

田菁敷蓋對不整地栽培青割玉米雜草管理及產量的影響

邱怡詮 蔡文福

國立台灣大學農藝學系

摘 要

本試驗於 1997~1998 年在國立台灣大學農業試驗場進行，第一期稻作收穫後於其田間撒播覆蓋作物田菁 (*Sesbania roxburghii* Merr.)，俟田菁成長後噴施除草劑嘉磷塞 (glyphosate) 將其殺死，以其枯死植株敷蓋田面，再以不整地方式栽培青割玉米台南 19 號，並噴施或不噴施萌前除草劑拉草 (alachlor) 及草脫淨 (atrazine)，探討田菁覆蓋及敷蓋對不整地栽培之青割玉米 (*Zea mays* L.) 生育、雜草覆蓋率、青割產量以及飼料 (含氮量 $\times 6.25$) 品質之影響。青割玉米播種後 65 天，田中的雜草以長梗滿天星 (*Alternanthera philoxeroides*) 較多，其次為昭和草 (*Erechites valerianaefolia*)、龍葵 (*Solanum nigrum*) 及刺莧 (*Amaranthus spinosus*)，都屬於闊葉雜草，僅有少數的禾本科雜草如稗 (*Echinochloa crusgalli*) 及牛筋草 (*Eleusine indica*)。不整地的試區田面雜草覆蓋率都比整地的試區低，田菁敷蓋及不整地但未施用萌前除草劑的處理，其雜草覆蓋率亦只有 11.7%，顯示田菁敷蓋及採用不整地栽培兩者均可降低雜草的發生。青割玉米的株高、穗位高、穗位葉片葉綠素含量及總可消化養分 (total digestible nutrient)，不論整地方式、有無田菁敷蓋以及萌前除草劑的施用與否，各處理間皆沒有顯著差異。鮮重產量以田菁敷蓋及不整地但未施用萌前除草劑的處理最高，每公頃達到 43.2 公噸，其他各處理也在 37.9~39.8 公噸之間。另外，有田菁敷蓋的處理，青割玉米植株的含氮總量有較高的趨勢。本試驗結果顯示台灣北部一期稻作收穫後之水田，立即種植覆蓋作物田菁並以其枯死植株敷蓋田面，再以不整地方式栽培青割玉米，可以降低雜草的發生及減少除草劑的施用，對青割玉米的產量、飼料營養品質不會造成影響，值得應用推廣。

關鍵詞：不整地栽培、田菁、青割玉米、雜草覆蓋率、覆蓋作物敷蓋。

Effects of Sesbania Mulch and No-Tillage Practices on Weed Management and Yield of Forage Corn

Yi-Chuan Chiu Wen-Fu Tsai

*Department of Agronomy, National Taiwan University
Taipei, Taiwan, ROC*

Abstract

This experiment was conducted to investigate the effect of sesbania (*Sesbania roxburghii* Merr.) mulch and no-tillage practices on the agronomic characters, weed coverage, yield and forage quality of forage corn (*Zea mays* L, cv. Tainan 19) at the Agriculture Experimental Farm, National Taiwan University. The cover crop sesbania was seeded immediately after the first crop of rice harvested. After two months of growth, it was killed by the herbicide glyphosate and used for mulch. The forage corn was then planted without tillage. Two preemergence herbicides, alachlor and atrazine, applied as tank-mix, were also included in the experiment.

During the growth period of forage corn, broadleaf weed species were found dominant in the field, such as alligator alternanthera (*Alternanthera philoxeroides*), nodding burnweed (*Erechites valerianaefolia*), black nightshade (*Solanum nigrum*) and thorn amaranth (*Amarathus spinosus*). The grass weeds such as barnyardgrass (*Echinochloa crusgalli*), goosegrass (*Eleusine indica*) were also found but less in number. Weed coverage was lowest (4~5%) in no-tillage treatment in combination with the application of preemergence herbicides. No-tillage and sesbania mulch treatment without the application of preemergence herbicides also obtained a relatively low weed coverage (11.7%). These results indicated that cover crop mulch and no-tillage treatments could reduce weed growth in the corn field.

The plant and ear heights, chlorophyll content, and total digestible nutrient of forage corn were not different significantly among treatments. Sesbania mulch in combination with no-tillage practice obtained the highest fresh yield of 43.2 Mg/ha. It was also found that forage corn plants contained relatively higher nitrogen in all the sesbania mulch treatments.

Key words: Forage corn, mulch, no-tillage, sesbania, weed coverage.

前 言

青割玉米(forage corn, *Zea mays* L.)是指收穫植株地上部供芻料用之玉米，在乳熟期至黃熟期收穫，具有很好的營養價值，牛隻嗜口性佳，為青飼及青貯的最佳材料。台灣的氣候環境雖然適合熱帶牧草的生長，仍然很難達到全年的均勻供應，特別是在冬季及初春常有缺乏青飼草的現象發生，青割玉米適合在台灣秋冬季栽培，可以提供此項需求⁽²⁾。

近年來作物播種或種植前先進行整地鬆土作業之傳統耕作法(conventional tillage)，可有效控制田面已發生之雜草植株。由於除草劑的迅速開發。田間雜草問題獲得適當的控制及解決，農民將有機會脫離傳統耕作法的限制，改採不整地栽培法，如保育耕作法(conservation tillage)。即利用前作收穫後之作物殘體(crop residue)敷蓋(mulch)田面，並配合不整地(完全不翻動土壤)或低整地(通常僅在播床處稍加整地)的一種耕作技術⁽¹²⁾，具有把握農時、節省整地所需費用及人工、降低雜草管理費用、減少水分散失及防止土壤沖刷之優點。美國經過長期的試驗，結果顯示玉米不整地栽培之產量不僅維持傳統耕作法之產量水準，且具有降低土壤沖蝕的效益^(8, 10)。台灣過去秋冬裡作栽培之大豆、紅豆、小麥、毛豆及玉米，採用不整地或低整地栽培的方式非常普遍，不僅省工、方便，且產量亦高，成效優異^(1, 3, 4)。

不整地栽培所面臨的問題為前作收穫後至作物栽培前之休閒期，田面雜草叢生，一般會在休閒田種植覆蓋作物(cover crop)，而於作物栽培前噴施非選擇性除草劑，如嘉磷塞(glyphosate)，殺死覆蓋作物及田面雜草，讓枯死之植株敷蓋田面，再以不整地方式栽培作物^(18, 20)。採用豆科覆蓋作物尚可增進土壤肥力，節省後作氮肥施用量及提高產量^(9, 11, 23)。此外，栽培覆蓋作物並可抑制雜草生長，減少除草劑施用量及降低雜草管理成本^(13, 15, 21, 22, 24)。

台灣近年稻田的利用常因栽培利潤偏低而休耕，特別是北部地區二期稻作。政府為保護這些休耕稻田，規定農民必須種植綠肥作物才能申請休耕補貼，然而就這些綠肥作物的功能而言，實屬於覆蓋作物的範疇。因此本試驗的目的，就是要探討以豆科覆蓋作物田菁(*Sesbania roxburghii* Merr.)覆蓋休閒田面，並配合使用除草劑之不整地栽培方式，對青割玉米產量、品質、雜草發生狀況及氮素含量之影響。

材料與方法

一、田菁及青割玉米種子

青割玉米品種為台南 19 號，由台南區農業改良場朴子分場於 1993 年育成，屬於單交雜種；田菁種子購自行政院農業委員會種苗改良繁殖場。

二、處理方法及田間設計

本試驗在國立台灣大學農學院附設農業試驗場進行，於 1997 年一期稻作

收穫後，依田菁栽培與否、整地方式、及萌前除草劑施用與否，分為四個處理：

處理代號	水田狀況	青割玉米整地方式及前處理	萌前除草劑
A	休閒	傳統整地	拉草 + 草脫淨
B	休閒	不整地，播種前噴施嘉磷塞	拉草 + 草脫淨
C	種植田菁	不整地，播種前噴施嘉磷塞	拉草 + 草脫淨
D	種植田菁	不整地，播種前噴施嘉磷塞	不施用

田間排列採用逢機完全區集設計，重複四次，小區面積 6 m x 4.5 m，每小區 8 行，每行 20 株，行株距 70 cm x 20 cm。

三、田菁及青割玉米栽培法

1997 年一期稻作收穫後，於 8 月 14 日撒播田菁種子於田間，播種量比推薦量(25 kg/ha)增加二分之一，生育期間未進行任何管理，亦未施用肥料。於 10 月 9 日青割玉米播種前噴施嘉磷塞(1.6 kg ai/ha)殺死田菁及田面雜草，田菁枯死後，任其敷蓋田面，於 10 月 16 日以不整地方式利用移植鋤挖穴種植青割玉米(秋冬作)，每穴兩粒，次日噴施萌前除草劑拉草 + 草脫淨(1.4 + 1.6 kg ai/ha)，發芽後每穴間苗為一株。

四、肥料施用

青割玉米每公頃施用氮 - 磷鉀 - 氧化鉀 90-50-50 公斤，磷、鉀肥和三分之一氮肥作為基肥，其餘氮肥於齊膝期及雄花抽穗期各施用半量。氮肥、磷肥和鉀肥分別採用硫酸銨、過磷酸鈣及氯化鉀。

五、農藝特性調查

田菁於噴施嘉磷塞前，測量株高，並計算 1 m² 面積內的株數及鮮重產量。青割玉米於播種後 65 天調查雜草種類及以目測法估計雜草覆蓋率，並以 0~100% 表示之；0% 表示田面無雜草覆蓋，100% 表示田面完全被雜草覆蓋。於播種後 95 天(吐絲期)，每小區隨機取樣 6 株，於果穗節位上的葉片以打洞器採取 5 個葉圓片，根據 Arnon⁽⁷⁾ 的方法測定葉綠素含量，並測量穗位高(地面至果穗之高度)。收穫時測量株高(地面至雄穗頂的高度)，每小區取樣 24 株秤取鮮重，再按稈(莖 + 葉鞘)、葉片、苞葉及果穗分別包裝，置於 60 烘箱三天，秤取各部位之乾重。取部分烘乾樣品，經磨粉後以 Kjeldahl 法測定各部位的含氮量。

六、計算及統計分析

根據 Japan Pioneer Hybrid Co. 之方法⁽¹⁴⁾，計算總可消化養分(total digestible nutrient) = (稈 + 葉片 + 苞葉之乾重 x 0.582 + (果穗乾重 x 0.85) / 全株乾重 x 100%。

植株或各部位的含氮總量 = 植株或各部位的含氮量(mg/g dry wt) x 乾重(g)。

各項調查分析結果數據皆利用 SAS⁽¹⁹⁾ 進行統計分析，並以鄧肯多變域新測驗法(Duncan's new multiple range test)比較平均值之差異顯著性。

結果及討論

一、試驗期間之氣象資料

根據中央氣象局旬報，1997年台北旬平均氣溫由8月中旬的28.6 下降到10月上旬的24 ，平均為26 。8月份的總降雨量高達587.4 mm，9月份及10月份的降雨量較少，分別為59.6 mm及26.5 mm。因此田菁生長的第一個月雨量豐沛，9~10月較為乾燥。青割玉米於10月16日播種，於1998年2月10日收穫。11、12、1月的月平均氣溫及2月上旬的旬平均氣溫分別為21.9、18.1、16.1及16.6 ，全生育期的平均氣溫為18.2 。11、12、1及2月之降雨量分別為37.5、72.1、138.7、424.5 mm，總降雨量高達672.8 mm。1、2兩個月降雨量高，多為陰雨天，氣溫又低，正值青割玉米開花吐絲期，造成稔實率降低。

二、田菁的生育及利用

1997年一期稻作收穫後，撒播田菁種子於田面，田間萌芽率為81.3%，發芽後幼苗生長快速，播種後二個月植株高度達82~88 cm，每m²的株數約130株，每m²的地上部鮮重在C處理試區平均為1.93 kg，在D處理試區為1.43 kg(表一)。檢視田菁根部，可見根瘤的著生良好，有效根瘤數量多。

本試驗利用適合台灣夏季生長的綠肥作物田菁作為覆蓋作物，採用撒播方式播種，生育期間未實施任何管理，也未施肥，但生長狀況良好，對田面覆蓋亦良好，因此適合在一期稻作收穫後種植。

表一、 覆蓋作物田菁在噴施嘉磷前之株高、植株密度、及地上部鮮重。

Table 1. The plant height, plant density and fresh yield of the cover crop sesbania at time of glyphosate spraying

Treatment	Plant height (cm)	Density (plant/m ²)	Shoot fresh wt. (kg/m ²)
C ¹	88.8	132	1.93
D	82.8	127	1.43

¹: See "Materials and Methods" for interpretation.

三、青割玉米的生育及產量

青割玉米於10月16日播種，發芽後幼苗生育良好，播種後85天抽穗達50%，播種後105天達雌穗吐絲盛期。至雄花抽穗期時，不論整地方式、有無田菁敷蓋、以及萌前除草劑的施用與否，株高皆達二公尺左右，各處理間皆無顯著差異(表二)。各處理穗位高在79~87公分之間，不同處理間對穗位高並沒有影響。播種後95天(吐絲期)，穗位葉片的葉綠素含量，A、B、C、D四個處理分別為每克鮮重含有3.17、2.99、3.00及2.83毫克(表二)。葉綠素含量皆相當高，葉色濃綠，處理間並沒有顯著差異。

表二、青割玉米各處理的株高、穗位高、穗位葉片葉綠素含量及總可消化養分。

Table 2. Plant and ear height, chlorophyll content, and total digestible nutrient (TDN) of forage corn under different treatments

Treatment	Ear height (cm)	Plant height at harvest (cm)	Leaf chlorophyll At silking (mg/g fr wt)	TDN (%)
A ¹	87.3a ²	202.3a	3.17a	62.7a
B	83.3a	202.2a	2.99a	62.4a
C	84.2a	202.3a	3.00a	61.9a
D	79.8a	201.3a	2.83a	62.0a

¹: See "Materials and Methods" for interpretation.

²: Means within each column with the same letter are not significantly different at 5% probability level according to Duncan's new multiple range test.

青割玉米的生長受氣候的影響，本試驗從雄花抽穗期到果穗充實期間，低溫及連續的陰雨造成充實延遲，到播種後 118 天收穫時，大多數有稔實的籽粒仍然在糊熟期。收穫時植株地上部鮮重經換算後，A、B、C、D 四處理每公頃的鮮重產量(青割產量)，分別為 37.9、38.2、39.8 及 43.2 公噸，D 處理雖未施用萌前除草劑，產量反而比較高(表三)。植株的乾重產量以 D 處理最高達 97.5 克，稈及葉片的乾重也有相同趨勢，均與 A、B、C 三處理有顯著差異，但是果穗及苞葉的乾重各處理間沒有顯著差異存在(表三)。從各部位乾重所佔的比例來看，稈所佔的比例最大，其次是葉片，果穗佔全株的比例偏低，這是因為生育後期遇到低溫及連續陰雨，致使充實延遲所致。

表三、青割玉米各處理的鮮重及乾重產量。

Table 3. Fresh and dry yield of forage corn plant

Treatment	Fresh yield --Mg/ha--	Dry yield -----g/plant-----				
		Leaf blade	Culm	Husk	Ear	Whole plant
A ¹	37.9a ²	25.0a	36.7a	13.2a	8.1a	80.5a
B	38.2a	25.3a	39.0a	14.0a	5.6a	80.7a
C	39.8a	26.0a	40.8a	13.4a	6.3a	84.0a
D	43.2b	29.6b	46.3b	16.7a	7.7a	97.5b

¹: See "Materials and Methods" for interpretation.

²: Means within each column with the same letter are not significantly different at 5% probability level according to Duncan's new multiple range test.

Jone 等⁽¹⁷⁾及 Phillips⁽¹⁷⁾指出，玉米株高由萌芽至收穫期，不整地田區會高於傳統整地田區，然而 Aldarby 和 Lowery⁽⁶⁾及郭等⁽³⁾之試驗結果認為玉米株高不受整地方式之影響。Raimbault 等⁽¹⁸⁾及蔡⁽⁵⁾的試驗結果認為不整地栽培不

會影響玉米的產量；Decker 等⁽⁹⁾及 Dou 和 Fox⁽¹¹⁾指出，不整地且有豆科覆蓋作物敷蓋的玉米，其產量會高於沒有覆蓋作物敷蓋者。本試驗結果亦顯示有種植田菁及其枯死植株敷蓋的試區，青割玉米的產量都較高，其中不整地且沒有噴施萌前除草劑的處理產量最高，與上述學者的研究結果相似。

四、雜草種類及雜草覆蓋率

青割玉米播種後 65 天，各處理試區的雜草以長梗滿天星(*Alternanthera philoxeroides*)最普遍，其次為昭和草(*Erechites valerianaefolia*)、龍葵(*Solanum nigrum*)及刺莧(*Amarathus spinosus*)，都屬於闊葉雜草，僅有少數的禾本科雜草如稗草(*Echinochloa crusgalli*)及牛筋草(*Eleusine indica*)(表四)，可能與施用的萌前除草劑拉草及草脫淨對禾本科雜草的防除效果較佳有關。整地栽培且施用萌前除草劑的處理，田面雜草覆蓋率最高，達 31.3%(表四)；不整地配合萌前除草劑的施用可將雜草覆蓋率抑制到 4% 左右，接近完全無雜草的狀態；田菁敷蓋及不整地且不施用萌前除草劑的處理，雜草覆蓋率亦僅 11.7%，比整地栽培的效果好。Coffman and Frank⁽⁸⁾指出，玉米不整地栽培配合施用嘉磷塞 + 草滅淨(simazine) + 拉草(1.1+2.2+2.2 kg ai/ha)及嘉磷塞 + 草脫淨 + 拉草(1.1+1.7+2.2 kg ai/ha)幾乎可達完全之雜草防除效果；Yenish 等⁽²⁴⁾亦指出，不管有沒有覆蓋作物敷蓋，施用萌前除草劑對雜草的抑制效果都比沒有施用的好，萌前和萌後除草劑兩者皆施用的雜草防除效果最佳；Teasdale⁽²²⁾和 Yenish 等⁽²⁴⁾發現，有覆蓋作物敷蓋的田區雜草較少。本試驗結果亦證實青割玉米採用不整地栽培且利用田菁敷蓋的處理，對雜草的抑制明顯優於整地栽培或未利用田菁敷蓋的處理。

表四、青割玉米種植後 65 天各處理田間的雜草種類及雜草覆蓋率。

Table 4. Weed coverage and major weed species in forage corn field 65 days after planting

Treatment	Weed coverage (%)	Major weed species
A ¹	31.3a ²	<i>Alternanthera philoxeroides</i> , <i>Erechites valerianaefolia</i> , <i>Amarathus spinosus</i> , <i>Solanum nigrum</i> , <i>Echinochloa crusgalli</i>
B	4.0b	<i>A. philoxeroides</i> , <i>E. crusgalli</i>
C	4.8b	<i>A. philoxeroides</i> , <i>E. valerianaefolia</i> , <i>A. spinosus</i> , <i>Eleusine indica</i> , <i>E. crusgalli</i>
D	11.7b	<i>A. philoxeroides</i> , <i>E. valerianaefolia</i> , <i>A. spinosus</i> , <i>S. nigrum</i> , <i>E. crusgalli</i>

¹: See "Materials and Methods" for interpretation.

²: Means within each column with the same letter are not significantly different at 5% probability level according to Duncan's new multiple range test.

五、含氮量及飼料品質

青割玉米收穫時植株及各部位的含氮量如表 5，植株每克乾重含氮量，

A、B、C、D 四種處理分別為 15.8、17.1、16.8、16.6 毫克(表五)。各部位含氮量以葉片及果穗(包含籽粒)較高，每克乾重分別介於 24~26 及 22~24 毫克之間；稈及苞葉的含量較低，每克乾重的含量大約 9~12 毫克。植株及各部位的含氮量四種處理間都沒有顯著差異。植株的含氮總量(含氮量 × 乾重)每株在 1,275~1,616 毫克之間(表六)，整地栽培又沒有田菁敷蓋的處理(A)，植株的含氮總量最低，葉片、稈及苞葉的含氮總量亦低於其他處理，但果穗的含氮總量尚高，達 180.6 毫克；有田菁敷蓋、不整地且沒有施用萌前除草劑的處理(D)，各部位的含氮總量都高於其他處理。

表五、青割玉米收穫時各處理植株各部位的含氮量。

Table 5. The nitrogen content of each parts of forage corn plant at harvest

Treatment	Leaf blade	Culm	Husk	Ear	Whole plant
	mg/g dry wt				
A ¹	24.4a ²	9.3a	10.9a	22.3a	15.8a
B	23.9a	10.4a	12.4a	24.0a	17.1a
C	26.2a	10.3a	11.5a	24.6a	16.8a
D	26.1a	9.8a	12.0a	24.7a	16.6a

¹: See “Materials and Methods” for interpretation.

²: Means within each column with the same letter are not significantly different at 5% probability level according to Duncan’s new multiple range test.

表六、青割玉米收穫時各處理植株各部位的含氮總量。

Table 6. The total nitrogen content of each parts of forage corn plant at harvest

Treatment	Leaf blade	Culm	Husk	Ear	Whole plant
	mg/plant dry wt				
A ¹	610.0a ²	341.3a	143.9a	180.6a	1275.8a
B	604.7a	405.6ab	173.6 a	134.4a	1378.3a
C	681.2ab	420.2b	154.1 a	155.0a	1410.5ab
D	772.6b	453.7b	200.4 a	190.2a	1616.9b

¹: See “Materials and Methods” for interpretation.

²: Means within each column with the same letter are not significantly different at 5% probability level according to Duncan’s new multiple range test.

青割玉米收穫後植株的總可消化養分，A、B、C、D 四種處理分別為 62.7、62.4、61.9、62.0%(表 2)，各處理間沒有明顯的差異。一般認為總可消化養分與粗蛋白質含量可作為判斷青割玉米飼料營養品質的指標，總可消化養分由糊熟期至完熟期變化很小，不易受外在因子之影響⁽²⁾。本試驗青割玉米生育後期遭遇低溫及陰雨，收穫時果穗籽粒充實不足，雖然粗蛋白質含量達 9.9~10.6%(含氮量 × 6.25)，但植株的總可消化養分明顯偏低。

引用文獻

1. 徐木英、林仁德。1980。水田冬季裡作玉米省工栽培試驗。雜糧作物試驗研究簡報 21: 202-203。
2. 許福星、成游貴、李美珠。1994。芻料作物生產及利用。台灣省畜產試驗所編印。
3. 郭能成、林萬居、黃尚義。1988。玉米不整地栽培技術之研究。雜糧作物試驗研究年報 pp.243-247。
4. 莊濬瓊。1981。裡作玉米省工栽培法之研究。雜糧作物試驗研究簡報 22: 284-288。
5. 蔡文福。1996。玉米保育耕作之雜草管理。除草劑安全使用及草類利用管理研討會專刊。中華民國雜草學會, pp.287-294。
6. Aldarby, A. M. and B. Lowery. 1986. Evaluation of corn growth and productivity with three conservation tillage systems. *Agron. J.* 78: 901-907.
7. Arnon, D. I. 1959. Copper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiol.* 24: 1-15.
8. Coffman, C. B. and J. R. Frank. 1992. Corn-weed interactions with long-term conservation tillage management. *Agron. J.* 84: 17-21.
9. Decker, A. M., A. J. Clark, J. J. Meisinger, F. R. Mulford, and M. S. McIntosh. 1994. Legume cover crop contributions to no-tillage corn production. *Agron. J.* 86: 126-135.
10. Dick, W. A., E. L. McCoy, W. M. Edwards, and R. Lai. 1991. Continuous application of no-tillage to Ohio soils. *Agron. J.* 83: 65-73.
11. Dou, Z. and R. H. Fox. 1994. The contribution of nitrogen from legume cover crops double-cropped with winter wheat to tilled and non-tilled maize. *European J. Agron.* 3: 93-100.
12. Gabhardt, M. J., T. C. Daniel, E. E. Schweitzer, and R. R. Allmaras. 1985. Conservation tillage. *Science* 230: 512-515.
13. Galloway, B. A. and L. A. Weston. 1996. Influence of cover crop and herbicide treatment on weed control and yield in no-till sweet corn and pumpkin. *Weed Technol.* 10: 341-346.
14. Japan Pioneer Hybrid Co. Ltd. 1986. Handbook for field experiment. Tokyo, Japan.
15. Johnson, G. A., M. S. Defelice, and Z. R. Helsel. 1993. Cover crop management and weed control in corn (*Zea mays*). *Weed Technol.* 7: 425-430.
16. Jone, J. N., J. E. Moody, G. M. Shear, W. W. Moschler, and J. H. Lillard. 1968. The no-tillage system for corn (*Zea mays* L.). *Agron. J.* 60: 17-20.
17. Phillips, R. E. 1987. No-tillage agriculture. *Science* 208: 1108-1113.

18. Raimbault, B. A., T. J. Vyn, and M. T. Tollennar. 1990. Corn response to rye cover crop management and spring tillage systems. *Agron. J.* 82: 1088-1093.
19. SAS Institute, Inc. 1985. SAS User's Guide. Statistics. SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA.
20. Swan, J. B., R. L. Higgs, T. B. Bailey, N. C. Wollenhaupt, W. H. Paulson, and A. E. Peterson. 1994. Surface residue and in-row treatment effects on long-term no-tillage continuous corn. *Agron. J.* 86: 711-718.
21. Teasdale, J. R. 1993. Reduced herbicide weed management systems for no-tillage corn (*Zea mays*) in a hairy vetch (*Vicia villosa*) cover crop. *Weed Technol.* 7: 879-883.
22. Teasdale, J. R. and C. S. T. Daughtry. 1993. Weed suppression by live and desiccated hairy vetch (*Vicia villosa*). *Weed Sci.* 41: 207-212.
23. Utomo, M., W. W. Frye, and R. L. Blevins. 1990. Sustaining soil nitrogen for corn using hairy vetch cover crop. *Agron. J.* 82: 979-983.
24. Yenish, J. P., A. D. Worshom, and A. C. York. 1996. Cover crops for herbicide replacement in no-tillage corn (*Zea mays*). *Weed Technol.* 10: 815-821.
17. Pandita, V.K., S. Nagarajan and D. Sharma. 1999. Reducing hard seededness in fenugreek by scarification technique. *Seed Sci. & Technol.* 27 : 627-631.
18. Sozzi O. and Chiesa. 1995. Improvement of Caper (*Capparis spinosa* L.) seed germination by breaking seed coat-induced dormancy. *Sci. Hort.* 62 : 255-261.
19. Todd-Bockaric, A.H., M.L. Duryca, S.H. West and T.L. White. 1993. Pretreatment to overcome seed coat dormancy in *Cassia sieberiana*. *Seed Sci. & Technol.* 21 : 383-398.
20. Tomer, R.P.S. and Kumari, Promila. 1991. Hard seed studies in black gram (*Vigna mungo* L.) *Seed Sci. & Technol.* 19 : 51-56.
21. Tomer, R.P.S. and K. Singh. 1993. Hard seed studies in rice bean (*Vigna umbellata*) *Seed Sci. & Technol.* 21 : 679-683.
22. Walck, J. L., J. M. Baskin and C. C. Baskin. 1997a. A comparative study of the seed germination biology of a narrow endemic and two geographically-widespread species of *Solidago* (Asteraceae). 1. Germination phenology and effect of cold stratification on germination. *Seed Sci. Res.* 7:47-58.
23. Walck, J. L., J. M. Baskin and C. C. Baskin. 1997b. A comparative study of the seed germination biology of a narrow endemic and two geographically-widespread species of *Solidago* (Asteraceae). 3. Photoecology of germination. *Seed Sci. Res.* 7:293-301.
24. Widrechner, M. P. and D.A. Kovach. 2000. Dormancy-breaking protocols for *Cuphea* seed. *Seed Sci. & Technol.* 28 : 11-27.