

"مجله علوم زراعی ایران"
جلد چهارم، شماره ۱، ۱۳۸۱

بررسی اثر روش های کاشت نم کاری (هیرم کاری) و خشکه کاری بر روی عملکرد ژنوتیپ های لوبیا چیتی

Study of dry and wet planting effects on grain yield of genotypes spotted bean (*Phaseolus vulgaris*)

علی اکبر قنبری^۱، افشین حسینی مهربان^۲، منوچهر طاهری مازندرانی^۳ و حمید رضا درّی^۴

چکیده

به منظور مقایسه دو روش کاشت هیرم کاری و خشکه کاری در لوبیا، آزمایشی بر روی چهار رقم لوبیا چیتی در ایستگاه ملی تحقیقات لوبیای خمین، در طی سال های زراعی ۱۳۷۴ و ۱۳۷۵ اجرا گردید. آزمایش به صورت طرح کرت های خرد شده نواری (Split block) با طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار، با دو عامل A و B اجرا گردید. عامل A در کرت های عمودی و در چهار سطح شامل ارقام لوبیا چیتی تلاش، محلی خمین، G-14088 و C.O.S-16 و عامل B در کرت های افقی و در دو سطح روش کاشت هیرم کاری و خشکه کاری بررسی گردید. در این بررسی تراکم ثابت ۱۴cm × ۲۰cm (۳۵۷۱۴۲ بوته در هکتار) در نظر گرفته شد. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که بین ارقام از نظر ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، و عملکرد اختلاف معنی دار وجود دارد. رقم لوبیا چیتی محلی خمین با ارتفاع ۹۵ سانتیمتر بیشترین ارتفاع بوته، و رقم تلاش با تعداد ۱۳/۹۵ غلاف، بیشترین تعداد غلاف در بوته را داشت. رقم C.O.S-16 بیشترین تعداد دانه به تعداد ۶۰ دانه در بوته و بیشترین عملکرد به مقدار ۲۸۰۹ کیلوگرم در هکتار را داشت. در بررسی روش های کاشت مشاهده شد که در روش کشت هیرم کاری ارتفاع بوته بیشتر بود. به علاوه تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و در نتیجه عملکرد نیز بیشتر بود. بررسی اثر متقابل بین ارقام مختلف لوبیا چیتی و روشهای کشت نشان داد که بیشترین تعداد غلاف در بوته به تعداد ۱۴ عدد، تعداد دانه در بوته به تعداد ۶۰ دانه و در نتیجه عملکرد به مقدار ۲۹۵۲ کیلوگرم در هکتار مربوط به رقم C.O.S-16 در روش هیرم کاری بود.

واژه های کلیدی: لوبیا چیتی، رقم، هیرم کاری، خشکه کاری، عملکرد.

مقدمه

Spotted bean در کشورمان جایگاه ویژه ای در بین حبوبات دارد (مجنون حسینی، ۱۳۷۳). سطح زیر کشت انواع لوبیا در استان مرکزی ۱۷۲۵۵ هکتار با متوسط عملکرد ۱۸۳۱ کیلوگرم در هکتار می باشد (بی نام، ۱۳۷۸). با توجه به کمیت و کیفیت این محصول، استان مرکزی یکی از مراکز عمده و مهم تولید حبوبات به ویژه انواع لوبیا است. پژوهش های زیادی

ازدیاد روزافزون جمعیت دنیا، کمبود مواد غذایی، محدودیت زمین های آبی، تولید مشکل و گران پروتئین حیوانی، بالا بودن درصد پروتئین گیاهی و تولید آسان تر آن نسبت به پروتئین حیوانی، بالا رفتن فرهنگ صحیح مصرف و تغذیه، استفاده بهینه از پروتئین گیاهی به همراه *Phaseolus vulgaris* L. مخصوصاً لوبیا چیتی

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۱/۷/۲۷

تاریخ دریافت: ۱۳۸۰/۹/۲۱

۳- کارشناس مرکز تحقیقات کشاورزی ورامین

۱ و ۲- اعضاء هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی استان مرکزی

۴- کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی استان مرکزی

مدیریت مزرعه است. در گیاه لوبیا، عمدتاً کشت به صورت درازبندی انجام می گیرد. یعنی ابتدا کرت هایی به طول ۱۰۰-۵۰ متر (بسته به نوع خاک و شیب زمین) ایجاد نموده و کشت توسط بذرکار لوبیا انجام می شود. البته در بیشتر مناطق زیر کشت لوبیا، به خاطر محدودیت اراضی و عدم وجود ماشین آلات مناسب، کشت توسط دست انجام می گیرد. در این مناطق، کشت به دو صورت هیرم کاری و خشکه کاری می باشد. از آن جا که گیاه لوبیا یکی از گیاهان حساس به شرایط نامساعد خاک (از جمله سله بندی) می باشد، انتخاب روش صحیح کاشت باعث کاهش تلفات و افزایش راندمان تولید خواهد گردید. هدف از انجام این تحقیق، بررسی و تعیین روش مناسب کشت جهت افزایش عملکرد در ارقام مختلف لوبیا چیتی بوده است.

مواد و روش ها

مطالعات مزرعه ای در سال های ۱۳۷۴ و ۱۳۷۵ در ایستگاه ملی تحقیقات لوبیای خمین انجام شد. شهرستان خمین با طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۵۷ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۹ دقیقه و ارتفاع ۱۸۱۵ متر از سطح دریا دارای آب و هوای معتدل کوهستانی و نزدیک به آب و هوای نیمه صحرایی است. میزان بارندگی سالیانه این شهرستان حدود ۳۰۰ میلیمتر است. آب و هوای معتدل این دشت وسیع و حاصلخیز باعث شده است که منطقه خمین به یکی از مناطق با استعداد کشت انواع لوبیا چیتی تبدیل گردد که همین امر در اقتصاد منطقه نقش بسزایی دارد.

بافت خاک محل آزمایش، رسی - لومی با pH برابر ۷/۵ الی ۸ بود. عملیات زراعی به طور یکنواخت برای کل آزمایش انجام شد و قبل از کاشت به میزان ۴۰ کیلوگرم در هکتار فسفر خالص و ۳۶ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع فسفات آمونیوم، در کرت ها پخش و مزرعه قبل از کاشت شخم زده شد. بذرها آزمایشی قبل از کاشت با سم قارچکش بنومیل به میزان دو در هزار ضد

روی لوبیا در کشورهای مختلف انجام شده و در حال انجام است. در CIAT (مرکز بین المللی تحقیقات کشاورزی در مناطق گرمسیری) طرح های تحقیقاتی مختلفی بر روی لوبیا انجام می گیرد. این مرکز با داشتن ژرم پلاسما قوی تمام مراکز تحقیقاتی دنیا از جمله ایران را از نظر تأمین مواد ژنتیکی زیر پوشش دارد.

ارقام مختلف لوبیا دارای ویژگی های رشدی متفاوتی هستند و هر یک برای یک سیستم زراعی خاص مناسب می باشند (Van Schoonhoven and Voysest, 1991). بررسی ها نشان می دهند که ارقام رشد نامحدود پتانسیل عملکرد بیشتری نسبت به ارقام رشد محدود دارند. در مقابل، در بررسی که روی ارقام مختلف لوبیا چیتی انجام شد (بیضائی، ۱۳۷۸)، رقم C.O.S-16 (رشد محدود) نسبت به رقم شاهد تلاش (رشد نامحدود) ۵/۲ درصد افزایش عملکرد داشت. در تحقیق دیگری که روی ارقام مختلف لوبیا چیتی در پاکستان انجام شد، تیپ های مختلف لوبیا (تیپ I, II, III) از نظر عملکرد دارای اختلاف معنی دار بودند (Mehraj et al., 1996). طبق تعریف، تیپ I شامل ارقامی است که دارای رشد محدود بوده و فرم بوته در آن ها به صورت ایستاده است. ارقام متعلق به تیپ II دارای رشد نامحدود و فرم بوته ایستاده می باشند. تیپ های III و IV دارای رشد نامحدود هستند ولی فرم بوته در آن ها به ترتیب حالت رونده (prostrate) و بالا رونده (climbing) دارد (Van Schoonhoven and Voysest, 1986; 1991). هم چنین، تحقیقات نشان داده اند ارقامی که دارای دوره رشد طولانی تری هستند، از عملکرد بیشتری نیز برخوردارند (Sreelatha et al., 1997). به عنوان نمونه، ظرفیت عملکرد گیاه لوبیا تا ۷۲ کیلوگرم در هکتار به ازای هر روز کاهش مدت رسیدگی تقلیل می یابد و افزایش تعداد روز تا رسیدگی باعث افزایش عملکرد می گردد (Singh, 1999).

روش های کشت گیاهان، از مهم ترین مباحث

۲۰ سانتیمتر و فاصله روی ردیف ها ۱۴ سانتیمتر در نظر گرفته شد. اندازه هر کرتچه ۵×۴ متر (۲۰ متر مربع) شامل ۲۰ ردیف کاشت بود که پس از حذف اثر حاشیه، مساحت برداشت ۱۲ متر مربع گردید. آبیاری بدین صورت انجام گرفت که کرتچه های مربوط به هیرم کاری آبیاری شد و وقتی زمین گاورو گردید مجموع کرتچه ها چه هیرم کاری و چه خشکه کاری هم زمان کشت گردیدند و کرتچه های مربوط به خشکه کاری بعد از کاشت هر پنج روز یکبار آبیاری گردید. کرتچه های مربوط به هیرم کاری ۱۵ روز بعد از کاشت و زمانی که لویا سبز شده و به مرحله دو برگگی رسید آبیاری گردید و سپس به ترتیب دور آبیاری همانند خشکه کاری هر پنج روز یکبار انجام شد.

در طول رشد و نمو، علاوه بر مراقبت های زراعی مانند وجین علف های هرز، مبارزه شیمیایی با آفات و بیماری ها، از صفاتی نظیر تاریخ جوانه زدن، درصد سبز کردن، فرم بوته، ارتفاع بوته، تاریخ گلدهی، مقاومت به آفات و بیماری ها، زودرسی و دیررسی، مقاومت به ریزش، تاریخ رسیدن و سایر صفات مورد نظر یادداشت برداری به عمل آمد.

پس از رسیدن کامل محصول، دانه هر کرت آزمایشی به طور جداگانه برداشت و توزین شد و در آزمایشگاه وزن صد دانه، شکل دانه و بازار پسندهی آن ها مشخص گردید. نرم افزار MSTATC برای آزمون اثر رقم، روش کاشت و اثرات متقابل احتمالی آن ها به کار رفت. مقایسه میانگین ها از طریق آزمون چند دامنه دانکن (در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪) انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه، درصد سبز کردن و زمان تا رسیدن کامل گیاه: بین ارقام مختلف از نظر ارتفاع بوته اختلاف معنی دار وجود داشت (جدول ۱). بیشترین ارتفاع مربوط به رقم محلی خمین بود، و رقم C.O.S-16 کمترین ارتفاع را داشت (جدول ۲). این موضوع بدین خاطر است که

عفونی گردید، و با توجه به نیاز مقدار ۴۶ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره، به صورت سرک در دو مرحله از رشد رویشی لویا داده شد.

در مورد مقدار مصرف کود شیمیایی، لازم به ذکر است که میزان متوسط کود توصیه شده (بر اساس آزمون خاک) برای مزارع لویا کاری اکثر مناطق، ۳۰ کیلوگرم در هکتار فسفر خالص و ۲۷ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع فسفات آمونیوم، و ۲۳-۳۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره به صورت سرک می باشد. با این وجود، در مناطقی که خاک مزرعه از نظر مواد آلی و معدنی خیلی فقیر است، می توان با توجه به آزمون خاک مقدار بیشتری کود کننده های نیتروژن می باشد، شاید افزودن این مقدار کود به خاک تعجب آور باشد. در حبوبات و از جمله لویا عوامل متعددی در تثبیت نیتروژن نقش دارند که مهم ترین آن ها رقم گیاه، سویه باکتری و برقراری همزیستی بین باکتری و گیاه می باشد. در گیاه لویا مشکل اساسی در تثبیت نیتروژن، عدم برقراری همزیستی یا ایجاد همزیستی بسیار ضعیف بین گیاه و باکتری های موجود در مزارع زیر کشت لویا می باشد (فاجریا و همکاران، ۱۳۷۸). بنابراین مقدار تثبیت نیتروژن در این گیاه بسیار ناچیز بوده و در نتیجه جهت رشد بهینه، باید کود کافی مصرف شود.

طرح آزمایشی مورد استفاده، طرح کرت های خرد شده نواری (Split block) در طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار بود. عامل A در چهار سطح و در کرت های عمودی شامل ارقام لویا چیتی تلاش، محلی خمین، G-14088 و C.O.S-16 و عامل B در دو سطح شامل روش های کاشت هیرم کاری و خشکه کاری و در کرت های افقی بررسی گردید. روش کاشت به صورت کرتی بود و هر کرت به گونه ای مشابه با نحوه کاشت دستگاه ردیفکار لویای مرسوم منطقه کشت گردید. فاصله ردیف های کشت

(جدول ۲). در بررسی که توسط طاهری مازندرانی (۱۳۷۷) بر روی ارقام لوبیا چیتی انجام شد، مشاهده گردید که رقم تلاش نسبت به ارقام محلی خمین و G-14088، دارای تعداد غلاف و تعداد دانه در بوته بیشتری بود. هر دو متغیر در روش کشت هیرم کاری برتری نشان دادند. در مورد این دو متغیر، اثرات ژنوتیپی عامل عمده اختلاف موجود بین ارقام است. از نظر وزن صد دانه، بین ارقام اختلاف معنی دار مشاهده شد. بیشترین وزن صد دانه از ارقام G-14088 و محلی خمین به دست آمد. در بررسی طاهری مازندرانی (۱۳۷۷) نیز ارقام G-14088 و محلی خمین از نظر وزن صد دانه در یک سطح قرار داشتند و رقم تلاش دارای کمترین وزن صد دانه بود. روش های کاشت از نظر وزن صد دانه، تفاوت معنی دار نداشتند. با این وجود در روش هیرم کاری وزن صد دانه بیشتر بود. به نظر می رسد که در روش خشکه کاری، برای مقابله با شرایط نامساعد خاک، گیاه اسیمیلات بیشتری را برای بافت های رویشی اختصاص می دهد (Van Schoonhoven and Voysest, 1991)، بنابراین مواد فتوسنتزی کمتری در اختیار غلاف قرار گرفته و در نتیجه از عملکرد، تعداد دانه و وزن صد دانه آن کاسته می شود.

عملکرد دانه:

بین ارقام مختلف از نظر عملکرد تفاوت معنی دار وجود داشت (جدول ۱). در مقایسه میانگین ها مشاهده شد که بیشترین عملکرد مربوط به رقم C.O.S-16 بود. به نظر می رسد که چون این رقم تعداد دانه بیشتری در هر بوته تولید نموده است، بنابراین از عملکرد بالاتری برخوردار می باشد. بیضائی (۱۳۷۸) نیز در آزمایش خود بر روی ارقام لوبیا چیتی، نتیجه گرفت که عملکرد در رقم C.O.S-16 بیشتر بود. روش های مختلف کشت نیز دارای اختلاف معنی دار بودند، به طوری که بیشترین عملکرد از روش هیرم کاری به دست آمد. از آن جا که روش هیرم کاری سبب بهبود سایر صفات گیاه

رقم C.O.S-16 از نوع تیپ I یا ایستاده می باشد و لذا ارتفاع آن نیز کمتر است. بین روش های مختلف کشت اختلاف معنی دار مشاهده نشد. با این وجود، در روش هیرم کاری ارتفاع بوته بیشتر بود. گیاهانی که رشد اولیه خوبی دارند، از پوشش گیاهی بهتری برخوردار خواهند بود. یکی از عواملی که باعث کندی رشد در لوبیا می گردد، سله بندی خاک می باشد. مقاومت خاک در برابر رشد گیاه (به دلیل سله بستن) موجب کاهش رشد اولیه، و در نتیجه تضعیف پوشش گیاهی و کاهش ارتفاع می گردد. بین ارقام از نظر درصد سبز کردن اختلاف معنی داری وجود نداشت، ولی بین روش های کشت اختلاف معنی دار مشاهده شد (جدول ۱) و روش کاشت هیرم کاری از نظر این متغیر برتری داشت (جدول ۲). سبز شدن سریع و یکنواخت بذرها سبب می شود که در اول فصل، گیاه پوشش فضایی لازم برای جذب حداکثر نور را ایجاد نماید و لذا باعث افزایش LAI و در نتیجه CGR و عملکرد می گردد. ارقام به طور غیر معنی داری دارای دوره رشد متفاوتی بودند، به گونه ای که رقم C.O.S-16 دارای رشد طولانی تری نسبت به ارقام دیگر بود. بررسی ها نشان می دهند که با طولانی تر شدن دوره رشد گیاه، عملکرد افزایش می یابد (Singh, 1999). تعداد روز تا رسیدن کامل در دو روش کاشت تفاوت معنی دار داشت و روش هیرم کاری سبب زودرسی گردید. در تعیین عملکرد گیاه، دو جزء سرعت پر شدن و مدت زمان پر شدن دانه نقش دارند (Egli, 1998). به نظر می رسد که در روش هیرم کاری، به دلیل ایجاد شرایط مناسب برای رشد، سرعت پر شدن دانه افزایش می یابد و بنابراین موجب زودرسی گیاه می گردد.

تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه:

در بررسی تعداد غلاف و تعداد دانه در بوته، مشاهده شد که بین ارقام، روش های کاشت و اثر متقابل آن ها اختلاف معنی دار وجود دارد (جدول ۱). از نظر تعداد غلاف در بوته، بیشترین مقدار مربوط به رقم تلاش و بیشترین تعداد دانه در بوته مربوط به رقم C.O.S-16 بود

بستن خاک کاهش می یابد، میزان مصرف آب کمتر می شود، شرایط رشد مناسب تر بوده و در نتیجه عملکرد افزایش می یابد. به علاوه، در این روش می توان قبل از کاشت گیاه زراعی با علف های هرزی که در اثر آبیاری سبز شده اند مبارزه نمود. بنابراین در روش کرتی و آبیاری غرقابی لوییا، بهتر است که از روش هیرم کاری استفاده شود.

همان طور که در بخش مقدمه ذکر شد، گیاه لوییا در اکثر مناطق به صورت دراز بندی کشت می شود. بدین صورت که بسته به شرایط خاک (بافت خاک، شیب زمین و ...)، ابتدا کرت هایی به طول ۱۰۰-۵۰ متر و عرض تقریبی ۲ متر ایجاد کرده و سپس با دستگاه لوییا کار کشت انجام می شود. این روش (یعنی روش کرتی) دارای معایب متعددی است که عبارتند از: افزایش مصرف آب، آب ایستادگی پای طوقه گیاه، سله بستن سطح خاک، افزایش آفات و بیماری های گیاهی (به دلیل خوابیدن بوته ها روی سطح خاک) و غیره. بنابراین برای رفع این مشکلات، باید روش های مناسب تری در کشت گیاهان اتخاذ گردد. به عنوان مثال، روش کشت پشته ای یکی از روش های بسیار مفید در کشت گیاه لوییا می باشد. از فواید این روش می توان به گرم شدن سریع خاک، کاهش هزینه ها، کنترل فرسایش، کاهش مصرف آب و افزایش عملکرد اشاره نمود (Griffith et al., 1990).

بنابراین، با توجه به موارد یاد شده پیشنهاد می شود که هر چه سریع تر روش کشت گیاه لوییا در تمام مناطق لوییا کاری کشور تغییر یافته و روش های نوین و مکانیزه جایگزین روش های سنتی، کم درآمد و پرهزینه گردند.

بدیهی است که عمل به توصیه های ارائه شده در مقاله های تحقیقاتی مدت ها به طول می انجامد و تغییر روش سنتی کاشت لوییا با توجه به محدودیت هایی که به ویژه از نظر تأمین ماشین های کشت و غیره وجود دارد راهی بس دشوار در پیش خواهد داشت ولی تا

می گردد، بنابراین با افزایش مقادیر صفات مؤثر در عملکرد (مخصوصاً اجزاء عملکرد)، موجب افزایش عملکرد می گردد.

در بررسی اثر متقابل رقم و روش کاشت، اختلاف معنی داری از نظر صفات ارتفاع گیاه، درصد سبز کردن، وزن صد دانه و عملکرد دانه وجود نداشت (جدول ۱). اما صفات تعداد غلاف و تعداد دانه در بوته به طور بسیار معنی داری تحت تأثیر اثر متقابل دو عامل قرار گرفتند. بیشترین تعداد غلاف و تعداد دانه در بوته از رقم C.O.S-16 در روش هیرم کاری به دست آمد. با وجود این که اثر متقابل بر روی عملکرد معنی دار نبود، اما در مقایسه میانگین ها رقم C.O.S-16 در روش هیرم کاری بیشترین عملکرد را نشان داد. نتایج به دست آمده نشان می دهند که بین رقم و روش کاشت رابطه مثبت وجود داشته و روش هیرم کاری در کلیه ارقام مورد مطالعه از مزیت نسبی بالایی برخوردار است. در روش نم کاری سله بستن خاک کاهش می یابد، میزان مصرف آب کمتر می شود، شرایط رشد مناسب تر بوده و در نتیجه عملکرد افزایش می یابد. به علاوه، در این روش می توان قبل از کاشت گیاه زراعی با علف های هرزی که در اثر آبیاری سبز شده اند مبارزه نمود. بنابراین در روش کرتی و آبیاری غرقابی لوییا، بهتر است که روش نم کاری استفاده شود.

در مجموع، هر چند رقم C.O.S-16 از نظر اندازه دانه نسبت به رقم محلی خمین ریزتر و از بازار پسندی متوسطی برخوردار است، اما این رقم به خاطر این که به صورت ایستاده بوده و مناسب برداشت با کمباین است، لذا امکان کاشت، داشت و برداشت این رقم به صورت مکانیزه وجود دارد و می توان هزینه های تولید به ویژه هزینه های برداشت را تا حد زیادی کاهش داد. به علاوه از خصوصیات بارز این رقم می توان به یکنواخت رسیدن غلاف ها، بالا بودن درصد پروتئین موجود و متحمل بودن این رقم نسبت به بیماری های ویروسی اشاره نمود. هم چنین، در روش هیرم کاری سله

رسیدن به وضعیت آرمانی استفاده از روش هایی نظیر به عنوان پل گذر از روش های سنتی به روش های هیرم کاری و مزایایی که برای آن برشمرده شد، می تواند صنعتی در نظر گرفته شود.

References

منابع مورد استفاده

- بیضائی، ا. ۱۳۷۸. گزارش نهایی طرح بررسی و مقایسه عملکرد ارقام لوبیا سفید، قرمز و چیتی. مرکز تحقیقات کشاورزی استان مرکزی.
- بی نام. ۱۳۷۸. آمارنامه سازمان کشاورزی استان مرکزی.
- طاهری مازندرانی، م. ۱۳۷۷. گزارش نهایی طرح بررسی و مقایسه عملکرد ارقام لوبیا چیتی در دو روش کشت رایج و استفاده از قیم. مرکز تحقیقات کشاورزی استان مرکزی.
- فاجریا، ان. کا، وی. سی. بالیگار، و چارلز ا. جونز. ۱۳۷۸. رشد و تغذیه گیاهان زراعی: ترجمه: قدرت اله فتحی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- مجنون حسینی، ن. ۱۳۷۳. حبوبات در ایران. انتشارات دانشگاه تهران.
- یزدی صمدی، ب.، ع. ا. رضایی، و م. ولی زاده. ۱۳۷۶. طرح های آزمایشی در پژوهش های کشاورزی. انتشارات دانشگاه تهران.

Egli, D.B. 1998. Seed biology and the yield of grain crops. CAB International, USA. 178 PP.

Griffith, D.R., S.D. Parsons, and J.V. Mannering. 1990. Mechanics and adaptability of ridge-planting for corn and soyabean. Soil and Tillage Res. **18**:113-126.

Hidalgo, R., L. Song, and P. Gepts. 1986. The cultivated species of phaseolus. CIAT, Cali, Colombia. 52 pp.

Mehraj, K.N., M.A. Brick, C.H. Pearson, and J.B. Ogg. 1996. Effects of bed width, planting arrangement, and plant population on seed yield of pinto bean cultivars with different growth habits. J. Prod. Agric. **9**:79-82.

Singh, S.P. 1999. Common bean improvement in the twenty-first century. Kluwer Academic Publishers. 430 pp.

Sreelatha, D., K.L. Rao, R. Veeraraghavaiah, and M. Padmaja. 1997. Physiological variations in French bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars as affected by sowing dates. Annals Agric. Res. **18**:111-114.

Van Schoonhoven, A., and O. Voysest. 1991. Common beans research for crop improvement. CIAT, Cali, Colombia.