策性推廣的作物。亦為近期試驗要點之一。DRIS 的優點是簡單，實用。在建立標準（DRIS NORMS）樣本務求廣泛冀能涵蓋不同之氣候，土壤，品種，採樣時期等的變異因素。而使用時祇需採取受測玉米的植體樣本，加以分析營養成分含量利用 DRIS INDEX 即可作診斷推薦。如此方便的方法實有引進研究的必要。

1. 本計畫承農委會資助，謹此致謝。
2. 分別為農試所故研究員，助理。

建立玉米的 DRIS NORMS 需要大量而普及各地的植體樣本資料。本省對玉米的推廣栽植時間尚屬稚嫩，並無現成適用之大量資料可資利用。本試驗目的即在取得此項資料並建立適合本省玉米之 DRIS 診斷推薦系統。本計劃之規劃與執行係由本所李故研究員子純主持，而其不幸於77.5.6日本試驗將成之日與世長辭，謹以此文慰其未竟憾。

中英文關鍵字

診斷推薦整合系統 (DRIS) 玉米 (CORN)

試驗材料與方法

本研究由桃園，台南，高雄，台東，花蓮區農業改良場與本所共同進行。自民國75年秋作起至77年春作止共四期作。地域涵蓋十三縣，僅台北，宜蘭，澎湖三縣不包含在內。調查的點數，總計184點其中秋作109個，春作75個。

一、進行的方式分別在各調查點，定期採取玉米植體樣本，再於收穫時調查產量。調查點的面積在1–5分地間。點的分佈間隔須大於一公頃，即一公頃內不得出現一個以上的點。

二、植體樣本的採取，每期作各調查區分別採取二次，其一在玉米發芽後30－45日間採取植株五棵。另一在玉米吐株始期採小穗下的穗葉每區15片。以70－75℃烘乾，再作植體營養分析。分析項目包括 N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn 九項。

三、玉米產量調查：在各調查區，預先定好之採樣範圍，以相連或相鄰的兩行（邊行不取）共100株的穗重。再參照行株距計算其產量。

四、整理上述資料建立本省 DRIS NORMS 。

結果與討論

DRIS 係依各營養要素平衡關係，去求各要素的指數 (DRIS INDEX) ，指數之正負值評鑑該營養要素含量的多或缺，各營養要素的指數總合為1(9)。此方法與過去利用臨界濃度 (CRITICAL CONCENTRATION) 或適量範圍 (SUFFICIENCY RANGE) 診斷，同樣依一定之範圍作各營養素的標準含量，去評鑑作物。而後者診斷時須受採樣時間，部位，品種及地域等限制，評鑑的方式也係單一因子的討論， DRIS 診斷兼顧各營養間的平衡，且完全不受上述因素限制(5)，(9)為一簡單，客觀而實用的方法。已廣泛使用於甘蔗，柑橘，小麥，大豆，玉米等作物(2)，(4)，(6)，(8)，(9)，(10)。

DRIS NORMS 之建立根據與方法(9)，是將該作物的產區盡可能包括在內，且需大量之資料，如此才能包容土壤，氣候，品種，以及各種採樣時期等因子，正因如此在診斷標準中已含上述影響產量之變異，故能在診斷時不受其限制。再就產量區分為高產與低產二部分，以 (DRIS NORMS) 高產部分各營養要素相互間的比值求平均數，標準差，CV 值，作為 DRIS 的標準。診斷時再依 DRIS INDEX 的求法(9)求出各營養素的指數值，正值表多，負值表不足。 SUMNER 曾嘗試一種修正之建法(7)用各營養要素的臨界值平均數來求相互比值以取代原來由樣本直接求出的 DRIS NORMS 。本研究討論到引用國外標準時，即用此法建立。

由於本省大規模栽植玉米乃近幾年的事，故若依國外自田間試驗累積所得的資料來建立

DRIS NORMS 實有不速。因此本計劃用了近三年時間，於全省十三縣設置調查區以取得所要資料，資料涵蓋面幾達本省所有主要栽植玉米區(1)，包括春作與秋作見（表１）採樣時期分，膝高期（30－45日）與穗葉二種，合計共得資料367個分佈情形如（表２）。

一、玉米高低產量範圍的界定：

依上述367個資料之產量平均數為4928 kg/ha此與以往本省調查資料約等(1)，即本次採樣相當具代表性。此值接近5000kg/ha故設定如後四個範圍以供比較，分別為＞

表1 樣 本 分 佈 表

縣	春作	秋作	年份	縣	春作	秋作	年份
台中		3	75秋	苗栗	10		77春
台東	20		76春	桃園		1	75秋
台東	20		77春	高雄		3	75秋
台南		13	75秋	雲林		5	75秋
台南		11	76秋	雲林		7	76秋
花蓮	10		76春	新竹		3	75秋
花蓮	10		77春	新竹	5		77春
南投		1	75秋	嘉義		12	75秋
屏東		7	75秋	嘉義		12	76秋
屏東		10	76秋	彰化		10	75秋
苗栗		11	75秋	總計	75	109	

表2 分析資料分配表（含膝高期與穗葉）

縣	期作	資料個數	百分率	縣	期作	資料個數	百分率
台中	秋	6	1.63%	桃園	秋	2	0.54%
台東	春	79	21.53%	高雄	秋	6	1.63%
台南	秋	48	13.08%	雲林	秋	24	6.54%
花蓮	春	40	10.90%	新竹	春	10	2.72%
南投	秋	2	0.54%	新竹	秋	6	1.63%
屏東	秋	34	9.26%	嘉義	秋	48	13.08%
苗栗	春	20	5.45%	彰化	秋	20	5.45%
苗栗	秋	22	5.99%	總計		367	

5000，＞6000，＞7000，＞8000 kg/ha，求其各個之營養要素平均數，連同美國玉米臨界值(11)，SUMNER 所用之 CRITICAL VALUE （表3）。比較的結果如下：

㈠SUMNER利用 CRITICAL MEAN 作 DRIS 標準值(7)所列的營養素有 N, P, K, Ca, Mg五項，其中Ca值高於本省資料甚多(表3)(圖1)。利用其資料求 DRIS INDEX 並不能引用本省玉米(資料略)。

㈡美國玉米臨界值與本省四種設定之平均值比較，本省 N, P, K, Ca, Mg 五項皆未達美國玉米標準的下限，而 Fe 含量卻達高於其上限，僅 Mn, Cu, Zn 三者落於其範圍內。因此美國標準顯然不同於本省，因此營養素相互間之比值亦大異其趣，依利用美國玉米各營養臨界平均數相互比值所建之 DRIS 標準(同上法)(7) 也證實無法診斷本省之玉米(資料略)。

㈢就本省四種範圍互相間的比較，產量界定值增高 Zn, Cu, Mg 三者之量有遞增之趨勢，其餘6項則下降走向，但相差並不大(表3)(圖1)。

二、營養平衡與產量之關係：

DRIS系統的理論根據係當植物體內各營養間達到一均衡比時，即是產量最佳時之營養供給。經就所得之367個植體資料各營養素相互間之比值N/P.....Cu/Zn組合數計36個，與產量求複相關所得之相關係數達0.55極顯著水準(N＝367)，(圖2)此證明植物體中各營養成分之比值確能反映產量的高低，亦即說明採平衡評鑑之DRIS確有其價值。

三、建立本省玉米無機營養綜合診斷推薦系統的標準（DRIS NORMS）：

玉米以高產群之植體成分營養較好，在此前提下，以高產群之平均營養比作為均衡點(DRIS NORMS)，作成的推薦系統較易得高產的結果。就上述四個高產範圍分別作 DRIS NORMS 並比較各個的 DRIS INDEX 值(表４)。表中所舉五例，產量有高有低並

表3 營養要素平均值比較表

	＞8000	＞7000	＞6000	＞5000	CRITICAL	USA RANGE
N	2.85	2.85	2.89	2.97	3.1	3.5－5
P	0.3	0.31	0.31	0.31	0.3	0.4－0.8
K	2.2	2.43	2.49	2.5	2.1	3－5
Ca	0.46	0.46	0.47	0.49	0.7	0.9－1.6
Mg	0.3	0.29	0.29	0.29	0.3	0.3－0.8
Fe	292	304	302	333		50－300
Mn	42	51	53	55		50－160
Cu	12	11	11	11		7－20
Zn	43	39	39	38		20－50
樣本數	20	68	108	159		

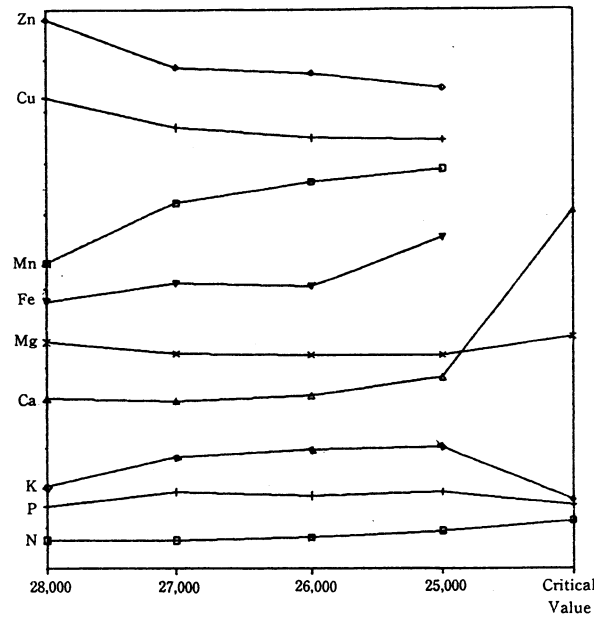


圖 1　營業要素平均值趨勢比較圖

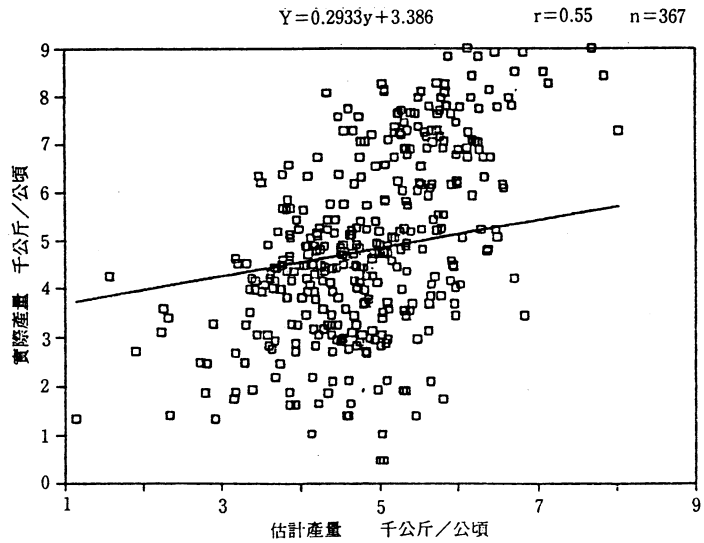


圖 2　營養要素比值求得之估計產量與實際產量相關圖

包括春、秋二作，地區則屬新竹，台南，彰化，台東四縣。由表中可見診斷的四種結果，各營養素含量的缺或多趨勢相當一致，如第一組樣本之 P, Ca, Mg, Fe, Cu 同為不足，N, K, Mn, Zn則都太多。以下三例俱可看到類似如上趨勢之結果。就不同點而言，產量較高的二個範圍＞8000及＞7000，評鑑的較為敏銳即INDEX正或負值都較餘二者為大，如第一組樣本N前二範圍分別為11，10而＜6000及＜5000者分別為9，8。

DRIS系統是一種實用系統，在建立診斷標準時，取樣務求廣泛。如此舉凡土壤，氣候等足以影響作物產量之因素，才能納入 DRIS 中，評鑑亦較正確。因此上述四種範圍其各個樣本數亦是判定診斷標準優劣之考慮因素之一。在此點上＞5000者樣本點159個(見表3)為最多最具代表性，因此權衡之下四種中＞5000之界定高產範圍所建之DRIS NORMS，兼及診斷推薦的正確與代表性顯然較優。

以＞5000 kg/ha 為高產範圍(DRIS NORMS)(如表5)，與其餘另一群＜5000 kg/ha 之比較，變異數F值測試的結果，明顯不同而 N, P, K, Ca, Fe, Mn 六項平均數，高產區反低於低產區。說明玉米植體中營養要素含量高，並不能提高產量，而營養要素間之均衡才是獲致高玉米產量的條件。

結論與建議

一、DRIS 診斷推薦系統，在診斷及推薦時，是以各要素之平衡比為標準，是整體性的較過去之推薦法僅注重單一營養素臨界含量值作為診斷的方法，顯然更為慎密，且因兼及各營養比之 C・V・值，正確性自然較高而合理。

二、此建立本省無機營養診斷標準時，遍及全省13個縣，其土壤，氣候等不同影響玉米產量之因素，以及膝高期（30－45日）穗葉二種營養分析資料等皆涵蓋在內。使得所建立之DRIS更具實用價值，亦即診斷推薦時不受採樣時期，部位等影響，使用起來十分方便。

三、建立 DRIS 系統高產界定以5000 kg/ha 較為洽當，而國外之 DRIS 標準並不適用於本省玉米的診斷推薦。

四、玉米植株中營養比與產量存有極顯著之複相關。

五、由於土壤之變化極大，氣象亦為影響作物之主要因子，區域性之肥料試驗為過去本省兼顧此兩個變因下尋求合理施肥推薦的方法。但各農田之個別差異仍無法掌握， DRIS 可在此方面加以補足，首先田間試驗即可利用它平衡比觀念設定肥料試驗客觀的肥料處理的等級，求得該區域的推薦量。在實際用於各個別之農田時 DRIS 可追蹤調整因個別農田所產生之差異，而令施肥推薦更為合理。

參考文獻

1.陳春泉，1988，玉米適栽地區調查結果的研究與前瞻，台灣省政府農林廳

2.A.M.O. ELWALI AND G.J. GASCHO. 1983 SUGARCANE RESPCNSE TO P,K, AND DRIS CORRECTIVE TREATMENTS ON FLORIDA HISTOSOLS. AGRONOMY JOURNAL 75：79－83.

3.A.M.O. ELWALI AND G.J. GASCHO. 1984 SOIL TESTING, FOLIAR ANALYSIS, AND

表 4　四種 DRIS 標準診斷指數比較表

縣	產量	期作		N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Fe ppm	Mn ppm	Cu ppm	Zn ppm	N	P	K	Ca DRIS	Mg	Fe index	Mn	Cu	Zn
新竹	2492	FALL	>8000	3.12	0.24	3.7	0.27	0.18	138	78	7	45	11	−15	28	−26	−13	−19	37	−17	
			>7000										10	−13	22	−18	−11	−17	24	−11	15
			>6000										9	−11	20	−18	−10	−17	22	−9	16
			>5000										8	−11	20	−20	−10	−16	21	−8	17
台南	8284	FALL	>8000	2.8	0.29	2.68	0.38	0.29	167	68	12	41	−4	−5	6	−10	0.02	−13	20	3	3
			>7000										−3	−6	3	−7	2	−12	13	6	5
			>6000										−3	−5	2	−7	2	−13	12	7	5
			>5000										−4	−5	3	−9	2	12	11	7	7
彰化	6900	FALL	>8000	3	0.29	1.7	0.59	0.28	150	33	11	36	4	0.8	−7	14	2	−14	−3	2	1
			>7000										4	−0.6	−10	14	3	−13	−7	5	4
			>6000										3	−0.6	−10	13	4	−13	−6	6	4
			>5000										2	−0.9	−9	11	4	−12	−7	7	6
新竹	3470	SPRING	>8000	4.3	0.32	2.61	0.43	0.31	552	50	14	87	6	−16	−5	−20	−7	17	−0.9	−3	29
			>7000										5	−15	−8	−16	−6	16	−7	0.5	31
			>6000										4	−15	−8	−16	−5	15	−6	2	30
			>5000										4	−14	−8	−17	−5	13	−7	3	31
台東	7577	SPRING	>8000	3.1	0.4	1.85	0.59	0.27	225	40	11	23	2	16	−6	12	−0.5	−3	2	1	−22
			>7000										2	12	−8	11	0.6	−3	−2	4	−17
			>6000										2	12	−8	11	0.9	−3	−2	5	−17
			>5000										0.06	10	−8	8	1	−2	−3	6	−12

表 5　本省玉米高，低產二族群值體成分統計表

（>5000係本省 DRIS 標準）

	vield >5000 n=159			vield <5000 n=208			
	mean	std	cv	mean	std	cv	s2/s1
N	2.973283	0.505697	17	3.073423	0.603813	19	1.19 **
P	0.314510	0.055083	17	0.329729	0.062911	19	1.14 **
K	2.508031	0.942977	37	2.694564	1.158851	43	1.22 **
CA	0.489566	0.123210	25	0.494855	0.140697	28	1.14 **
MG	0.287031	0.107898	37	0.270781	0.106533	39	0.98
FE	332.8616	240.8435	72	341.7211	302.8383	88	1.25 **
MN	55.11949	26.95497	48	62.70673	41.33942	65	1.53 **
CU	10.55974	2.585861	24	9.975961	3.575342	35	1.38 **
ZN	37.79874	14.86449	39	33.56730	14.03653	41	0.96
YIELD	6681.226	1100.188	16	3588.394	1040.997	29	
N/P	9.629679	1.797017	18	9.556108	2.438068	25	1.35 **
N/K	1.335435	0.479588	35	1.326189	0.525110	39	1.09
N/CA	6.414029	1.791491	27	6.757951	2.721691	40	1.51 **
N/MG	11.93335	5.052664	42	13.41484	6.624268	49	1.31 **
N/FE	0.012101	0.005927	48	0.013075	0.006518	49	1.10 *
N/MN	0.064220	0.028264	44	0.059596	0.024715	41	0.87
N/CU	0.295594	0.077697	26	0.335373	0.099393	29	1.27 **
N/ZN	0.085520	0.026179	30	0.101967	0.034117	33	1.30 **
P/K	0.139409	0.045378	32	0.141721	0.056566	39	1.25 **
P/CA	0.685000	0.211696	30	0.719990	0.263987	36	1.24 **
P/MG	1.249958	0.513452	41	1.410087	0.613646	43	1.19 **
P/FE	0.001296	0.000649	50	0.001413	0.000721	51	1.16 **
P/MN	0.006795	0.002918	42	0.006490	0.002974	45	1
P/CU	0.031896	0.011548	36	0.036376	0.011945	32	0.99
P/ZN	0.009139	0.003049	33	0.011116	0.004212	37	1.33 **
K/CA	5.566317	2.666980	47	6.109880	3.654630	59	1.36 **
K/MG	9.681640	4.373845	45	11.42981	6.538490	57	1.49 **
K/FE	0.010061	0.005548	55	0.011003	0.007145	64	1.29 **
K/MN	0.054732	0.034137	62	0.052859	0.033191	62	0.97
K/CU	0.255420	0.125891	49	0.305441	0.170261	55	1.34 **
K/ZN	0.071192	0.029366	41	0.085953	0.035806	41	1.22 **
CA/MG	1.915436	0.741961	38	2.034759	0.757237	37	1.02 **
CA/FE	0.001972	0.001019	51	0.002139	0.001208	56	1
CA/MN	0.010639	0.005189	48	0.009900	0.005025	50	0.96
CA/CU	0.049275	0.017132	34	0.055148	0.021507	38	1.26 **
CA/ZN	0.014399	0.006291	43	0.017033	0.008154	47	1.29 **
MG/FE	0.001132	0.000632	55	0.001125	0.000752	66	1.16 **
MG/MN	0.006365	0.003905	61	0.005439	0.003083	56	0.76
MG/CU	0.029754	0.015604	52	0.030957	0.016888	54	1.07
MG/ZN	0.008289	0.003799	45	0.009200	0.004808	52	1.26 **
FE/MN	7.010473	5.623368	80	6.633911	6.301774	94	1.12 *
FE/CU	34.64635	30.59316	88	38.88271	41.39793	106	1.35 **
FE/ZN	9.290536	6.448144	69	11.10813	9.848712	88	1.52 **
MN/CU	5.636432	3.340627	59	6.716035	3.900017	58	1.16 **
MN/ZN	1.529254	0.704038	46	1.987299	1.187010	59	1.69 **
CU/ZN	0.303769	0.107406	35	0.330194	0.154192	46	1.4 **

顯著性：*0.05
**0.01

DRIS AS GUIDES FOR SUGARCANE FERTILIZATION. AGRON. J. 76 : 466－470.
4. C.R. ESCANO, C.A. JONES, AND G. UEHARA. 1981 NUTRIENT DIAGNOSIS IN CORN GROWN ON HYDRIC DYSTRANDEPT: II. COMPARISON OF TO SYSTEMS OF TISSUE DIAGNOSIS, SOIL SCI. SOC. AM. J. 45:1140－1144.
5. M.E. SUMNER 1977. APPLICATION OF BEAUFILS' DIAGNOSTIC INEICES TO MAIZE DATA PUBLISHED IN THE LITERATURE IRRESPECTIVE OF AGE AND CONDITIONS. PLANT AND SOIL 46:359－369.
6. M.E. SUMNER. 1981. DIAGNOSING THE SULFUR REQUIREMENTS OF CORN AND WHEAT USING FLOLIAR ANALYSIS. SOIL SCI. SOC. AM. J. 45:87－90.
7. M.E. SUMNER. 1979 INTERPRETATION OF FOLIAR ANALYSES FOR DIAGNOSTIC PURPOSESE. AGRON. J. 71:343－348.
8. M.E. SUMNER 1977. PRELIMINARY N,P, AND K FOLIAR DIAGNOSTIC NORMS FOR SOYBEANS . AGRON. J. 69:226－230.
9. M.E. SUMNER 1977 PRELIMINARY NPK FOLIAR DIAGNOSTIC MORMS FOR WHEAT COMMUN, IN SOIL SCIENCE AND PLANT ANALYSIS. 8(2):149－167.
10. R.B. BEVERLY. J. C. STARK, J. C. OJALA, AND T.W. EMBLETON. 1984. NUTRIENT DIAGNOSIS OF 'VALENCIA' ORANGES BY DRIS.
11. SCHULTE, E.E.,K.A. KELLING. 1984. PLANT ANALYSIS: USES AND LIMITA－TIONS, IN PROCEEDINGS OF THE 1984 FERTILIZER, AGLIME & PEST MANAGE －MENT CONFERENCE. VOL. 23, UNIVERSITY OF WISCONSIN MADISON, WIS., U .S.A.