

菏泽地区夏大豆亩产 200kg 的 栽培措施研究^{*}

林贤齐 陈慧琴 李凤兰 石宏展
陶福占 柴远方 梁兰平

(山东省菏泽地区农业科学研究所)

提 要

1986~1990年我们进行了夏大豆品种、密度、施肥、灌水等主要栽培措施与综合丰产的研究与应用,认为菏泽地区夏播大豆由于可供其生长的时期相对较短,以选用生育期100天左右,株形紧凑的品种,适当增加密度,较易获得每亩200kg以上的稳定产量。栽培措施要点是:以增加群体密度、采用氮磷配合施用;有机肥、无机肥与微肥配合施用,以提高光合与固氮能力,并使植株生长稳健、营养与生殖生长协调,促进养分向生殖器官输送。花荚期叶面施肥与结荚、鼓粒期干旱浇水,延长叶片与根瘤的功能期,使养分充分迁入籽粒,以提高粒重,充分发挥大粒品种籽粒的养分贮藏功能。

关键词 氮磷比;C:N;积累曲线;根瘤数;百粒重

菏泽地区位于山东西南部,与苏、豫、皖三省交界。6月中旬至9月下旬夏大豆生长期间,10℃以上积温2519.2℃;日照775.9小时;降雨量427.4毫米,占年雨量的62.8%,雨热同季。地势平坦、土层深厚,适于大豆种植,为黄淮流域与山东省大豆主产区之一。但因栽培管理粗放,大豆产量一般在100kg/亩左右。如针对当前情况,进行高产生育规律与改善栽培管理的研究与应用,提高大豆单产将有较大前景。现据5年试验测定与应用结果,对夏大豆亩产200kg的栽培措施进行探讨。

材 料 与 方 法

在采用传统有效栽培措施的基础上,用荷84-5、荷7308、跃进4号、跃进5号、鲁豆2

^{*} 本文于1991年10月3日收到。
This paper was received on Oct. 3, 1991.

号等品种进行密度;施有机肥和无机氮或氮磷配合;施微肥;叶面施肥;灌溉等单项试验与上述各措施配套应用的综合丰产试验等。在本所内外多点进行。一般为随机区组法设计,丰产试验则采用裂区排列或间比、对比法。试验一般3~4次重复。其中灌溉试验用1.15米³水泥槽栽培,雨天盖塑料膜,防土壤水份旁渗与降雨影响。光照强度用ZD-Ⅱ照度计(误差<0.05)测定,用半叶法测光合强度,NaOH吸收酸液滴定法测株间CO₂浓度,光电比色法测叶绿素含量。对各试验不同处理生育与产量差异进行比较分析,以总结出亩产200kg以上的生育规律与配套栽培技术,并进行应用验证。

结果与分析

本研究自1986年开始,历年皆有亩产过200kg的。1989年开始较大面积示范应用,两年来产量一般达标。

一、选用株形紧凑、粒较大的品种,适当提高密度

我们选用荷84-5、荷7308作为200kg/亩以上丰产的主栽品种。荷84-5株高87cm左右,亚有限结荚,单秆型,秆强抗倒,叶柄夹角较小(其夹角24.67°,小于鲁豆2号等)。生育期100~105天,三、四粒荚较多,百粒重18克左右,较抗病毒病与孢囊线虫。荷7308株高60cm左右,矮秆,生育期95~100天,分枝性中等,叶柄上举(叶柄夹角仅20°),属上部收敛型。抗病毒病与孢囊线虫。荷84-5、荷7308的适宜密度分别为每亩2.0万株、2.5万株,较原主栽品种跃进4号、跃进5号等提高5000株/亩、10000株/亩,其叶面积指数分别达4.02或5.82,较上述品种提高2.0或1.3,透光系数(T值, $T=e^{-k}$)为0.674或0.699,亦提高0.302或0.242,明显改善了“源”的生态条件。且荷84-5、荷7308皆为较大粒品种,亦利于发挥粒重方面的“库容潜力”。

二、氮磷配合;有机、无机配合;微肥应用,与中后期叶面施肥的效果

菏泽地区土壤有机质含量偏低,除速效钾外,碱解氮较低,速效磷缺乏,氮磷比例失调,其有机质;氮、磷、钾全量;速效氮、磷钾含量,依次为0.78%、0.06%、0.151%、1.56%、62ppm、4.9ppm、131ppm,硼、锌、铜、锰等微量元素也缺乏,为大豆高产的重要限制因素。

1. 氮磷配合施肥的效果及适宜N/P

各点试验结果为,不同施氮水平间产量差异一般不显著。不同施磷水平间产量差异显著或极显著($F_{(8,16)}=44.97^{**}$),而N×P的交互作用则达极显著平准($F_{(4,16)}=6.51^{**}$)。随施磷量的增加,单株粒重、茎重、主根重、叶面积及百粒重皆增加,植株的整体状况改善。且单株根瘤数、根瘤重也增加,有利于发挥固氮作用。而增施氮素化肥,不利于根瘤形成,对植株整体状况改善的作用一般不如施磷明显。N×P互作,在株高、单株节数、单株粒重、粒/茎等方面,一般或多数高于相应的单施N、P处理二者的平均值与其中较大值(表1)。说明氮磷配施可使豆株生育更趋协调。

单施氮肥一般以亩施3.61~4.25kg者效果较好,多施氮效果差,这可能与影响根瘤形成与固氮有关。故应氮磷配施,以充分发挥其交互作用。各试验的互作效果因地而异,无一致的最优比例。将9处试验结果与相应的土壤养分状况进行统计分析,证明各试验中

表 1 大豆施肥 N×P 互作效应(品种荷 84-5)

Table 1 The N×P interaction effect of applying fertilizer for soybean (He 84-5)

| 处 理 项 目 Treatments Items | N ₀ ×P ₀ | N、P 单施或混施各处理效果平均 Average effect of seprate and combined applieation of N、P | |
|-----------------------------------|--------------------------------|---|--|
| | | N、P 单施效果总平均 Average of N、P applied alone | N×P 混施效果总平均 Average of N×P combined application |
| | | | |
| 株高 Height of plant | 66.2 | 72.28 (74.68,69.88) N、P. | 75.37 |
| 单株节数 Number of nodes per plant | 15.0 | 16.03 (15.82,16.13) N、P. | 16.72 |
| 单株粒重 Seeds weight per plant(g) | 5.94 | 9.12 (8.09,10.14) N、P. | 10.31 |
| 百粒重 Weight of 100 seeds (g) | 12.65 | 14.83 (14.75,14.9) N、P. | 15.08 |
| 粒/茎 Seeds/stem | 0.75 | 0.94 (0.85,1.02) N、P. | 0.94 |

较高产处理的施肥 N/P 与土壤速效 N/P 关系密切($r = -0.6122, n = 9, t = 2.048$), 置信率在 90% 以上。与土壤全 N/全 P 亦有一定相关性。且土壤速效 N/P 与土壤速效 N 丰缺度/速效 P 丰缺度的关系极密切($r = 0.9965^{**}$), 完全可反映土壤氮磷的丰缺状况。同时土壤速效 N/P 与施肥 N/P 的回归线(图 1)中间值(其施肥 N/P 为 1 : 0.83)又与我区作物施肥试验的经验值(1 : 0.5~1 : 0.75)^[1]相近。故初步认为在我区一般土壤养分范围内, 可作为因土配方施肥的参考。我区大豆丰产田(以亩产 150kg 以上为标准, 其土壤碱解 N 多在 45~91ppm, 速效 P(P₂O₅)多在 15~25ppm, 速效 N/P 为 3.1~5.4), 据图 1 的回归关系估算, 此时大豆施肥的 N/P 为 1.43~0.85。经试验大豆氮素化肥经济较佳用量约为 4kg/亩, 以此为基数其估算施肥量约为每亩 N4kg, P2.8~4.7kg。

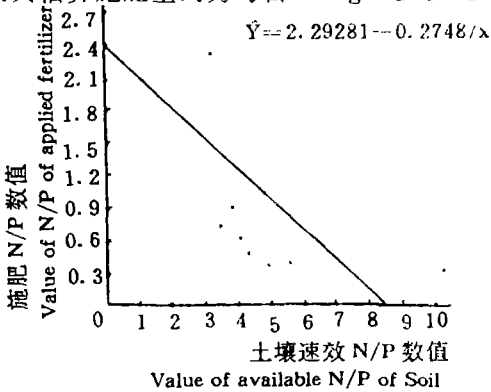


图 1 大豆施肥 N/P 与土壤速效 N/P 关系

Fig. 1 The relationship between N/P of applied fertilizer for soybean & available N/P of soil

2. 有机肥与无机氮素化肥的配合施用：

据多处试验结果, 单施无机氮肥(亩施 N. 2.5~7.5kg), 其增减幅度为 +22.0~ -19.9%, 平均仅增产 2.2%, 增产点占总点数的 66.7%。有机肥与无机氮肥配合施用(亩施 N. 1.8~10kg), 其增产点数占 85.7%, 增减产幅度为 +21.4~-6.4%, 平均增产 4.4%。而单施麦糠等有机肥的各点(亩施 N1.6~9.0kg)皆增产(+3.1~+24.9%)平均增产 11.3%。证明施有机肥或有机、无机 N 肥配施, 其增产效果及稳定性皆高于单施无机氮肥的。据我们对氮素化肥施用量与大豆产量关系的回归分析($y = 5.09 - 0.18x, r =$

-0.87^{*})符合报酬递减率。而有机、无机氮肥配施,在一定程度上提高氮的有效施用量,较单施无机氮肥者每亩可提高施氮量1.75kg以上。四年结果,施有机肥以及有机、无机氮肥配施,籽粒产量与生物产量皆高于不施肥的,多数处理亦高于单施氮肥者。其不同C:N处理间的籽粒产量差异不显著,但多数以25:1~40:1左右者较好(表2)。砂培营养液盆栽试验,以蔗糖、尿素配置不同C:N处理的单株荚重和生物产量一般亦高于单施氮肥者。其C:N与田间试验结果大体一致(表3)。在丰产试验中上述C:N处理一般较对照增产3.38~7.85%。故认为有机与无机氮肥配施的较佳C:N为25:1~40:1。

表2 有机、无机氮肥配合施用试验结果

Table 2 Experimental result of combining application of organic matter and mineral N.

| 处理 Treatment (C:N) | 每亩籽粒产量 Seeds—yield per mu | | 单株地上部干重 Dry weight of shoot per plant | | 单株根瘤数 No. of Rhizobial nodules per plant | | 单株根重 增减率 | 净光合生产 率增减率 | 经济系数 增减率 |
|--------------------------|------------------------------|---|---|---|--|---|-------------|---------------|-------------|
| | 高于对照点次率 | | 高于对照点次率 | | 高于对照点次率 | | 增减率 | 增减率 | 增减率 |
| | 增减率 (±%) | Rate of places that heigher than ck (%) | 增减率 (±%) | Rate of places that heigher than ck (%) | 增减率 (±%) | Rate of places that heigher than ck (%) | 增减率 (±%) | 增减率 (±%) | 增减率 (±%) |
| 40:1 | 8.1 | 100.0 | 1.0 | 60.0 | 50.4 | 83.3 | 8.6 | -7.4 | 9.9 |
| 25:1 | 7.5 | 91.7 | 6.4 | 85.7 | 17.6 | 66.7 | 20.4 | 5.4 | 1.1 |
| 15:1 | 3.1 | 66.7 | 4.8 | 100.0 | 31.2 | 87.5 | 14.9 | 4.1 | 1.1 |
| 0:1 | 6.0 | 71.4 | 1.7 | 50.0 | 10.8 | 66.7 | 4.1 | -1.8 | 3.0 |
| 0:0(ck) | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

表3 不同C:N营养液砂培试验

Table 3 Result of experiment of different C:N nutrient solution under sand culture

| 处 理 Treatment (C : N) | 单 株 荚 重 Pods weight per plant | | 单 株 重 Weight per plant | | 单株根瘤数 No. of Rhizobia Inodules | | 经济系数 Pods wt/ shoot wt. |
|-----------------------------|----------------------------------|---------------|---------------------------|---------------|-----------------------------------|---------------|-------------------------------|
| | 干 重 | | 干 重 | | 个 数 | | |
| | Dry weight(g) | 增 产 率 (±%) | Dry weight(g) | 增 产 率 (±%) | Number | 增 产 率 (±%) | |
| 75 : 1 | 0.423 | 3.2 | 1.79 | 5.7 | 35.5 | -2.1 | 0.28 |
| 60 : 1 | 0.41 | 0.0 | 1.70 | 0.2 | 41.4 | 14.4 | 0.29 |
| 45 : 1 | 0.47 | 14.8 | 1.86 | 10.0 | 36.5 | 0.8 | 0.30 |
| 25 : 1 | 0.42 | 2.0 | 1.81 | 7.1 | 46.8 | 29.1 | 0.30 |
| 15 : 1 | 0.56 | 39.0 | 1.93 | 14.0 | 34.5 | -4.7 | 0.35 |
| 0 : 1 | 0.41 | 0.0 | 1.69 | 0.0 | 36.2 | 0.0 | 0.29 |

据统计,根瘤数与无机氮肥施用量呈负相关 $r=-0.81^*$,而有机、无机氮肥配施的C:N与单株根瘤数呈正相关 $r=0.8765^*$ 。说明由于有机、无机氮肥配施调节了耕层土壤的C:N,故促进根瘤的形成。且有机、无机氮肥配施,单株叶面积较对照增加13.8~23.9%,施后17~18天田间CO₂含量较未施者增加117.78~176.97mg/m²·小时,这将促进光合作用的进行。施有机肥植株体内C:N为9.9:1,较施N素化肥与不施肥的

对照分别提高 32%、62.3% 其净光合生产率与经济系数皆高于对照。经统计,大豆籽粒产量与单株根瘤数呈显著正相关($n=9, r=0.708^*$),故认为施有机或有机、无机氮肥配施,由于改善了田间 CO_2 供应条件与调节了耕层土壤的 C:N,从而提高了光合强度与促进根瘤形成,而根瘤固定的氮对促进籽粒形成的贡献,又大于其它氮源^[2],这是其增产的原因。施用时期宜在分枝、始花前,一般亩施麦糠、麦秸等 200kg,配施尿素等氮肥,调节 C:N 至 25:1~40:1。前茬施用,有机肥量可适当增加。

3. 施用微肥调节与改善大豆营养代谢条件。

经五年多点试验,施微肥的增产效果为硼 12.7%、铜 9.4%、锌 14.6%、钼 8.4%、锰 5.2%。施 Cu、Mn,可促进叶绿素形成,其叶绿素含量分别较对照增加 7.7%、15.5%,施铜净光合生产率明显高于对照。施锌者单株荚粒数;根重;地上部重和百粒重皆增加。施铜、硼、钼、锰可促进根瘤形成。土壤有效铜量达 0.83~1.32ppm。(DTPA 液浸提)施铜仍有较好效果,说明大豆有喜铜的特性。每亩用硫酸铜 50 克兑水 50~75kg,于盛花期叶面喷施增产 14.9%,每亩基施硫酸铜 50 克增产 7.9%。硼的施用以每亩 60 克硼砂较好,基施效果优于叶面喷施。锌的用量,我们的结果与外单位不尽一致,基施硫酸锌 6 克/亩就有较好效果,与亩施 1kg 的效果无明显差异。每亩基施硫酸锰 70 克或钼酸铵 4.5 克皆有较好效果,用同量钼酸铵于花荚期叶面喷施或拌种,分别较基施增产 1%、2%。

4. 结荚、鼓粒期叶面施肥:

经试验,大豆结荚、鼓粒初期,叶面喷施铜、钼或硼,其叶绿素含量、光合强度与百粒重皆高于不施微肥喷清水的对照,分别增产 6.55%、6.06% 与 4.29%。鼓粒初期每亩叶面喷

表 4 结荚、鼓粒期叶面喷施肥料效果(品种:菏 84-5,菏 7308,鲁豆 2 号)

Table 4 The effect of foliar fertilizer during podding & seed filling stages

| 年份 Years | 处理 Treatment | 亩产 Yield (kg/mu) | 较 CK 增产 Yield that compared with CK (+%) | 叶绿素含量 Content of chlorophyll (mg/cm ² /) | 光合强度 Photosynthetic rate (CO ₂ mg/cm ² /日) | 百粒重 Weight of 100 seeds (g) |
|-------------|---|------------------------|---|--|---|-----------------------------------|
| 1986 | 喷 Cu. 50g/亩 spray Cu. 50g/mu | 192.42 | 6.56 | 5.33 | 11.45 | 19.87 |
| | 喷 Mo. 45g/亩 spray Mo. 45g/mu | 191.51 | 6.06 | 5.04 | 17.94 | 19.79 |
| | 喷 B. 60g/亩 spray B. 60g/mu | 188.32 | 4.29 | 4.30 | 16.97 | 20.79 |
| | 喷清水 (CK) Spraying water | 180.57 | 0.0 | 3.71 | 9.06 | 19.71 |
| 1988 | 喷磷酸二氢钾 250g+尿素 500g/亩 Spray KN ₂ PO ₄ 250g+ CO(NH ₂) ₂ 500g/mu | 164.11 | 19.05 | — | — | — |
| | 喷清水 Spraying water (CK) | 137.84 | 0.0 | — | — | — |
| 1988 | 喷磷酸二氢钾 250g+尿素 500g/亩 Spray KN ₂ PO ₄ 250g+ CO(NH ₂) ₂ 500g/mu | 202.77 | 6.56 | — | — | 19.65 |
| | 喷清水 Spraying water (CK) | 190.28 | 0.0 | — | — | 18.95 |

磷酸二氢钾 250 克+尿素 500 克(兑水 50kg),两年试验较对照增产 6.56~19.05%,叶片延迟衰老,落黄晚 3 天左右,百粒重增加(表 4)。

5. 有机、无机氮肥与上述微肥配合施用,氮磷肥与微肥配合施用,其效果一般为正值,且较未施肥者增产 13.1%、34.5%,综合效果较好。

三、各生育期干旱的影响及灌溉效果

试验设 6 个处理(表 5),以差值法比较分析各生育期干旱对大豆的影响及其灌溉效果。各处理干旱(<60%田间持水量)期结束后即灌水,三年结果证明各期受旱大豆皆减产。与对照比较。除出苗—三复叶期处理两年减产一年增产,不够规律外,其它各期受旱减产程度依次为结荚期>开花期>鼓粒期,且干旱延续时间较长其积累影响也较重,证明花荚期是大豆需水的关键期。其中结荚期正值植株生长旺盛与籽粒形成的时候,为使植株稳健增长不早衰,此时灌溉尤为必要。鼓粒期干旱处理在本试验中因干旱持续期较短,受前期水分较足的延续效应,其减产幅度可能偏小。据以往生产实践结果。此时灌溉可提高百粒重,仍有较好效果。且此时我区干旱机率达 65~71%,为防早衰取得 200kg/亩以上产量,此时迁早浇水仍属必要。

表 5 灌溉试验产量差异比较
Table 5 Yield of irrigation experement

| 处 理 Treatment | 亩产 Yield (kg/mu) | 差 异 Difference | | | | | 增减产 (±%) | 三年平均增减产 Mean of three years (±%) |
|---|------------------------|-------------------|----------|----------|----------|------|-------------|--|
| 出苗至三叶期旱 Drought on seedling to trifoliate stage | 232.83 | | | | | | +6.85 | -1.51 (-7.22~+6.85) |
| 全生育期水适宜 Sunabe humidity in whole stage(CK) | 217.89 | 14.94 | | | | | 0.0 | 0.0 |
| 鼓 粒 期 旱 Drought on seed filling stage | 215.81 | 17.02 | 2.08 | | | | -0.96 | -1.54 (-0.96~-2.11) |
| 三叶至开花期旱 Drought on trifoliate stage to Blooming | 213.47 | 19.36 | 4.42 | 2.34 | | | -2.04 | -4.63 (-2.04~-7.22) |
| 结荚、鼓粒期旱 Drought on podding & seed filling stages | 121.30 | 111.53** | 96.59** | 94.51** | 92.17** | | -44.33 | -28.92 (-13.5~-44.33) |
| 开花、结荚、鼓粒期旱 Drought on blooming podding and seed filling stages | 96.10 | 136.73** | 121.79** | 119.71** | 117.37** | 25.2 | -55.90 | -36.25 (-16.59~-55.90) |

讨 论

一、位于黄淮流域夏播大豆区域的菏泽地区,可供大豆生长的时间相对较短,以选用生育期 100 天左右,粒较大,株形紧凑的品种,适当扩大群体,以密取胜,较易获得 200kg/亩以上的产量。

二、亩产 200kg 大豆的株高、干重、叶面积动态,是苗期壮而不旺、开花期开始增长稳健、鼓粒期间停止增长较晚不早衰。变化呈较平缓的“S”形积累曲线。苗期健壮不旺长,利于根系增长与避免基部节间过长,为以后生育打好基础。开花开始增长稳健,可使营养与生殖生长趋协调,以利于多结荚。鼓粒期间停止增长较晚不早衰,则延长了叶片与根瘤的功能期,为增粒重提供有利条件,以充分发挥提高百粒重的增产作用。

三、为达上述要求我们采用了以下措施:

1. 选用了中秆单秆型与矮秆上部收敛型的两个株形紧凑品种,提高密度到每亩 2 万株、2.5 万株。针对农村条播下种质量较差,为使植株分布均匀采用窄行距,行距缩至 30cm 左右较易均匀留苗。

2. 足墒即时早播种进行定苗与除草,使豆苗整齐健壮,为丰产打下基础。在施肥方面,采用氮磷配合;有机肥、无机氮肥配合与施用微肥,使大豆生育协调,并保持较长时间较大的光合面积与增加根瘤数,起到扩“源”促“流”增“库”作用,促进荚粒形成并为以后百粒重的提高创造有利条件。结荚、鼓粒初期叶面施微肥及尿素与磷酸二氢钾并进行灌水,使叶片与根瘤功能期延长,促进碳氮等养分的吸收与向籽粒运转。充分发挥“提高百粒重”对产量的贡献。

针对我区群众种豆中存在的问题与便于其掌握应用,我们将上述栽培措施概括为以下四项改革,并已在生产上应用取得较好效果:

(1)改“品种混杂,小播量稀植,播种粗放”为“选用适于密植的良种,适当加大播量,足墒适期早播,合理密植”。

(2)改“不施肥或偏施氮肥”为氮磷配合,“有机肥、无机氮肥配合施用,与施硼、铜、锌、钼、锰等微肥,发挥多种营养元素的综合效果”。

(3)改“忽视中、后期肥水管理”为“注意结荚、鼓粒期叶面施肥与浇水”。

(4)改“管理粗放,不注意间苗、治虫、除草”为“重视间苗、治虫、除草”。

参 考 文 献

[1] 阎傅胜、覃沛芬等,1987,菏泽地区土壤,高等教育出版社,217

[2] 侯立白、李奇真、孙克用,1985,应用 ^{15}N 示踪法对大豆不同来源氮素吸收与利用研究,作物学报, 11(3)

STUDY ON THE CULTURAL TECHNIQUES FOR 200kg/mu YIELD OF SUMMER SOYBEAN IN HEZE AREA

Lin Xianqi Chen Huiqin Li Fenlan Shi Hongzhan
Tao Fuzhan Chai Yuanfang Lian Lanpin

(Heze Agricultural Institute, Shandong)

Abstract

Study on cultural techniques for 200kg/mu yield of summer soybean were conducted from 1986 to 1990. The results were:

In Heze summer sowing area, varieties chosen having nearly 100 days growth period compact plant—shape and thick planting, were essential for 200kg/mu yield. Enlarging high planting rate population, photosynthesis promotion high and N fixation are main object. Combined application of N and P, also combined application of organic matter, mineral N and trace elements could promote photosynthesis and N fixation and making plant growth to be normal and strong, causing balance vegetative growth and reproductive growth so that translocation of nutrient into reproductive organ can be promoted. Foliar fertilization during blooming stage & podding stage, and irrigation during podding & seed filling stage for lengthening the functional time of leaves and rhizobial nodules so nutrient substance can transport into seeds fully to increase seed weight.

Key words N/P; C : N; Accumulative curve; No. of rhizobial nodules; Weight of 100 seeds

大豆重迎茬消毒营养剂

该产品是黑龙江省农科院农化分公司研制的一种重迎茬大豆专用的多功能制剂。主要成分包括钾、钼、锌、硼等十几种营养元素,有机钛、环烷酸类植物生长调节剂及杀菌剂、杀虫剂等消毒物质。主要功能是土壤消毒,种子杀菌,补充营养和增进植株的生理机能。供给大豆所需大量、中量及微量元素,缓解因连作迎茬引起的养分失调;防治大豆根潜蝇、孢囊线虫、根腐病、菌核病等根部病虫害;促进大豆根瘤着结,提高固氮活性,调节养分、水分的吸收运转和代谢,增强光合作用和干物质积累。

该产品对正常轮作的大豆也有良好效果。每袋重 2.5 公斤,用于一亩地。

崔文馥

(“大豆科学”编辑部)