

不同覆膜方式对大豆根系空间分布的影响

李丽君¹,高聚林¹,罗 军¹,孙继颖¹,黄振刚²,黄复民²,呼茹霞²,王建明³,
李树芳³,王春波³

(1. 内蒙古农业大学农学院,呼和浩特 010019;2. 扎兰屯市农业技术推广中心,扎兰屯市 162650;3. 阿荣旗
农业技术推广中心,阿荣旗 162750)

摘要 在行上覆膜、行间覆膜及不覆膜3种不同处理下,对大豆根系在0~20 cm土层的水平分布和距主茎0~15 cm范围的垂直分布进行了系统研究。结果表明,随着土层深度和离主茎距离的增加,根系干重、活力、活跃吸收面积明显减少;同时,宽行分布根系的干重、活力及活跃吸收面积均高于窄行分布的根系干重、活力及活跃吸收面积。不同覆膜方式对根系干重和活力的影响表现为:行间覆膜>行上覆膜>不覆膜;对根系活跃吸收面积的影响则表现为:行上覆膜>行间覆膜>不覆膜。

关键词 大豆;覆膜方式;根系;空间分布

中图分类号 S565.1 **文献标识码** A **文章编号** 1000-9841(2007)05-0687-04

EFFECT OF DIFFERENT FILM MULCHING TECHNIQUES ON THE DIMENSIONAL DISTRIBUTION OF SOYBEAN ROOT SYSTEM

LI Li-jun¹,GAO Ju-lin¹,LUO Jun¹,SUN Ji-ying¹,HUANG Zhen-gang²,HUANG Fu-min²,HU Ru-xia²,
WANG Jian-ming³,LI Shu-fang³,WANG Chun-bo³

(1. Agriculture College,Inner Mongolia Agricultural University,Hohhot 010019;2. Zhalantun Extension Service Center for Agricultural Techniques,Zhalantun 162650;3. Arong Extension Service Center for Agricultural Techniques,Arongqi 162750)

Abstract The root vertical distribution of soybean in the range of 0~15 cm from stalk and the root horizontal distribution in 0~20 cm soil were researched systemically in 3 different film mulching treatments, which separately were film mulching on furrows (UPF), film mulching beside furrows (SPF), no film mulching (CK). The result indicated that the dry weight, the vigor and the active absorbing area of soybean roots reduced obviously with the increase of the soil depth and the distance to the stalk, meanwhile, the dry weight, the vigor and the active absorbing area of soybean roots in wide rows were higher than those in narrow rows. The root dry weight and the root vigor in different film mulching treatments were SPF > UPF > CK, but the active absorbing area of soybean roots were UPF > SPF > CK.

Key words Soybean; Film mulching techniques; Root system; Dimensional distribution

收稿日期:2007-03-05

基金项目:教育部新世纪优秀人才支持计划(NCET040264);内蒙古自然科学基金(200408020302)

作者简介:李丽君(1982-),硕士研究生,从事作物生理生态及决策系统的研究。E-mail: lilijunabcd@163.com

通讯作者:高聚林,教授、博士生导师。E-mail: gaojulin@yahoo.com.cn

根系作为影响作物产量的关键因素之一^[1],其研究越来越被重视。限于研究手段和测定方法等因素,目前仅在大豆根瘤固氮方面的研究有所进展,如蒋跃林等^[2]对大气 CO₂ 浓度升高对大豆根瘤量及其固氮活性的影响进行了研究;吴小平等^[3]则对大豆田间施用光合细菌的效果进行了研究,但在大豆根系生长动态、空间分布方面的研究则较为缓慢^[4]。随着大豆产量和品质的逐步提高,人们逐渐认识到大豆根系的重要性并加以研究和探讨。如孙广玉等^[5]做了大豆根系在土层中分布的特点研究;王晓光等^[6]做了钾对大豆根系形态与生理特性的影响研究。鉴于目前关于大豆根系空间分布的研究报道较为少见,因此本试验在行上覆膜、行间覆膜及不覆膜 3 种不同覆膜方式下,以大豆生育中期根系的生长和活性特点为基础,进一步分析大豆根系在土层中的水平和垂直分布,为获得最佳的覆膜种植方式、改进作业方式和提高大豆产量提供科学依据和技术指导。

1 材料和方法

1.1 田间试验

试验于 2006 年在内蒙古农业大学教学农场进行,土壤质地为砂壤土,养分含量为有机质含量 1.93%,全氮 0.094%,碱解氮 42.02 mg kg⁻¹,速效磷 17.86 mg kg⁻¹,有效钾 148.9 mg kg⁻¹。以吉育 47 为供试材料,4 月 30 日播种,9 月 11 日收获。

试验设行上覆膜(膜内测 5 cm 穴播,以 UPF 表示)、行间覆膜(膜外测 5 cm 条播,以 SPF 表示)与不覆膜(条播,CK)3 个处理,3 次重复,随机排列,小区面积为 6 m × 4.6 m。宽窄行种植,宽行距 50 cm (以 W 表示),窄行距 30 cm (以 N 表示),密度为 33 万株 hm⁻²,施种肥磷酸二铵 150 kg hm⁻²、尿素 97.8 kg。大豆生育期间仅 6 月 19 日灌水一次,其它管理同大田。

1.2 根系采集与测定方法

于 7 月 11 日取样,每小区取 2 个样点。根据预试验结果和相关资料的查阅,大豆根系的 95% 以上分布在离主茎 0 ~ 15 cm 的水平方向和离土层 0 ~ 20 cm 垂直方向的土壤中,因此根系采集的宽度确定为 15 cm,深度确定为 20 cm。采样时,先刈割植株的地上部分,取窄行两行长势均匀的大豆植株各 10 株,从土表向下每 5 cm 为一层,共取 4 层,每层以任意一行大豆主根为中心向两边每 5 cm 为一段,共取 6 段,将每层、每段样品置于网袋中,用清水冲

洗泥土,洗净捡出杂质、死根和根瘤,吸干水分后分成重量相近的 3 份(分别用于测定根系干重、活力和吸收面积),并把根样装袋保存。根系干重用烘干法测定,根系活力用 TTC 还原法测定^[7],根系吸收面积用甲烯蓝吸附法测定^[7]。

2 结果与分析

2.1 根系干重的空间分布变化

2.1.1 大豆根系干重水平分布特点 由图 1 可知,在 0 ~ 20 cm 土层范围的垂直方向上,随着离主茎距离的增加,根系生物量减少。SPF、UPF 处理比 CK 处理的大豆根系干重在水平方向 0 ~ 5 cm 分别增加 29.5%、15.9%;在 5 ~ 10 cm 分别增加 30.3%、13.9%;在 10 ~ 15 cm 分别增加 59.6%、21.9%。在离主茎 0 ~ 5 cm 时,SPF - W、UPF - W 和 CK - W 分布根系干重比 SPF - N、UPF - N 和 CK - N 分布根系干重少 1.8%、11.9% 和 1.2%。但随着水平距离的增加,根系干重在宽行中的分布量要多于根系干重在窄行中的分布量,这可能与根系间的竞争及水分的移动有关。

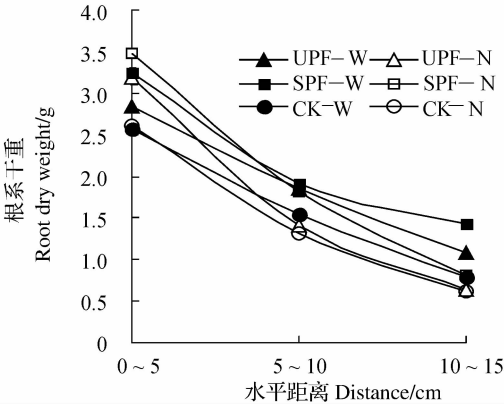


图 1 大豆根系在土层中的水平分布

Fig. 1 The horizontal distribution of soybean root in the soil

2.1.2 大豆根系干重垂直分布特点 由图 2 可知,不同覆膜方式对大豆根系干重的影响表现为:在水平方向 0 ~ 15 cm 范围内,随着土层深度的增加,根系生物量减少;SPF、UPF 处理的大豆根系干重比 CK 处理在垂直方向 0 ~ 5 cm 分别增加 24.3%、10.6%;在 5 ~ 10 cm 分别增加 47.6%、22.2%;在 10 ~ 15 cm 分别增加 40.3%、17.1%;在 15 ~ 20 cm 分别增加 50%、42.1%;同时,根系干重在宽行的分布量要明显多于窄行的分布量。在 SPF - W、UPF - W 和 CK - W 分布根系干重比 SPF - N、UPF - N 及 CK - N 分布根系干重分别增加 7.8%、9.9% 和

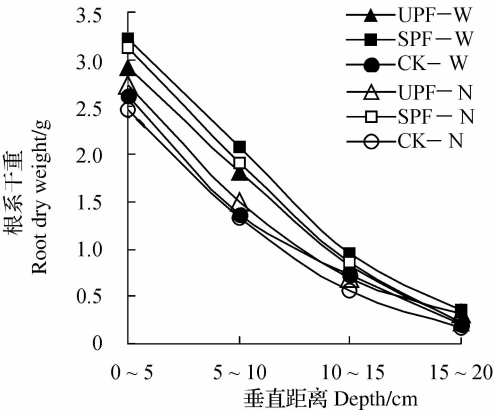


图2 大豆根系在土层中的垂直分布

Fig.2 The vertical distribution of soybean root in the soil

8.2%。窄行中分布的根系可能由于相互之间的竞争,导致了根生物量的减少。

2.2 根系活力的空间分布变化

2.2.1 根系活力的水平分布 从图3可以看出,在0~20 cm 土层范围的垂直方向上,随着离主茎距离的增加,根系活力呈减少趋势。SPF、UPF 处理比CK 处理的大豆根系活力在水平方向0~5 cm 分别增加31.2%、31.2%;在5~10 cm 分别增加34.9%、30.8%;在10~15 cm 分别增加11.6%、9.2%。SPF-W、CK-W 分布根系活力比SPF-N、CK-N 分布根系活力分别增加7.5%、14.9%。UPF-W 分布根系活力比UPF-N 分布根系活力低0.1%。

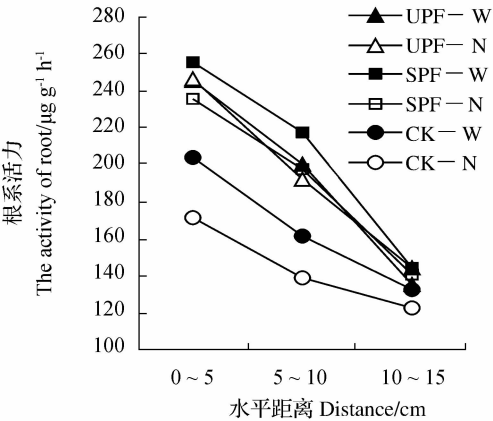


图3 根系活力的水平分布

Fig.3 The horizontal distribution of root activity

2.2.1 根系活力的垂直分布 由图4可知,不同覆膜方式对大豆根系活力的影响表现为:在水平方向0~15 cm 范围内,随着土层深度的增加,根系活力逐渐减弱;SPF、UPF 处理的大豆根系活力比CK 处理的根系活力在垂直方向0~5 cm 分别高出33.2%、24.6%;在5~10 cm 分别高出25.6%、

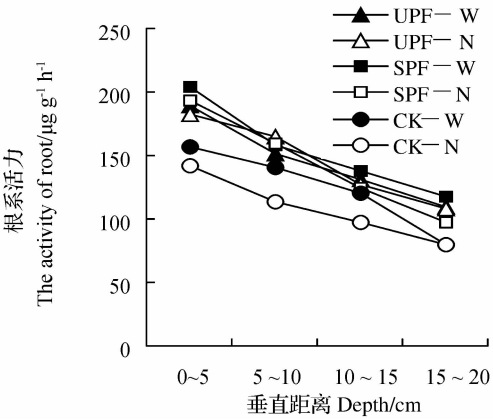


图4 根系活力的垂直分布

Fig.4 The vertical distribution of root activity

24.5%;在10~15 cm 分别高出20.1%、18.4%;在15~20 cm 分别高出27.9%、35.5%。

在垂直方向0~5 cm,SPF-W、UPF-W 和CK-W 分布根系活力比SPF-N、UPF-N 和CK-N 分别高5.5%、3.5%和10.9%;10~15 cm 分布高10.2%、3.2%和23.7%;15~20 cm 分别高21.7%、1.1%和0.7%;5~10 cm,CK-W 分布根系活力比UPF-N 分布根系活力高22.9%,而SPF-W、UPF-W 分布根系活力却比SPF-N、UPF-N 分布根系活力分别低0.7%和8.7%。

2.3 根系吸收面积的空间分布变化

根系吸收面积是衡量根系吸收能力的一个指标,活跃吸收面积大,则吸收营养元素和水分的量多^[6]。

2.3.1 根系活跃吸收面积的水平分布 从图5可知,在距离土层0~20 cm 范围的垂直方向上,随着距主茎距离的增加,大豆根系活跃吸收面积呈下降趋势。SPF、UPF 处理比CK 处理的大豆根系活力在水平方向0~5 cm 分别增加17.6%、19.1%;在5~10 cm 分别增加10.7%、23.3%;在10~15 cm 分别增加8.5%、18.1%。

同时,从图5还可以看出,在距主茎0~5 cm,SPF-W、CK-W 及UPF-W 分布根系活跃吸收面积比SPF-N、CK-N 及UPF-N 分布根系活跃吸收面积分别增加5.2%、8.7%及0.5%;10~15 cm,分别增加13.1%、2.5%及2.2;在5~10 cm,CK-W、UPF-W 分布根系活跃吸收面积比CK-N、UPF-N 分布根系活跃吸收面积分别增加10.6%、9.6%,而SPF-W 根系活跃吸收面积却比SPF-N 根系活跃吸收面积减少1.1%。

2.3.2 根系活跃吸收面积的垂直分布 从图6可以看出,不同覆膜方式对大豆根系活力的影响表现

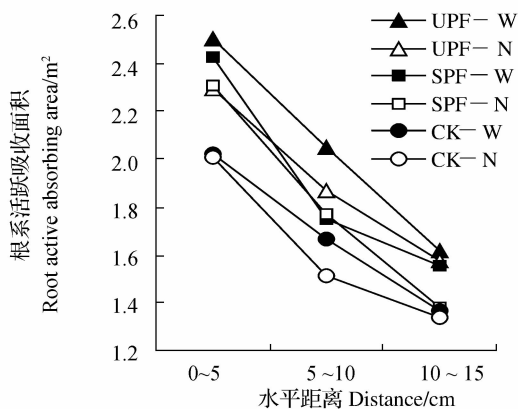


图5 根系活跃吸收面积的水平分布
Fig.5 The horizontal distribution of root active absorbing area

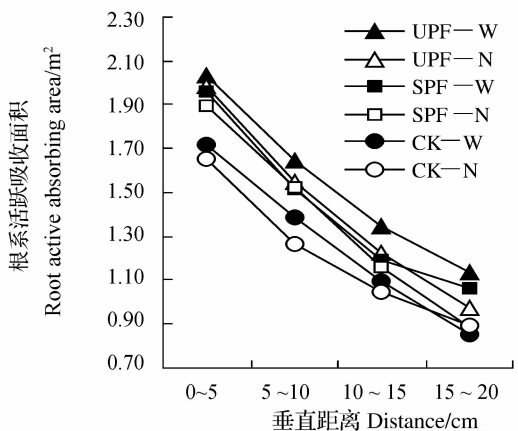


图6 根系活跃吸收面积的垂直分布
Fig.6 The vertical distribution of root active absorbing area

为:在水平方向 0 ~ 15 cm 范围内,随着土层深度的增加,根系活力逐渐减弱。SPF、UPF 处理的大豆根系活力比 CK 处理的根系活跃吸收面积在垂直方向 0 ~ 5 cm 分别高出 17.2%、19.3%;在 5 ~ 10 cm 分别高出 14.3%、20.3%;在 10 ~ 15 cm 分别高出 9.3%、20%;在 15 ~ 20 cm 分别高出 12%、21.2%。SPF - W、UPF - W 及 CK - W 分布根系活跃吸收面积比 SPF - N、UPF - N 及 CK - N 分布根系活跃吸收面积分别高 4.7%、7.5%及 4.1%。

3 结论与讨论

3.1 根系吸收面积大,活力强,有利于根系从土壤中吸收水分和养分,为植物地上部分的生长提供了必要的养分和水分,使植物地上部分生长繁茂^[8]。因此,根系吸收面积和根系活力常用来描述根系的吸收能力。同时,根系的生长和作用不仅取决于根系生物量及其生理特性,还取决于它们的空间分布。

本试验结果表明,大豆根系干重、活力及吸收面积的空间分布都有明显的变化规律,即随着距主茎距离的增加,根系干重、活力、吸收面积明显呈减小趋势;随着土层深度的增加,根系干重、活力及总吸收面积呈减少趋势。试验结果进一步表明,宽行分布根系的干重、根系活力及根系吸收面积都高于窄行分布根系的干重、根系活力及根系吸收面积。说明,窄行种植不利于大豆根系的生长和发育。

3.2 大豆根系干重、活力表现为 SPF > UPF > CK;但是,根系活跃吸收面积则表现为 UPF > SPF > CK。

3.3 通过测产得出,SPF 处理大豆产量最高,平均产量为 1802.7 kg hm⁻²,较对照(CK 产量为 1453.1 kg hm⁻²)增加 349.6 kg hm⁻²,增产 24.1%;UPF 处理次之为 1670.1 kg hm⁻²,较对照增加 217 kg hm⁻²,增产 14.9%。SPF 处理、UPF 处理下大豆根系干重、活力及活跃吸收面积高于 CK 是决定其产量明显高于 CK 的原因。SPF 处理下大豆根系干重、活力高于 UPF 处理,活跃吸收面积低于 UPF 处理,但是 SPF 处理下大豆产量明显高于 UPF 处理,从理论上进一步推断大豆根系重量、活力对产量形成的贡献要高于根系吸收面积对产量的贡献,但是否与试验结果相一致,还需要进一步的试验研究。

参 考 文 献

[1] 王法宏,王旭清,刘素英,等.根系分布与作物产量的关系研究进展[J].山东农业科学,1997,4:48-51.
[2] 蒋跃林,张庆国,张仕定,等.大气 CO₂ 浓度升高对大豆根瘤量及其固氮活性的影响[J].大豆科学,2006,25(1):53-56.
[3] 吴小平,郑耀通,曹榕彬,等.大豆田间施用光合细菌的效果[J].福建农林大学学报(自然科学版),2003,32(1):117-119.
[4] Gardner F P. Physiology of Crops Plants [M]. Amelowa:The Iowa State University Press,1979.
[5] 孙广玉,张荣华,黄忠文.大豆根系在土层中分布特点的研究[J].中国油料作物学报,2002,24(1):45-47.
[6] 王晓光,曹敏建,王伟,等.钾对大豆根系形态与生理特性的影响[J].大豆科学,2005,24(2):126-129.
[7] 邹琦.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业出版社,2000:60-63.
[8] 董钻,沈秀瑛.作物栽培学总论[M].北京:中国农业出版社,2003:66-67.