

花蓮區農改良場研究彙報(Bull. Hualien DAIS)7:73~87(1991)

大豆紫斑病防治適期與降雨關係研究¹

陳 哲 民²

摘 要

為探討降雨、相對濕度與大豆紫斑病發生的關係，尋求最適當經濟有效的紫斑病防治時機，於 76 年夏作至 79 年春作三年間於花蓮縣吉安鄉進行田間試驗。供試大豆品種為花蓮二號，紫斑病防治藥劑為 50 % 免賴得可濕性粉劑稀釋 1,000 倍液。藥劑分別於 (1) 種子 (2) 四葉期 (3) 盛花期 (4) 成莢期 (5) 子粒充實末期 (6) 四葉期、盛花期、子粒充實末期等時期施用，收穫後調查其子實紫斑病發生率與對照不噴藥區比較之。試驗期間詳細記錄大豆各生育期、氣象因子、收穫後並調查百粒重及公頃產量。試驗結果顯示 76 年夏作、77 年夏作、78 年春作紫斑病率低 (11 % 以下)，77 年春作、78 年夏作及 79 年春作紫斑病率高 (21 - 31 %)。盛花期為紫斑病菌侵染時機，期間每日上午 7 時的大氣相對濕度為侵染與否的關鍵，此時雨量若足以提高相對濕度達 90 % 以上，則有利於紫斑病的發生。子粒充實末期為紫斑病菌纏化時期，降雨有利於紫斑病的發生。不同防治時期以盛花期防治效果最好，可將罹病率降低到 13 % 以下，子粒充實末期防治效果次之，四葉期防治效果又次之。種子消毒及成莢期施藥無防治效果。紫斑病對大豆子實百粒重及公頃產量均無顯著影響，但對其品質則有顯著影響。

(關鍵字：大豆、紫斑病、防治適期、紫斑病菌、生育期、殺菌劑、降雨、相對濕度)

前 言

大豆 [*Glycine max* (L) Merr.] 紫斑病 [caused by *Cercospora kikuchii* (T. Matsu. & Tomoyasu) Gardner] 為世界各大豆栽培地區普遍常見的子實病害。被害嚴重之種子播種後 10 - 15 天可在子葉上發現病徵，紫斑病菌並傳播到新生的葉片、莖、莢、種子上^(18,13)。紫斑病菌侵入種子後主要經由種臍溝 (hilar groove) 侵入種臍管胞 (hilar tracheids)，而聚集於星形柔膜組織 (stellate parenchyma)。少數紫斑病可經由種皮的表皮孔洞或裂痕侵入⁽²⁵⁾。種子上的感染現象在盛花期到幼莢形成期最易感染紫斑病。罹病種子的過氧化酵素 (peroxidase) 活性較高，蛋白質含量不變⁽¹⁹⁾，而發芽率降低，子葉皺縮，減少莢數及種子數^(8,16,20,29)。紫斑病侵入大豆子實並不影響產量，但子實種皮呈粉紅色至深紫色，影響市場價格甚大，為其必須防治的主因⁽²⁷⁾。野生大豆抗紫斑病的基因為 2 對顯性基因，其抗病機制在於莢組織而非種皮，亦未育成可供推廣的栽培品種^(7,9)。所以

1. 花蓮區農業改良場研究報告第 64 號。
2. 花蓮區農業改良場作物環境課助理研究員。

大豆紫斑病的防治雖可利用溫湯浸種以殺滅種子中之紫斑病菌減少發病，但仍以化學藥劑之應用最為有效^(11,17,21,24)。前人研究指出，大豆紫斑病的防治適期可能在開花期^(5,10,18,26)，張(1986)探討於大豆不同生育期，施用藥劑對紫斑病的防治效果，所得結果相近，但對紫斑病之發生與否和氣象因子的關係，殊少深入探究。而紫斑病之發生與降雨關係密切，故本研究乃於田間進行3年6期之試驗，詳細紀錄降雨日數、降雨量、相對濕度、大豆生育期及紫斑病發生率，加以分析比較，冀能找出最經濟有效的防治方法。

材料與方法

本研究自76年7月至79年6月於花蓮縣吉安鄉本場試驗田進行。供試品種為花蓮二號，採用罹患紫斑病率約40%的種子播種。紫斑病防治藥劑為50%免賴得可濕性粉劑(benomyl WP)稀釋1000倍液。處理有7種為(1)種子消毒，每公斤大豆種子拌以4公克免賴得可濕性粉劑，(2)四葉展開期(V4 stage)噴施藥劑(3)盛花期(R2 stage)噴施藥劑(4)成莢期(R4 stage)噴施藥劑，(5)子粒充實末期(R6 stage)噴施藥劑，(6)V4、R2、R4、R6期各噴施藥劑一次(7)對照不噴藥區。田間採逢機完全區集設計，重複四次，5行區，小區面積 $3\text{m} \times 4\text{m} = 12\text{m}^2$ ，行株距60cm \times 10cm。施肥及管理方法按一般標準法行之。大豆生育期間調查紀錄其營養生長期、開花期、盛花期、結成莢期、子粒充實期、成熟期等生育期。施藥時間則約於各預定生育期之中間日施藥，以背負式動力噴霧器行之。大豆銹病以18.6%賽福寧乳劑稀釋750倍液自開花期後每隔7—10天噴藥一次防治之。收穫時收取中間三行，行長3公尺，調查產量、百粒重及紫斑病罹病率。罹病率調查方法係每小區逢機取出1,000粒，算出罹病種子數，換算罹病率。降雨日數、降雨量及相對濕度則依據本場一級農業氣象站所測得資料為準，加以統計分析。

結 果

76年夏作大豆於7月10日播種，至8月15日前為其營養生長期，降雨日數11天，累積雨量162.5mm。盛花期於8月15～20日並無降雨。子粒充實末期於9月11日～10月10日，期間9月19日～9月28日連續降雨10日，累積雨量34.4mm。10月11日～10月30日為其生理成熟期及成熟期(圖1)。收穫後調查各處理區種子紫斑病的發生率。試驗結果(表4)，種子消毒處理區發病率11.2%，而V4期、R2期、R4期噴藥防治區分別為10.7、9.8、11.0%，均與不處理對照區的10.8%差異不顯著。R6期及V4—R6期各防治一次處理區發病率為7.4及6.6%，與對照區差異顯著。顯示R6期的藥劑防治可影響紫斑病菌的感染行為，從而有效降低紫斑病發生率。

77年春作大豆於2月20日播種，至3月25日左右為其營養生長期，3月底至4月10前為其開花、盛花期，降雨12日，降雨量110mm。4月19日～25日為R4期，降雨2日，雨量3.5mm。5月1日～30日為子粒充實末期，5月15日～17日連續降雨4日，雨量37.5mm，5月21日～

31日連續降雨9日，雨量381.2mm。6月1日～20日為其成熟期，於6月1日～7日，降雨5日，雨量113mm（圖2）。經於不同時期施藥，紫斑病率分別為種子消毒30.7%，R4期29.5%與對照不噴藥區之發病率28.5%差異不顯著，四葉期罹病率23.2%與對照區差異顯著，而於子粒充實末期施藥之發病率為19.2%，顯示施藥具有防治效果。盛花期施藥區之發病率為9.0%，V4—R6各期均施藥為5.2%，顯示盛花期施藥最具防治紫斑病的效果，而增加施藥次數也可降低紫斑病率，但其降低幅度較小。

77年夏作大豆於7月10日播種，8月10日前為其營養期，雨量少。8月11日～9月15日為其開花期、結成莢期及子粒充實前期，降雨日數少且累積雨量少。9月16日～10月5日為其子粒充實末期，其中9月17日～10月5日連續降雨19日，降雨量745mm。10月6日～25日為成熟期，降雨10日，雨量662mm（圖3）。對照區之紫斑病發生率9.5%，而V4、R2、R4、R6、V4～R6期施藥區紫斑率分別為5.4、5.6、5.1、4.3、3.2%，皆顯著低於對照區而種子消毒施藥之發病率則與對照區差異不顯著。

78年春作大豆於3月20日播種，4月10日前為其營養生長期，降雨量集中於3月16日～4月10日，降雨19日，雨量850mm。4月11日～30日為其開花期，降雨5日，雨量低於33mm。5月1日～6月15日為結成莢期及成熟期，降雨21日，降雨量445mm，6月16日～30為其成熟期，降雨較少（圖4）。就本期作紫斑病發生率觀之，對照區及各處理區的發生率均在2.5～4.2%之間，罹病率低而差異不顯著。顯示本期作紫病感染行為少，故施藥與否均不影響紫斑病發生率。

78年夏作大豆於7月10日播種，8月15日以前為其營養期，降雨少。8月16日～25日為其開花期，降雨日為8月16日～17日及8月23～25日，雨量分別為57mm及56mm。8月26日～10月10日為其子粒充實期及生理成熟初期，子粒充實初期降雨3日，雨量55mm，子粒充實末期於9月9日～12日，下雨4日，雨量607.5mm，9月16日～10月9日共降雨16天，雨量268mm。10月11日～25日為其成熟期，降雨8天，雨量119mm（圖5）。本期作紫斑病發生率，對照區為21.3%，種子消毒、V4期、R4期施藥區罹病率分別為20.4、15.5及17.6%均與對照區差異不顯著，但V4期及R4期之罹病率稍低。盛花期、R6期、V4—R6期施藥處理區罹病率則分別為10.2、12.1及9.5%，顯示適期施藥有顯著的防治效果。

79年春作於2月6日播種，4月10日前為其營養生長期，降雨稀少。4月11日～25日為其開花期，主要於4月15日～20日連續降雨6天，雨量47.5mm。4月26～5月15日為成莢期及充實前期，其間雨量稀少。5月16日～6月10日為子粒充實末期，其間降雨22天，雨量高達419mm。成熟期則主要於收穫前降雨9天，雨量283.5mm（圖6）。本期作對照區紫斑病發生率為30.6%，而種子消毒、R4期施藥區之罹病率分別為31.5、27.6%與對照區差異不顯著。四葉期、盛花期、子粒充實末期及各期施藥區之罹病率分別為21.4、13.3、11.9%及10.7%，與對照區差異顯著，而四葉期之防治效果較低，其餘三種處理之間差異不顯著。

76年夏作～79年春作各期作大豆之百粒重及子實公頃產量（表5、6），其中春作之產量均低於夏作，而百粒重在春、夏作間差異則不明顯。至於各處理間經分析均無顯著差異，顯示紫斑病對百粒重及產量並無顯著影響。

討 論

一、氣溫、降雨、相對濕度與大豆紫斑病發生的關係

花蓮地區春作大豆栽培期為每年3月～6月，此時期平均氣溫在17～29℃。77—79年累積雨量分別為734.2、634、1428.2mm，降雨日數分別為57、55、69天。夏作栽培期為每年7～10月，此時期平均氣溫在24～29℃。77—79年累積雨量分別為1305.2、2150、1364mm，降雨日數分別為50、60、54天。紫斑病菌最適產胞溫度為23～27℃，生長最低溫為18℃，最高溫為35℃^(28,31)，故春夏作期間氣溫均適合紫斑病之發生。水分為紫斑病菌發芽感染所必需，而春夏作降雨量豐沛，降雨日數多，均適合紫斑病之發生⁽³⁾。但從各期作對照區之紫斑病率可以發現76年夏作紫斑病為10.8%，77年夏作為9.5%，78年夏作為3.4%，所以一期作中氣溫及降雨之分布與紫斑病發生必有關係。氣溫為一連續性緩慢變動的因子，在本試驗期間氣溫的變動均在紫斑病可以發生的範圍之內，故其分布可以略去不予討論。各生育期的降雨分布則較不平均，其變動性較大，應為紫斑病發生與否的決定因子。從表1所列雨量分布可以發現，盛花期（R2期）的雨量為決定紫斑病發生與否的關鍵，低雨量之期作其紫斑病發生率亦低，77年春作R2期降雨65.5mm，夏作34mm，其差距不大，但罹病率相差近20%，可見雨量多寡之界限為何，殊難釐定。再詳細比較77年春作及夏作R2期降雨日之大氣相對濕度（表2），前者平均為86.3%，後者79.4%，顯示降雨量較低時其相對濕度偏低，不利於紫斑病菌的感染。因此應再探討其他各期作R2期相對濕度的情形。Yiu and Yeh (1989)指出大豆屬 (*Glycine*) 每日之最佳授粉時間因種 (species) 而異，*G. max* 的最佳授粉時間為上午7時，故R2期降雨日上午7時的相對濕度應一併探討。從表5可見罹病率較高的77年、79年春作盛花期降雨日全日之平均相對濕度均較高，超過90%，但78年夏作平均相對濕度低而罹病率高，則須再探討每日7時的相對濕度。76年夏作R2期未降雨，故相對濕度低在70～80%之間，當期作紫斑病率低。77年春作R2期上午7時氣溫16～19℃，相對濕度86.3%～92.8%（表3），當期作罹病率28.5%（表6）。78年夏作R2期上午7時氣溫24～28℃，相對濕度低63～87.1%，當期作罹病率9.5%。78年春作R2期上午7時氣溫19～24℃，相對濕度84～87.8%，罹病率3.4%。78年夏作R2期上午7時氣溫24～27℃，相對濕度70.3～90.9%，罹病率21.3%，79年春作氣溫17～23℃，相對濕度86.8～95.1%，罹病率30.6%，從表5可以發現當日上午凌晨到7時的降雨量影響相對濕度甚大，若未降雨則濕度甚低，尤以氣溫較高的夏作為然。若於當日6～7時降雨則雨量雖小到0.5mm，仍能提高相對濕度，尤以氣溫較低的春作為然。由此可見雨量是提高濕度的重要因子，但降雨時間若在上午8時到下午則無法提高次日上午7時的濕度，其紫斑病率相對較低。綜合上述可以推論77年春作的感染期應在4月1日～4日，78年夏作的感染期應在8月25日～27日，79年春作的感染期在4月16日～24日。其他三作的感染時間短，故罹病率低。

綜合以上所分析大豆生育期、降雨日數、降雨量、相對濕度、防治時機與罹病率的關係，可以初步結論：大豆盛花期為紫斑病菌侵入的時期，此時期每日上午7時的相對濕度高達90

%以上有利紫斑病的感染，而降雨為提高相對濕度的重要因子。盛花期施藥可減少紫斑病菌之感染故為最適防治時期。子粒充實末期為紫斑病菌纏化 (colonization) 時期，故施藥仍具效果。

二、於不同生育期施藥與紫斑病發生的關係

種子消毒為防治種子傳播性病害的有效方法，本研究供試之大豆種子帶病率約 40 %。罹患紫斑病的種子萌芽後，紫斑病菌於適合環境下能不斷感染子葉及整個生育期的葉、莖、莢、種子等新生組織，Ozawa 等 (1980) 亦指出種子消毒可防治紫斑病。本研究 3 年 6 期試驗中，種子處理均無效果，其罹病率均與對照不防治區差異不顯著。這可能係免賴得可被種子吸收，移轉到子葉，但無法移轉複葉，且存於幼苗體中數週而已 (1)。所以免賴得拌種的效果僅可降低大豆生育初期的感染源而已，對紫斑病並無實際防治效果。

紫斑病率較高的 77、79 年春作，78 年夏作，盛花期施藥區之罹病率均顯著低於不噴藥對照區。Sasaki (1982, 1983) 指出紫斑病菌在盛花後 30 天，即 R6 期前期，方有侵染現象，而盛花期後 65 - 70 天成熟期才出現病徵。可見紫斑病菌具潛伏感染 (latent infection) 特性，由結果可以推論開花期為紫斑病菌進入種子的時期，若此時期逢降雨則潛伏感染多，此時施用殺菌劑則可大幅降低紫斑病率。若此時期未降雨或量少則感染少，施用殺菌劑效果自不顯著。從各期作 R2 期防治區之罹病率仍在 3 - 10 %，可見 R1 期及不完全保護的 R2 期仍有部份感染現象，若再予防治應能再降低罹病率。田間病原濃度如落葉上的紫斑病菌可增加紫斑病率^(23,38)，故於四葉期施藥具有部份效果，可能係降低田間的病原濃度，而使 R2 期的感染源減少所致。R4 期施藥防治效果於罹病率較高的三期作與不防治區差異不顯著。免賴得雖可殺滅莢內的種子中的紫斑病菌⁽²¹⁾，但 R4 期紫斑病菌尚處潛伏階段^(15,22)，故施藥對其影響小，同時此時田間之感染源穿透莢組織進入種子再產生病徵的所需時間不足，用藥與否並不影響紫斑病。R6 期之防治效果，其機制可能係殺死或抑制已侵入的病菌。而其防治效果與 R2 期防治區在 78 年夏作及 79 年春作罹病率之差異不顯著，而 77 年春作差異顯著，可能係春作 R6 期枝葉繁密，施藥時無法均勻覆蓋豆莢表面，故未達到防治莢內外病菌的效果所致。V4 - R6 期均施藥防治之處理區罹病率低，但施藥次數多，經濟效益差。綜合上述，結論為盛花期若降雨多則可於盛花期或子粒充實末期施藥防治一次，可有效降低紫斑病率。

三、大豆紫斑病對子實產量、百粒重的影響

大豆紫斑病侵染子葉、莖、葉會使莢數、種子數及產量降低，而感染子實則影響子實品質、發芽率，而不影響產量^(8,16,28,29)。本試驗中罹病率較高的期作，各處理間罹病率高者在 30 % 左右，低者在 10 % 左右，差異顯著，但百粒重及子實產量則差異不顯著 (表 3, 4)。這可能是田間大豆生育初期紫斑病菌的濃度並不高，其影響分支，光合作用並不大。

參考文獻

1. Chaube, H.S., Singh, T. 1971. Systemic fungicide activity of benlate in soybean. Indian J. Mycol. Plant Path. 1:99-102.

- 2.Chang, C.S. 1986. Studies of the optimum stage for purple stain control in soybean seed. Bulletin of Hualien DAIS 2:87-91.
- 3.Chen, M. D., Lyda, S. D.; Halliwell, R.S.1979. Environmental factors influencing growth and sporulation of *Cercospora kikuchii* Mycologia 71:1150-1157.
- 4.Chen, M. D., Lyda, S. D., Halliwell, R.S. 1979. Infection of soybeans with conidia of *Cercospora kikuchii* Mycologia 71:1158-1165.
- 5.Crittenden, H.W., Bloss, H. W. 1960. Control of *Cercospora kikuchii* and *Diaporthe phaseolorum* var *sojae* on soybean seed. Phytopathology 50:570.
- 6.Echeverry A., A., Rojas M.; Zarate R., R.D. 1983. Effect of hydrothermal therapy of soybean seeds (*Glycine max* (L.) Merrill) in the control of the fungal disease *Cercospora kikuchii* (Matsumoto & Tomoyasu) Gardner. Acta Agronomica 33:53-39.
- 7.Fujita, Y., Ikeda, R., Suzuki, H. 1988. Gene analysis of resistance in wild soybean (*Glycine soja*) to purple seed stain caused by *Cercospora kikuchii* Annual of Phytopathological Society of Japan 54:9-14.
- 8.Fujita, Y., Suzuki, H. 1986. Decrease of soybean yield caused by purple stain by *Cercospora kikuchii* Annual Report of Society of Plant Protection of North Japan 37:53-55.
- 9.Fujita, Y., Suzuki, H. 1988. Histological study on the resistance in soybean (*Glycine max*) and a wild soybean (*G. soja*) to purple seed stain caused by *Cercospora kikuchii* Annals of Phytopathological Society of Japan 54:151-157.
- 10.Hoshino, S. 1980. Methods of timely application of fungicide for control of soybean purple speck. Proceedings of the Association for Plant Protection of Hokuriku 28:90-1.
- 11.Hoshino, S. 1980. Effect of thiophanate-methyl for control of soybean purple speck. Proceedings of the Association for Plant Protection of Hokuriku 28:92.
- 12.Ilyas, M.B., Dhingra, O.D.; Ellis, M.A.; Sinclair, J.B. 1975. Location of mycelium of *Diaporthe phaseolorum* var. *sojae* and *Cercospora kikuchii* in infected soybean seeds. Plant Disease Reporter 59:17-19.
- 13.Iwaki, H. 1982. Seed transmission and field infection of soybean purple speck caused by *Cercospora kikuchii* Proceedings of the Kanto-Tosan Plant Protection Society 29:49.
- 14.Kulik, M.M., Sinclair, J.B. 1989. Purple seed stain in Compendium of soybean diseases. 3rd ed Aps Press. USA. p.75-77.
- 15.Laviolette, F.A., Athow, K.L. 1972. *Cercospora kikuchii* infection of soybean affected by stage of plant development. Phytopathology 72:771.
- 16.Lemos, E. C., Loch, L. C. 1983. Effect of sowing soybean seeds infected by *Cercospora kikuchii* (T. Matsumoto & Tomoyasu) Gardner, causal agent of purple stain, on the agronomic characters of the cultivar Bragg. Agronomia Sulrograndense 19:35-42.[Abstract]
- 17.Ozawa, T., Ogawa, K.; Watanabe, S. 1980. Effect of seed disinfection and foliar application for

- control of soybean purple speck. Annual Report of the Society of Plant Protection of North Japan 31:62-63.
- 18.Ozawa, T., Tsukiji, K., Watanobe, S. 1981. Timing frequency and technique of chemicals for control of soybean purple speck. Annual Report of the Society of Plant Protection of North Japan 32: 125-126.
- 19.Park, W.M., Ko, Y. H., Yoo, Y.J., Lee, J.Y. 1982. The change of peroxidase activity in soybean seed followed by infection with *Cercospora kikuchii* Korean Journal of Plant Protection 21:23-26.[Abstract]
- 20.Pathan, M. A., Sinclair, J. B., McClary, R. D. 1989. Effects of *Cercospora kikuchii* on soybean seed germination and quality. Plant Disease 73:720-723.
- 21.Prasartsee, C., Tenne, F.D., Ilyas, M.B. Ellis, M. A.; Sinclair, J. B. 1975. Reduction of internally seedborne *Diaporthe phaseolorum* var. *sojae* by fungicide sprays. Plant Disease Reporter 59:20-23.
- 22.Sasaki, Y. 1982. The progress of disease caused by *Cercospora kikuchii* Matsumoto et Tomoyasu on soybean. Bulletin of the Hiroshima Prefectural Agricultural Experiment Station 45:43-52.
- 23.Sakai, Y. 1984. Importance of fallen soybean leaves infected with *Cercospora kikuchii* Matsumoto & Tomoyasu for disease spread. Bulletin of the Hiroshima Prefectural Agricultural Experiment Station 48:67-74.
- 24.Sakai, Y., Ogawa, M. 1983. Chemical control of soybean seed disease caused by *Cercospora kikuchii* Matsumoto et Tomoyasu. Bulletin of the Hiroshima Agricultural Experiment Station 46:33-40.
- 25.Singh, T., Sinclair, J.B. 1986. Further studies on the colonisation of soybean seeds by *Cercospora kikuchii* and *Phomopsis* sp. Seed Science and Technology 14:71-77.
- 26.Suzuki, H., Fujita, Y. 1980. Timely application of chemicals thought from infection time control of soybean purple speck. Annual Report of the Society of Plant Protection of North Japan 31:60-1.
- 27.Taira, H., Taira, H. Kokubu, Y.; Otake, S. 1980. Suitability for food processing of the purple specked soybean seed infected by *Cercospora kikuchii* Report of National Food Research Institute 36:14-20.
- 28.Vathakos, M.G., Walters. H.J. 1979. Production of conidia by *Cercospora kikuchii* in culture. Phytopathology 69:832-833.
- 29.Wilcox, J. R., Abney, T. S. 1973. Effects of *Cercospora kikuchii* on soybeans. Phytopathology 63:796-797.
- 30.Yasufumi, S. 1984. Importance of fallen soybean leaves infected with *Cercospora kikuchii* for disease spread. Bulletin of the Hiroshima Prefectural Agricultural Experiment Station 48:67-74.
- 31.Yeh, C. C., Sinclair, J. B. 1980. Sporulation and variation in size of conidia and conidiophores among five isolates of *Cercospora kikuchii* Plant Disease 64:373-4.
- 32.Yeh, C. C., Sinclair, J. B. 1982. Effect of *Cercospora kikuchii* on soybean seed germination and

its interaction with *Phomopsis* sp. *Phytopathologische Zeitschrift* 105:265-270.[Abstract]

- 33.Yiu, T. J., Yeh, M. S. 1989. Studies on the flowering and pollination habits of genus *Glycine* Bulletin of Hualien DAIS 5:30-37.

Table 1. Distribution of precipitation during growth stages of soybean from summer crop 1987 to spring crop 1990.

Growth stage*	(mm)					
	1987 Summer	1988 Spring	1988 Summer	1989 Spring	1989 Summer	1990 Spring
V4 stage	22.5	12.5	2.5	29.0	63.5	2.5
V6 stage	18.5	5.5	55.5	5.0	1.0	7.0
R1 stage	0	44.5	9.0	8.5	0	63.5
R2 stage	0	65.5	34.0	24.5	113.0	213.5
R3 stage	6.7	2.0	21.5	49.5	19.5	0.5
R4 stage	1.4	12.0	70.5	155.0	124.0	61.5
R5 stage	425.0	16.5	2.5	14.5	483.5	4.5
R6 stage	39.1	416.2	245.0	154.0	254.0	399.0
R7 stage	605.4	113.0	482.5	34.5	119.0	513.0
Purple stain (%)	10.8	28.5	9.5	3.4	21.3	30.6

*V4 Stage:4 nodes on the main stem.

R4 Stage:Full pod, pod 2cm long.

V6 Stage:6 nodes on the main stem.

R5 Stage:Beginning seed, seed 3mm long.

R1 Stage:Beginning bloom.

R6 Stage:Full seed, seed fills pod cavity.

R2 Stage:Full bloom.

R7 Stage:Beginning maturity, light tan color.

R3 Stage:Beginning pod, pod 5mm long.

R8 Stage:Full maturity, brown color.

Table 2. Precipitation and relative humidity of rainy days during R2 stage of soybean.

Crop	1988 Spring		1988 Summer		1989 Spring	1989 Summer		1990 Spring
Date	Apr.1-4	6-8	Agu.24-26	28-31	Apr.22-24	Apr.16-17	23-28	Apr.16-24
Precp.(mm)	22.0	43.5	29.5	19.5	57.0	57.0	121.5	213.5
Daily RH(%)	87.4	84.9	76.9	81.3	83.1	83.1	83.6	89.6
RH at 7:00 a.m(%)	90.8	88.3	70.3	80.3	77.0	77.0	82.1	91.2

* Accumulated precipitation.

** Means of daily relative humidity.

Means of relative humidity at 7:00 a.m.

Table 3. Relative humidity at 7:00 a.m. and precipitation during 0:00-7:00 a.m. of rainy days during R2 stage of soybean.

	1988. Spring									
Date	Apr.	1st	2nd	3rd	4th	6th	7th	8th		
RH (%)		91.1	92.8	92.1	90.4	90.0	88.8	86.3		
Precp. (mm)		0.5	0.5	0.5	4.5	0	5.0	0.5		
	1988. Summer									
Date	Aug.	24th	25th	26th	28th	29th	30th	31st		
RH (%)		63.0	73.3	66.4	66.6	87.2	87.1	86.1		
Precp. (mm)		0	0.5	0	0	0	0	0		
	1989. Spring									
Date	Apr.	22nd	23rd	24th						
RH (%)		87.5	87.8	84.0						
Precp. (mm)		0	2.5	1.5						
	1989. Summer									
Date	Aug.	16th	17th	23rd	24th	25th	26th	27th	28th	
RH (%)		70.3	79.7	76.9	72.5	90.9	86.7	85.5	81.6	
Precp. (mm)		0	0	0	0	0.5	0.5	0	0	
	1990. Spring									
Date	Apr.	16th	17th	18th	19th	20th	21st	22nd	23rd	24th
RH (%)		95.1	86.6	95.1	92.8	86.8	90.1	91.3	87.7	92.2
Precp. (mm)		34.5	26.0	12.5	0.5	0	0	1.0	21.0	4.5

Table 4. Effect of fungicide applied at different growth stages on the incidences of purple seed stain

Treatment	Incidence (%)					
	1987 Summer	1988 Spring	1988 Summer	1989 Spring	1989 Summer	1990 Spring
1. Seed disinfested	11.2 ^{a*}	26.0 ^a	8.9 ^a	3.5 ^a	20.4 ^a	31.5 ^a
2. V4 stage sprayed	10.7 ^a	23.2 ^b	5.4 ^b	3.3 ^a	15.5 ^{ab}	21.4 ^b
3. R2 stage sprayed	9.8 ^a	9.0 ^d	5.6 ^b	4.2 ^a	10.2 ^b	13.3 ^c
4. R4 stage sprayed	11.0 ^a	29.5 ^a	5.1 ^b	2.7 ^a	17.6 ^{ab}	27.6 ^a
5. R6 stage sprayed	7.4 ^b	19.2 ^{bc}	4.3 ^b	2.5 ^a	12.1 ^b	11.9 ^c
6. V4-R6 stage sprayed	6.6 ^b	5.2 ^d	3.2 ^b	3.1 ^a	9.5 ^b	10.7 ^c
7. Nonsprayed check	10.8 ^a	28.5 ^a	9.5 ^a	3.4 ^a	21.3 ^a	30.6 ^a

* Data followed by the same letter in each column are not significantly different at P=0.05 according to Duncan's multiple range test.

Table 5. Effect of fungicide applied at different growth stages on the weight of 100-seed.

Treatment	Weight (g)					
	1987 Summer	1988 Spring	1988 Summer	1989 Spring	1989 Summer	1990 Spring
1. Seed disinfested	22.4 [*]	23.4	23.5	23.3	23.6	23.4
2. V4 stage sprayed	22.5	23.6	23.4	23.5	23.4	23.0
3. R2 stage sprayed	22.5	24.6	23.6	23.1	23.4	22.8
4. R4 stage sprayed	21.9	23.3	23.5	23.2	23.5	22.5
5. R6 stage sprayed	23.2	22.9	23.4	23.4	23.3	22.6
6. V4-R6 stage sprayed	22.4	23.3	23.5	23.4	23.4	22.5
7. Nonsprayed check	22.6	23.6	23.6	23.5	23.6	23.1

* Data in each column are not significantly different at the 5% level to F test.

Table 6. Effect of fungicide applied at different growth stages on the yield of soybean.
(kg/ha)

Treatment	1987	1988	1988	1989	1989	1990
	Summer	Spring	Summer	Spring	Summer	Spring
*						
1. Seed disinfested	2020	1931	2025	1920	2120	1830
2. V4 stage sprayed	2080	2045	2136	1820	2020	1860
3. R2 stage sprayed	2140	2108	2150	1950	2030	1910
4. R4 stage sprayed	2060	1993	2070	1930	1980	1870
5. R6 stage sprayed	2140	1961	2050	1890	2100	1920
6. V4-R6 stage sprayed	2090	1961	2160	1870	2060	1830
7. Nonsprayed check	2070	2010	2080	1910	2070	1860

*See footnote on table 3.

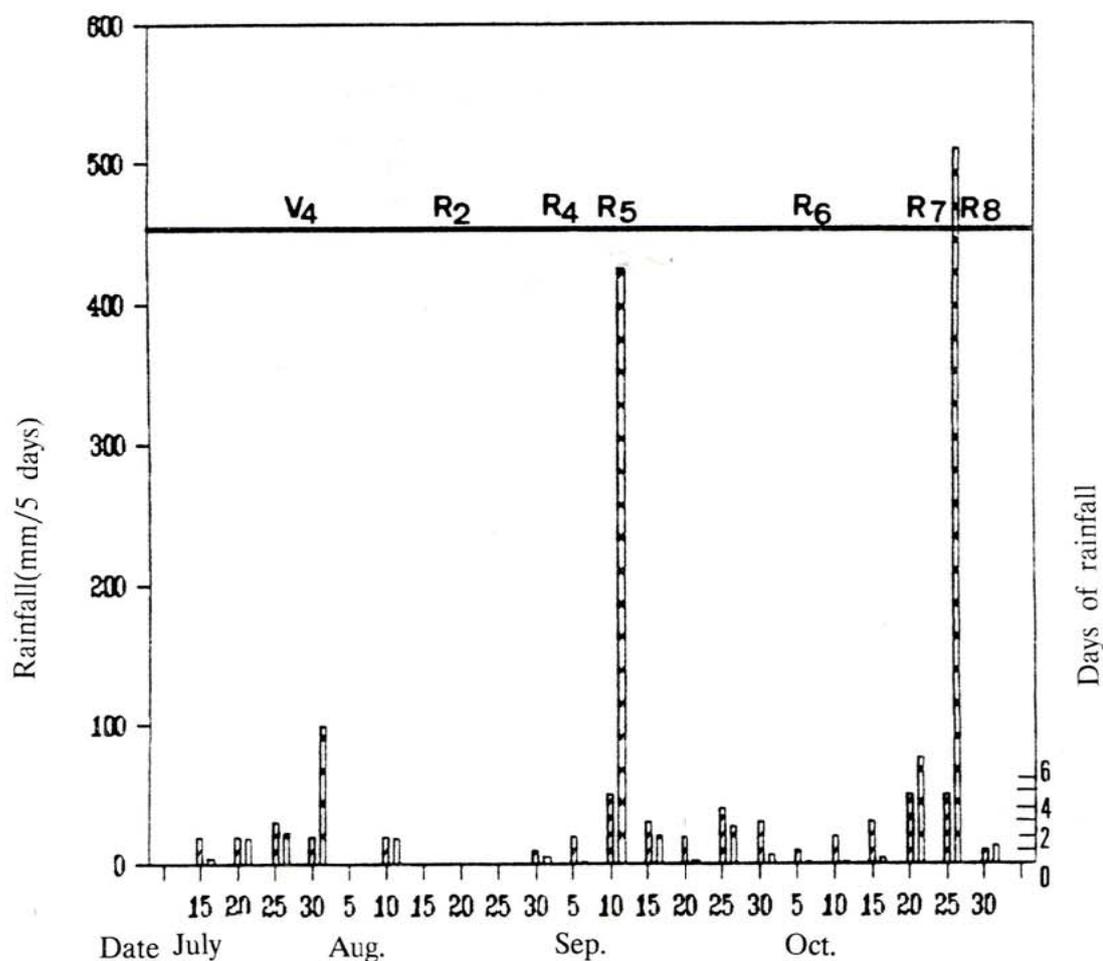


Fig 1. Rainfall and days of rainfall during growth stages of summer crop, 1987.

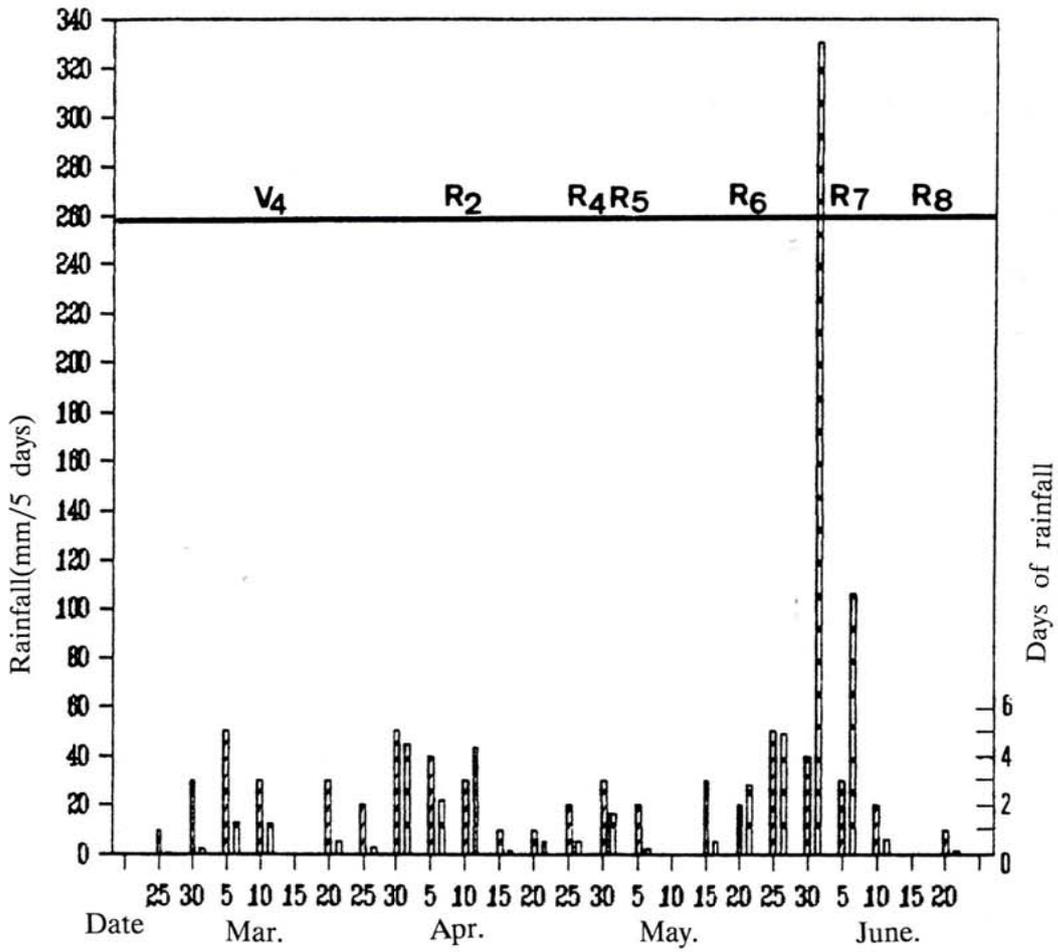


Fig 2. Rainfall and days of rainfall during growth stages of spring crop, 1988.

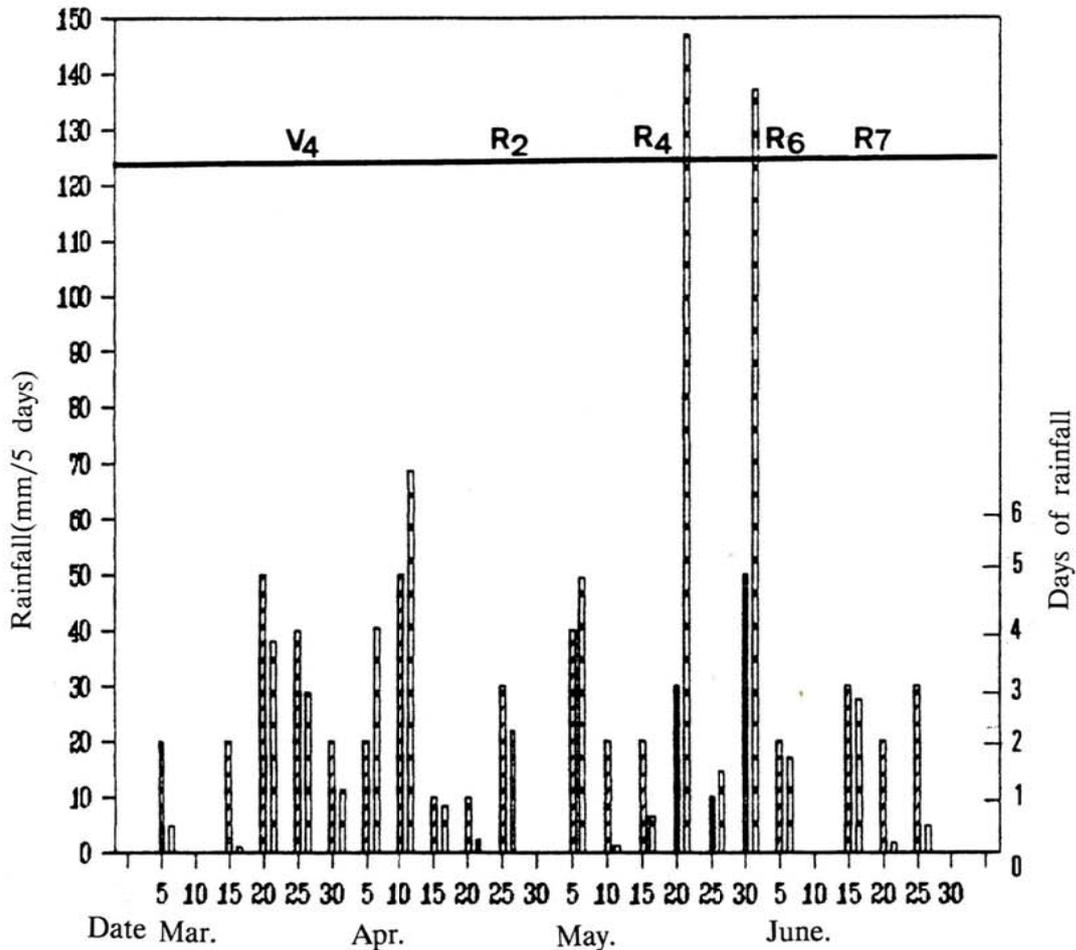


Fig 3. Rainfall and days of rainfall during growth stages of summer crop, 1988.

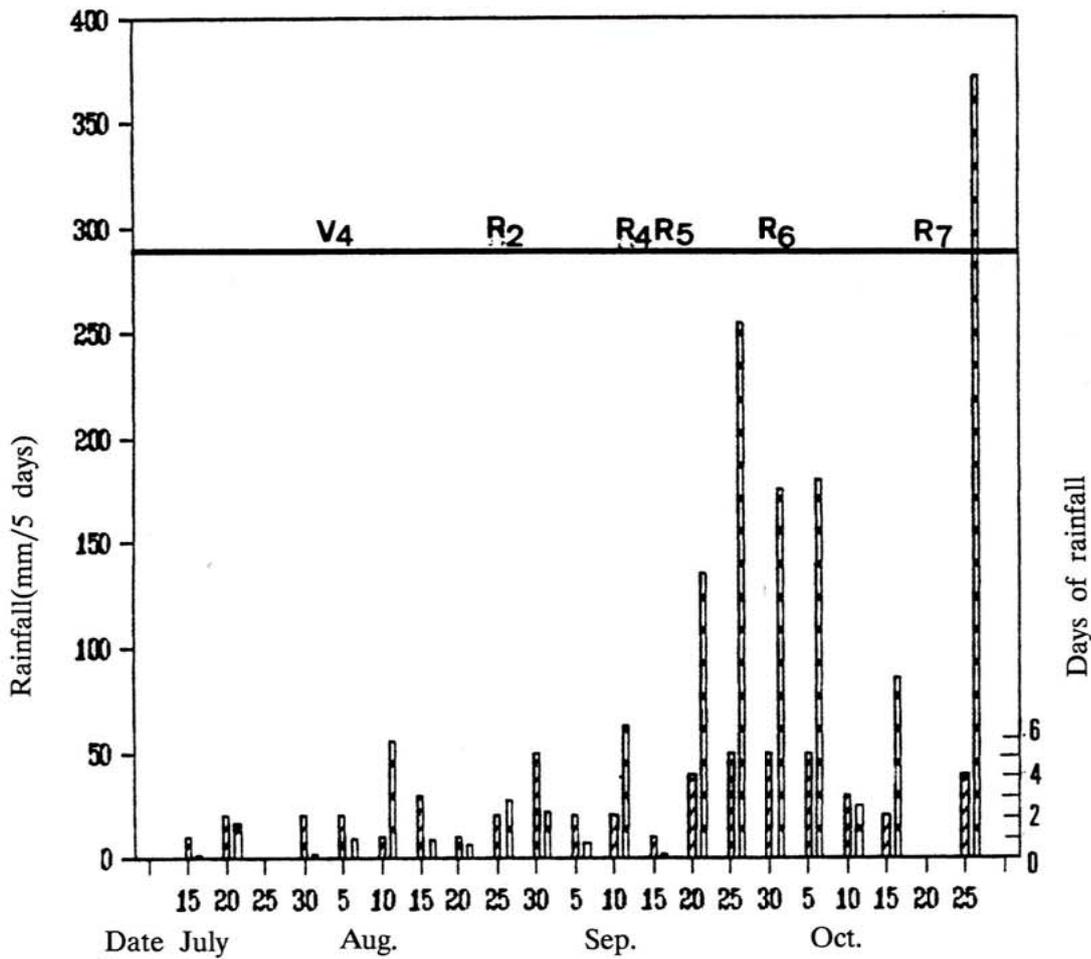


Fig 4. Rainfall and days of rainfall during growth stages of spring crop, 1989.

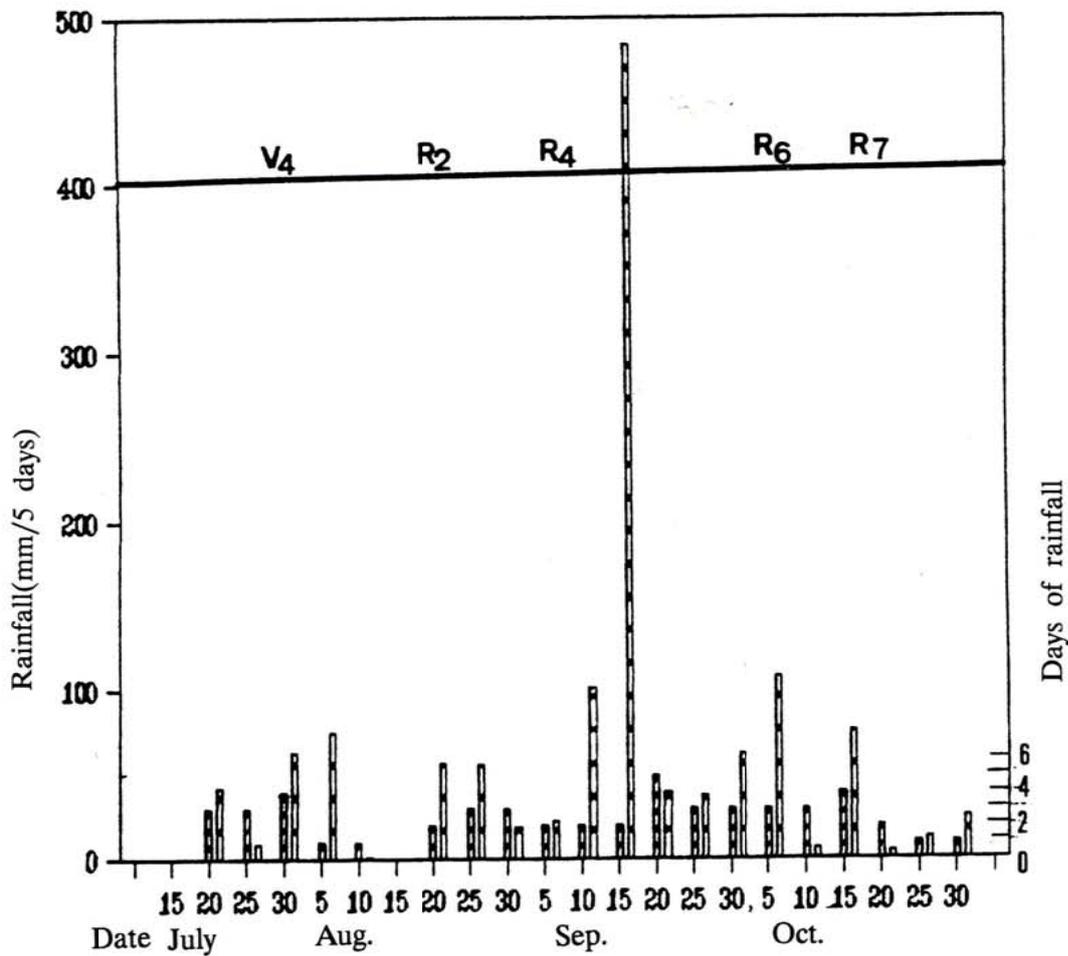


Fig 5. Rainfall and days of rainfall during growth stages of summer crop, 1989.

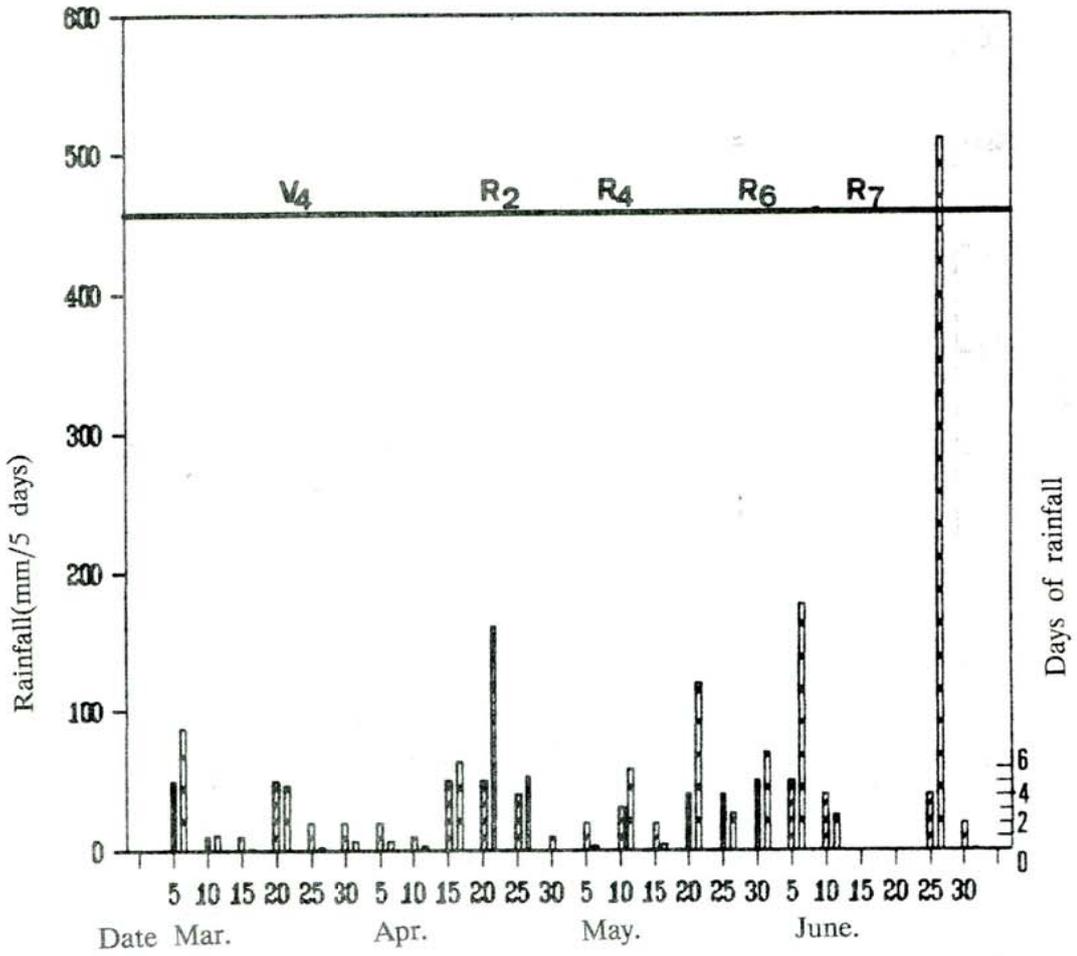


Fig 6. Rainfall and days of rainfall during growth stages of spring crop, 1990.