 

硕士学位论文

**河北东部沿海地区野生大豆主要**

**生物学性状研究**

**The Main Biological Characters of Wild Soybean on the Eastern Coastal Area of Hebei Province**

**学位类别：** **中等职业学校教师** **专业领域：** **作物遗传育种** **研 究 生：** **邱 芬** **指导教师：** **乔亚科** **校外导师：**

**河北科技师范学院研究生部**

**2013 年 06 月**

分类号： 密 级：

UDC： 单位代码：10798

**河北东部沿海地区野生大豆主要生物学性状研究**

**The Main Biological Characters of Wild Soybean on the Eastern Coastal Area of Hebei Province**

专业领域：作物遗传育种

研究方向：植物遗传资源研究与利用研 究 生：邱芬

指导教师：乔亚科

所在院所：生命科技学院

2013 年 06 月

独创性声明

本人声明所呈交的学位论文是本人在导师指导下进行的研究工作和取得的研究成果，除了文中特别加以标注和致谢之处外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得 **河北科技师范学院** 或其他教育机

构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

学位论文作者签名: 签字日期: 年 月 日

学位论文版权使用授权书

本学位论文作者完全了解 **河北科技师范学院** 有关保留、使用学位论

文的规定。特授权**河北科技师范学院**可以将学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，并采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编以供查

阅和借阅。同意学校向国家有关部门或机构送交论文的复印件和磁盘。

(保密的学位论文在解密后适用本授权说明)

学位论文作者签名: 导师签名:

签字日期: 年 月 日 签字日期: 年 月 日

摘 要

为了从野生大豆中筛选优良性状的材料，对河北东部沿海地区野生大豆进行了性状分析，分别从形态特征、品质及耐盐性对根系的影响三方面进行了分析，主要结论如下：

1、形态特征分析

大多数野生大豆开花期集中在8月上、中旬，花紫色，茎蔓生。植株成熟时的株高在77.50 - 310.00cm之间，第三等级占到70%以上；中部茎粗在1.01-

4.32mm间，叶面积在11.40 - 95.70cm2间，百粒重在1.19 - 3.27g之间。

2、品质分析

野生大豆是一种蛋白质含量高而脂肪含量低的植物。野生大豆蛋白质含量在35% - 50%间，脂肪含量在6% - 15%间，且各品种间变化幅度很大，说明野生大豆中含有高蛋白基因。

3、根系特征及盐胁迫对根系的影响

大多数野生大豆根系较长，侧根多且细，表面积大。盐胁迫下野生大豆与对照材料达到极显著水平，盐胁迫下的野生大豆根比较小，总根长较短，侧根少，根毛不发达，根表面积和根体积都明显下降。

在盐胁迫下，处理组中耐盐性差的其对照组根系的体积、表面积、根长与处理组耐盐性强的对应的对照组相比反而长势更好。处理组中盐害级别高耐盐性差的其根系的体积平均耐盐指数、表面积平均耐盐指数、根长平均耐盐指数比盐害级别低耐盐性强的耐盐指数要低。其中2010编13和2010编38盐害级

别都为1级，根体积耐盐指数、根表面积耐盐指数和根长耐盐指数都相对较高，是培育耐盐性品种的重要材料。

由此看出，在河北省东部沿海地区存在着蛋白质含量高，耐盐性强且性状优良的野生大豆品种，这对培育优质大豆新品种提供了基本材料，对拓宽大豆种质资源提供了理论基础。

**关键词：**河北东部沿海地区；野生大豆；根系特征；耐盐性

Abstract

In order to select wild soybeans having good traits, the wild soybeans on the eastern coastal area of Hebei were analysed by three respects, morphological characters, quality and salt tolerance of root effect. The results showed that:

1. Morphological characteristics analysis

The most of wild soybeans blossom period was concentrated in mid-to-late August. During this period, wild soybeans had purple flowers and creeping stems. The height of maturity plant measured 77.50 to 310.00cm. The central stem diameter showed 1.01 to 4.32mm. The leaf size calculated 11.40 to 95.70cm2. The hundred

Grain weight weighted 1.19 to 3.27g.

2. Quality analysis

Wild soybean was a plant with high protein and low fat content. Wild soybeans protein content detected 35% to 50%. The fat content of wild soybeans was 6% to 15% that lower than the content of semi wild soybean. The research showed the wild soybean contained high protein content.

3. Root characteristics and salt stress on the root effect

The most of wild soybeans' roots having many fine lateral roots showed longer, and had large surface area. The wild soybean under salt stress reached extremely significant level comparing with the control material. The wild soybean roots under salt stress showed relatively smaller; the total root length was shorter; the lateral roots was lesser; the root volume were significantly decreased and showed under developed.

Under salt stress, the material with poor salt tolerance grew better than the material with strong salt tolerance in root volume, surface area, root length. In the average root volume, surface area and root length, the high treatment group of salt damage category with poor salt tolerance was lower than the low salt damage category with strong salt tolerance. Among the materials, the 2010 series 13 and 2010 series 38 were the first level of fight salt damage category, and salt tolerance of their

Root volume, root surface area and root length were relatively higher. The two materials were potential important materials for breeding the salt tolerance variety.

As a result, the species of wild soybean on the eastern coastal areas of Hebei province showed high protein, salt resistance and excellent morphological characteristics. They would provid the basic materials of good quality for soybean breeding and genetics. Also these wild soybeans would provid academic basis for broadening the soybean germplasm resources.

**Key words:** Eastern coastal area of Hebei Province; Wild soybean; Root characteristics; Salt tolerance

目 录

[摘 要](#_Toc686687701) 2

[Abstract](#_Toc686687702) 3

[第一章 文献综述](#_Toc686687703) 4

[1.1 野Th大豆的Th物学性状研究概况](#_Toc686687704) 5

[1.1.1 野Th大豆形态特征](#_Toc686687705) 5

[1.1.2 野Th大豆品质优异](#_Toc686687706) 5

[1.1.3 野Th大豆农艺性状优异](#_Toc686687707) 5

[1.1.4 野Th大豆抗性强](#_Toc686687708) 5

[1.2 野Th大豆的耐盐性研究](#_Toc686687709) 5

[1.2.1 植物的耐盐机理](#_Toc686687710) 5

[1.2.2 耐盐植物的鉴定方法](#_Toc686687711) 5

[1.2.3 耐盐植物的Th理Th化基础](#_Toc686687712) 6

[1.2.4 野Th大豆耐盐性的研究状况](#_Toc686687713) 6

[1.3 野Th大豆遗传育种的研究](#_Toc686687714) 6

[1.3.1 野Th大豆的遗传多样性研究](#_Toc686687715) 6

[1.3.2 野Th大豆在育种中的应用](#_Toc686687716) 6

[1.4 研究目的与意义](#_Toc686687717) 7

[第二章 河北东部沿海地区野Th大豆形态特征分析](#_Toc686687718) 7

[2.1 材料与方法](#_Toc686687719) 7

[2.1.1 材料](#_Toc686687720) 7

[2.1.2 方法](#_Toc686687721) 8

[2.2 结果与分析](#_Toc686687722) 8

[2.2.1 开花期](#_Toc686687723) 8

[2.2.2 株高](#_Toc686687724) 8

[2.2.3 茎粗](#_Toc686687725) 9

[2.2.4 叶面积](#_Toc686687726) 9

[2.2.5 百粒重](#_Toc686687727) 10

[2.2.6 叶形](#_Toc686687728) 10

[2.2.7 种皮颜色](#_Toc686687729) 10

[2.3 结论与讨论](#_Toc686687730) 11

[第三章 河北东部沿海地区野Th大豆品质分析](#_Toc686687731) 11

[3.1 材料与方法](#_Toc686687732) 11

[3.1.1 材料](#_Toc686687733) 11

[3.1.2 方法](#_Toc686687734) 11

[3.2 结果与分析](#_Toc686687735) 12

[3.2.1 蛋白质含量](#_Toc686687736) 12

[3.2.2 脂肪含量](#_Toc686687737) 13

[3.3 结论与讨论](#_Toc686687738) 13

[第四章 河北东部沿海地区野Th大豆根系特征及耐盐性研究](#_Toc686687739) 13

[4.1 材料与方法](#_Toc686687740) 13

[4.1.1 材料](#_Toc686687741) 13

[4.1.2 方法](#_Toc686687742) 14

[4.2 结果与分析](#_Toc686687743) 15

[4.2.1 野Th大豆根系分析](#_Toc686687744) 15

[4.2.2 盐胁迫对野Th大豆根系的影响](#_Toc686687745) 18

[4.3 结论与讨论](#_Toc686687746) 22

[第五章 结论](#_Toc686687747) 23

[参考文献](#_Toc686687748) 23

[附 录](#_Toc686687749) 25

[Appendix 1 morphological traits statistics of wild soybean](#_Toc686687750) 25

[Appendix 2 The protein content of the wild soybean and semi-wild soybean](#_Toc686687751) 45

[Appendix 3 The fat content of the wild soybean and semi-wild soybean](#_Toc686687752) 51

[Appendix 4 Table 3-2 root traits statistics of wild soybean](#_Toc686687753) 57

# 第一章 文献综述

大豆原产于中国，在中国有5 000多年的栽培历史，由于大豆品质好、营养

价值高，深受国内外人们的欢迎。自从1996年起，由于我国大豆单产和效益低下，我国大豆进口量逐渐攀升，已由出口大国变为进口国[1-4]。大豆遗传基础狭窄、品种单一和抗逆性下降，易于某病害小种和个别虫害的流行，而且遗传背景单一的抗性品种群体不能对付突如其来的多变的致病性基因和不良环境的危害[5, 6]。这种现象如果继续下去会给大豆生产带来严重影响。因此必须寻找与利用优良基因，培育优异性状的品种，通过丰富大豆的种质资源来促进大豆育种和生产的发展。

野生大豆(*Glycine soja*)是栽培大豆(G. max)的野生近缘种，有多种优良性状，我国野生大豆种质资源丰富，占世界野生大豆资源收集品的90 %以上[7]。由于人类的干扰和生态环境的破坏，致使野生大豆群落逐渐缩减甚至消失，已被列为中国二级濒危保护植物[8]。野生大豆与栽培大豆具有相同的染色体（2n =

40）和基因组(GG)，种间杂交无遗传隔离，杂交易成功[9]，野生大豆具有蛋白质含量高、单株荚数多、适应性广、抗逆性强、稀有品种丰富等优良特性，是拓宽栽培大豆遗传基础的最好物种[10]。因此，将野生大豆种质导入栽培大豆品种中，可以为栽培大豆提供有用的基因源，创造新的基因型，也是拓宽大豆遗传基础最有效的办法[5]。

## 1.1 野Th大豆的Th物学性状研究概况

### 1.1.1 野Th大豆形态特征

野生大豆叶为三出复叶，以卵圆形和椭圆形为主，花冠蝶形，花紫色，少数白色，花期在8月上、中旬。茎多为蔓生型，主茎与分枝分化不明显，以无限结荚型为主，易炸荚，单株结荚多，种皮多有泥膜，一些大粒类型种皮无泥膜，百粒重2 - 20g，成熟期为9月下旬至10月上旬。种类较多，根据百粒重的大小，

将其分为半野生大豆（百粒重3.0 - 8.0g）和野生大豆（百粒重在3.0g以下），通常称野生大豆时包括两者[11]。

### 1.1.2 野Th大豆品质优异

野生大豆蛋白质的含量明显高于栽培大豆蛋白质含量。位昕禹[12]、李福ft等[13]对野生大豆蛋白质的含量进行检测，结果得出野生大豆蛋白质平均含量

46.92 %，比栽培大豆蛋白质的平均含量高出近7个百分点，含量最高达到55.4%，说明野生大豆这种高蛋白的特性正是培育高蛋白大豆最需要的性状。

野生大豆是一种低脂肪植物。李福ft等[13]对我国5200余份野生大豆脂肪含量进行分析，结果表明：野生大豆脂肪的平均含量为10.6%，变化幅度在5.1% -

20.2%之间，而栽培大豆脂肪含量为19.05%，说明野生大豆脂肪的含量明显低于栽培大豆脂肪含量。

在野生大豆籽粒中含有人体必需的脂肪酸，如油酸、亚油酸、亚麻酸等不饱和脂肪酸。这些不饱和脂肪酸对防止胆固醇的增加和积累、防止高血压和心脏病、软化血管等均具有重要作用。大量研究发现野生大豆籽粒中油酸含量低于栽培大豆，亚油酸、亚麻酸均高于栽培大豆[14-15]。油酸含量高的豆油稳定性好，可延长货架期，亚麻酸是动植物细胞膜的重要组分，但亚麻酸容易使油脂氧化变质，造成豆油及其食品变味、营养价值降低。因此，提高野生大豆油酸的含量，降低亚麻酸的含量是大豆育种的目标之一。

大豆异黄酮是大豆在生长过程中形成的次生代谢产物，是人体重要保健因子，具有抗氧化性作用，对动脉硬化、肿瘤等多种疾病有预防作用。野生大豆中的异黄酮含量比栽培大豆异黄酮含量高，因此，利用野生大豆开发大豆异黄酮的医药制品和保健食品，可以提高原料中异黄酮含量，对促进大豆异黄酮产业的发展有重大意义[12]。还有许多的优良基因都可以在野生大豆中找到[16]。

野生大豆与牧草相比，粗蛋白含量高出1.35-2.8倍，粗脂肪含量高出1.45 -1.60倍[17]，粗纤维含量低，维生素和矿物质等营养成分含量丰富，而且还含有动物所需的微量元素、氨基酸等营养成分[18]，因此，野生大豆是优质的饲草。

### 1.1.3 野Th大豆农艺性状优异

野生大豆以无限结荚型为主，分枝性强，多节、多花序、单株荚数较多，每株结荚数一般达到400 - 500个，多者有1000个，最多可达4000个[19]。吉林、

黑龙江、陕西、ft西和河北等省筛选出单株荚数3000 个以上、每节成荚数17

个以上和有效节数多的野生大豆种质；半野生大豆也筛选出单株荚数2900个的材料[10]。林红等[20]对黑龙江的野生大豆进行了考察，561份野生大豆中平均单株结荚数高达755个，最高达2687个；162份半野生大豆中平均单株数400个，

单株结荚100个以上的有75份占46.2%；而东北3241份栽培大豆中平均单株结

荚数51个，单株结荚100个以上仅有25份占1.06%，没有超过200个的。由此看出野生大豆比栽培大豆有较多的丰产基因，利用野生大豆的优良特性扩大栽培大豆种质资源具有潜在的应用价值。

### 1.1.4 野Th大豆抗性强

野生大豆可以在盐碱地、低洼地、干旱地、田道边、沼泽和芦苇丛中等土地上生长，因此野生大豆具有较强的抗逆性和适应性。中国农业科学院作物品种资源研究所利用野生大豆作亲本与栽培大豆进行杂交，培育出具有耐旱、耐盐碱等高抗逆性的中野1号和中野2号大豆新品种，该品种籽粒蛋白质含量较高，品质优良[21]。许多学者从野生大豆中筛选出高抗大豆蚜虫、高抗大豆花叶病毒病[22]、抗霉根腐病、灰斑病[23]及抗大豆包囊线虫病[24]等病虫害的抗原，还筛选出一些耐盐、耐阴、抗旱[25]的新品种，这些优异性状对拓宽大豆遗传育种基础，选育大豆新品种及创造新资源起到重要作用。



## 1.2 野Th大豆的耐盐性研究

土壤盐渍化严重影响着农业生产和生态环境的发展，已成为困扰全球农业发展的难题，全球土壤盐渍化在不断地加剧，盐胁迫已成为限制植物生长和农业发展的障碍因子之一。因此，培育耐盐新品种，提高作物的耐盐性，是对盐渍化土壤的开发和利用，能从根本上解决农业生产和生态环境盐渍化的问题

[26-28]。

野生大豆是一种很好的耐盐植物，是栽培大豆的近缘祖先种，野生大豆与栽培大豆类群间遗传物质容易交流，可以与栽培大豆杂交产生后代，筛选耐盐

性强的野生大豆并将其基因导入到栽培大豆中，对提高大豆的耐盐性或直接用于盐渍土的生物治理具有重要的意义和良好的应用前景[27, 29, 30]。

### 1.2.1 植物的耐盐机理

植物耐盐性是植物在盐胁迫下维持生长，形成经济产量或完成生活史的能力，是受多种基因控制的数量性状，在种内和种间耐盐性存在较大的差异[31, 32]。盐胁迫对植物造成的伤害是多方面的，主要表现在破坏植物的养分平衡，改变离子浓度，造成植物的代谢紊乱[33]。盐胁迫对植物个体发育的主要影响是抑制组织或器官的分化与生长，造成植物产量的降低[34, 35]。

### 1.2.2 耐盐植物的鉴定方法

植物的耐盐性是一个复杂的问题，不仅受外界环境条件的影响，而且植物不同，品种不同，生育阶段不同其植物的耐盐性不同。综合国内外的研究发现，有两种方法：直接鉴定法和生理鉴定法。

直接鉴定法是植物经过盐处理后，通过植物的生长情况、形态特征和生物产量等表观性状评定植物的耐盐性。在盐胁迫下，种子萌发是苗齐和苗壮的基础，同时苗期是耐盐敏感期，因而常用的耐盐性鉴定指标是发芽率、发芽势、耐盐系数和盐害指数[26]。

生理鉴定法是通过测定植物体内的一些生理因子的变化来鉴别植物的耐盐程度。许多研究表明，叶绿素含量、光合作用、矿质元素、有机渗透调节剂、膜透性和抗氧化酶类及内源激素等生理指标能够反映或影响植物的耐盐性

[36-38]，但多数研究在指标的选择依据上没有确切定论[39]。因此，生理指标的测

定还没有统一的标准，其结果只能作为参考。如果能够找出其生理指标在耐盐性上的特点，制定统一的测定标准，将对筛选耐盐植物有重要意义。

### 1.2.3 耐盐植物的Th理Th化基础

土壤盐分浓度过高，Na+和Cl-过多的被植物细胞吸收，容易造成离子毒害，导致细胞死亡。植物的耐盐性主要取决于根系对离子的选择性吸收及盐分在器官组织和细胞水平上的区域化分布[40]。NaCl 胁迫造成的离子毒害主要包括Na+

毒害和Cl-毒害，盐胁迫对栽培植物的危害是由Na+还是Cl-引致的，目前研究尚没有统一定论。於丙军等[41]对野生大豆和栽培大豆从离子效应方面比较Na+和Cl-对大豆发芽率的影响，结果发现轻度等渗胁迫下，Na+对种子发芽率的抑制作用大于Cl-，而重度等渗胁迫下则相反。Luo等[42]认为栽培大豆苗期所受的离子胁迫主要是由Cl-毒害引起的，大豆的耐盐性反应主要表现为耐Cl-毒害。

渗透调节是植物适应盐胁迫的主要生理机质之一。在盐胁迫下，植物因失水而产生渗透胁迫，为了消除盐胁迫对植物造成的伤害，植物主动积累一些渗透调节物质如脯氨酸、多胺等来维持渗透平衡和体内水分[40]。因此，渗透调节是植物适应胁迫和避免脱水的有效措施。渗透调节虽然能维持一定的生长和生理功能，但也受植物耐盐迫的程度和土壤水分的制约，其作用也是有限的。渗透调节主要缓解的是盐胁迫下水分伤害对植物造成的胁迫，而不能缓解离子伤害对植物的胁迫[43, 44]。

### 1.2.4 野Th大豆耐盐性的研究状况

野生大豆是耐盐植物，在我国野生大豆分布比较广泛，除了青海、新疆和海南三省区没有分布外，其余省区均有其分布[45]。野生大豆是栽培大豆近缘祖先种，对某一特定的生态环境抗逆性强和适应性广，在野生大豆中含有许多优良农艺性状的基因源，而且野生大豆与栽培大豆类群间遗传信息交流容易。但近些年来，由于人类对土地的开垦利用，对环境的破坏，工业和旅游项目开发等，种群分布片断化，分布数量在逐渐减少。因此，应筛选高耐盐碱的野生大豆株系，保存抗性强的基因源，为培育高耐盐碱野生大豆种质提供理论参考，同时也可以应用于大豆耐盐碱育种的高耐盐碱种质。

近几年，对野生大豆的耐盐性研究较多。陆静梅等[46]对ft东省垦利县黄河入海口处的野生大豆进行了电子显微镜扫描，首次发现野生大豆茎叶表面具有盐腺，并得出结论：幼嫩的野生大豆盐腺靠泌盐孔泌盐，成熟的盐腺靠整体破碎释盐，形成了连续的泌盐系统，这样野生大豆对盐胁迫颉颃功能可以顺利完成。卫秀英等[47]对3个野生大豆品种和3个栽培大豆品种种子萌发时的耐盐性进行检测，结果发现野生大豆耐盐性明显高于栽培大豆，野生大豆品种不同其耐盐性有差异，其中，野生18号耐盐性最强，野生66号次之，野生76号最弱。马淑时等[48]证明，同一品种的野生大豆其耐盐性在芽期和苗期没有显著相关性。

邵桂花等[49]通过对大豆全生育期的耐盐性进行评价认为，苗期受害对产量影响最大。张文会[50]等研究了盐胁迫下施用植物激素和植物生长调节剂对野生大豆幼苗生长发育的影响，结果表明：盐胁迫抑制幼苗的生长，其表现为植株矮小，生物量减少；叶片的丙二醛膜质过氧化物、脯氨酸和可溶性蛋白的含量增加，叶色变深；施用植物激素和植物生长调节剂对上述变化有不同程度的缓解作用。乔亚科等[51]对昌黎沿海地区野生大豆的分布及耐盐性进行了研究，结果发现昌黎沿海地区野生大豆芽期耐盐性达0.9%，植株在盐的质量分数为0.002 - 0.005的土壤中能正常生长，表现较强的耐盐性。随后，乔亚科等[52]对野生大豆愈伤组织及苗期耐盐性进行了研究，结果表明不同基因型材料之间愈伤组织的耐盐性有明显差异，耐盐性强的可在NaCl含量为0.8%下生存，低的只能忍耐NaCl的含量为0.2%。在盐碱条件下生长的野生大豆其愈伤组织一般耐盐性较强，而非盐碱环境下生长的野生大豆也存在着愈伤组织耐盐性较强的类型。张美云等[53]对野生大豆耐盐生理指标进行测定，结果表明SOD、POD和综合酶活力随着胁迫压力的增大而上升，可溶性糖、脯氨酸也逐渐积累，作为渗透调节物质脯氨酸和可溶性糖有相互补充的作用。同时聚类分析也表明，浓度不同的盐胁迫下，在所测的生理指标中，酶活力在野生大豆的生理活动中具有相对重要的作用。段建兴等[54]研究了野生大豆对盐碱土的影响。结果表明：野生大豆能够提高盐碱土的氮含量。在花期和收获期土壤氮含量比原盐碱土分别提高了98%和113%，另外，野生大豆可以有效降低盐碱土的各种水溶性盐离子的含量和总量。王敏等[55]对650份野生大豆耐盐性材料进行初步筛选和评价，通过室内NaCl溶液和室外盐碱地进行了鉴定，最终初步筛选出3份耐盐材料。王希等[56]对野生大豆盐胁迫响应基因GsPIP的克隆及其序列进行了分析，结果选出了1个3t-EST，在高盐、低温、干旱胁迫早期均可上调表达。序列分析表明该EST编码质膜结合蛋白，属于主嵌入蛋白家族；通过电子克隆和改进的5’-RACE获得了基因完整的编码区；其翻译产物与含羞草质膜结合蛋白的相似性为90％，将该基因命名为GsPIP。

GsPIP基因的翻译产物具有主嵌入蛋白家族特征性的跨膜结构域，无信号肽，与已发现的植物PIP蛋白一致。

虽然国内外对野生大豆耐盐性的研究较多，但对野生大豆全生育期鉴定，特别是使用海滨高含量盐碱土进行评价还很少，对野生大豆的根系研究也较少。

## 1.3 野Th大豆遗传育种的研究

### 1.3.1 野Th大豆的遗传多样性研究

作物的遗传多样性是作物改良的基础，遗传多样性研究是保护生物学的核心研究领域之一。近些年来，国内外许多学者对野生大豆的遗传多样性进行了广泛的研究，这些研究将对拓宽大豆育种的遗传生物学技术的发展奠定基础，为保护、利用和研究野生大豆提供科学依据[57]。

目前，我们主要从形态学、细胞学、同工酶水平、DNA分子水平上对野生大豆遗传多样性进行研究，发现各地区分布的野生大豆均存在诸多差异[58]，具有丰富的变异类型。

徐豹等[59,60]从野生大豆的脂肪酸含量的差异及籽粒性状研究了野生大豆资源的遗传多样性。董英ft等[61]研究分析了6172份中国野生大豆资源12个性状的遗传多样性指数、综合变异系数及其地理分布，认为中国有三个遗传多样性中心，分别在东北中南部、黄河中下游和秦岭ft区、东南沿海地区，而且在遗传多样性中心内的野生大豆遗传多样性丰富、综合变异系数高。Wang K. J.等[62]研究了中国与日本野生大豆的遗传多样性，认为中国野生大豆的遗传变异高于日本，但这种差异主要来自内部地理生态区域的差异，因此认为中国与日本的野生大豆起源不一样。

同工酶技术作为检测遗传多样性的方法之一，已经广泛应用于大豆抗病育种、组织分化、分类、遗传、变异和亲缘关系的研究中[63-65]。李军等[66]采用聚丙烯酰胺凝胶电泳技术对同一地区的不同时间和空间土壤中的野生大豆种子库内的4种同工酶进行了分析，结果表明：野生大豆种子库在同工酶水平上呈现出遗传多样性，其主要来自于由时间引起的环境异质性。Fujita[67]用同工酶方法对分布于日本某河流沿岸的四个野生大豆天然群体检测天然异交率，结果发现居群间的异交率高达19% ，平均值为13 %。

随着分子生物技术的发展，分子标记技术发展的日趋成熟，已广泛应用于野生大豆的遗传多样性研究[68, 69]。赵洪锟等[70]李启云等[71]丁艳来等[72]分别采用

SSR分子标记技术和AFLP分子标记技术对我国不同纬度的野生大豆和栽培大豆多样性进行了分析，结果表明：我国野生大豆的遗传多样性比栽培大豆丰富。程春明等[73]利用48对SSR引物分析了江西49个县（区）的192份野生大豆的遗传

多样性。结果表明：江西野生大豆遗传多样性较为丰富。不同纬度和不同海拔的野生大豆其遗传多样性不同，高纬度及低海拔地区野生大豆遗传多样性要高。并对192份野生大豆聚类分析，结果可聚类成3大类，聚类结果与地理来源较为一致。赵青松等[74]关荣霞等[75]利用SSR分子标记技术对湖南新田的8个野生大豆自然居群进行了遗传多样性分析。研究结果表明，野生大豆遗传多样性较高，但不同居群的遗传多样性差异很大。Young C. I.等[76]利用SSR标记分析了从韩国5条主要河流收集的野生大豆群体，结果表明这些野生大豆群体的遗传分化系数和遗传多样性都明显高于栽培大豆。A. M. Scitova等[77]通过利用RAPD标记对俄罗斯远东地区的野生大豆群体进行研究，结果发现野生大豆多态性明显高于栽培大豆。

### 1.3.2 野Th大豆在育种中的应用

野生大豆可以在独特的环境下生存，其遗传多样性范围远远超过栽培大豆。野生大豆作为栽培大豆的近缘野生种，是唯一能与栽培大豆杂交可育、分享基因库的野生种。因此，导入野生大豆种质可扩宽栽培大豆的遗传基础[19]。

80年代以来，我国许多学者对野生大豆分别从农艺性状、生态性状、抗病性状、品质化学性状、孢粉学、分子生物学等方面进行了多学科研究，克服了野生大豆不良性状，开发和挖掘野生大豆资源的优异基因，为野生大豆资源的开发和利用提供了重要的理论依据。

1.野生大豆在培育中间材料中的应用 野生大豆是一种蔓生植物，而且成熟时易炸荚，吉林省农业科学院研究出了一套野生大豆利用技术，利用这项技术可以成功地解决野生大豆的不良性状，实现了优良基因间的重组，创造出一批产量性状突出，品质性状优异和抗逆性强的育种中间材料，成功的被一些育种单位应用[4]。来永才等[78]通过种间杂交、回交、复合杂交等方法，创造出一批多花荚、多分枝、秆强、抗病虫、单株结荚80 - 120个类型的种质。杨光宇等[79]选育出4个具有一定产量水平，直立或半直立型的蛋白质含量超过50%的株系。姚振纯等[80]选育出蛋白质含量48%以上的龙品8807大豆新品系。还利用花粉管通道导入总DNA技术，选育出双高品系D9021217，该品系蛋白质含量达到81.47%，脂肪含量18.34%，蛋白质与脂肪总含量达66.81%。

2.野生大豆在培育大豆新品种或新品系的应用 从20世纪80年代中期开始，中国农业科学院进行野生大豆种质导入研究，选育出了高产、稳产、耐盐碱性、耐旱的新种质“中野1号”和“中野2号”，其中“中野1号”于1999年通过北京市新品种审定[6]。吉林省农科院利用野生大豆种质选育出新品种吉林小粒黄豆1-7号，此品种专用于外贸出口，其中吉林小粒黄豆1号是我国直接利用野生大豆育成的第1个通过省品种审定的大豆新品种。这些小粒黄豆品种均已向韩国、日本出口，深受人们的喜爱[81]。杜莉莉等[82]利用滩涂野大豆种群与栽培大豆杂交，得到了耐盐性强的杂交后代新株系。

3.野生大豆在培育大豆雄性不育系中的利用从1983年开始，孙寰等[83]利用野生大豆通过远缘杂交的途径，在世界上首次获得了具有野生表现型的大豆质-核互作不育系及同型保持系，并育成世界上第1个大豆杂交种。南京农业大学利用10个野生大豆和70个大豆品种进行杂交、回交，育成了新的胞质不育系

NJCMS3A[84]。

4.野生大豆在生物技术中的应用 吕宪禹等[85]利用花粉管通道法将野生大豆总DNA导入小麦，结果表明外源DNA的导入能改善植物的农艺性状，并在后代中表达，为选育高产、优质的小麦新品种提供了依据。王转斌[86]利用花粉管通道法将野生大豆DNA导入“晋豆3号”和“鲁豆9号”中，发现转基因后代的籽粒蛋白质含量均比受体高，而有的接近供体水平，结果说明利用DNA导入技术，将野生大豆的优良特性转入栽培大豆是可行的。

5.野生大豆抗性的应用野生大豆不但具有抗病虫的抗源如抗大豆灰斑病、花叶病毒病、霜霉病及大豆食心虫、蚜虫等，而且还具有抗逆性的抗源，如耐旱、耐低温、耐高温、耐盐碱等。利用这些有利的抗源生产优质、高产、多抗等大豆育种提供有价值的基础材料，对拓宽大豆遗传基础、创造新资源及选育大豆新品种起到极其重要的作用。

大量的野生大豆研究结果表明，野生大豆所具有的有利性状如高蛋白、多荚、繁殖系数高和抗逆性强等可通过种间杂交进行遗传，而野生大豆的不利性状如茎蔓生缠绕、粒小和裂荚等可以克服。利用野生大豆创造的蛋白质含量高、产量性状突出的中间材料具有变异丰富和遗传基础广的特点。在大豆育种过程中应用这些材料可以增大遗传多样性，缓解大豆育种遗传基础狭窄的状况，为大豆育种工作奠定了基础。

## 1.4 研究目的与意义

野生大豆具有蛋白质含量高、耐盐性强、单株荚数多、长花序、适应性广、抗病虫害等优点，筛选优良的种质并导入到栽培大豆中可以为栽培大豆提供有用的基因源，创造新的基因型，也是拓宽大豆遗传基础狭窄的最有效的办法。

本文从形态特征、品质、盐胁迫对根系的影响三方面对河北东部沿海地区野生大豆的材料进行了研究，旨在筛选出优良的种质资源，为以后研究河北东部沿海地区野生大豆提供理论依据。

# 第二章 河北东部沿海地区野Th大豆形态特征分析

## 2.1 材料与方法

### 2.1.1 材料

材料来源于河北省东部沿海地区的11个野生大豆种群，均由河北科技师范学院野生大豆遗传资源课题组提供（见下表2-1）。

表2-1 试验材料

Table 2-1 test materials

| 编号 | 采集地点 | 编号 | 采集地点 |
| --- | --- | --- | --- |
| 2010编1-16 | 丰南66166部队 | 2010编55-63 | 南堡化工厂东 |
| 2010编17-23 | 丰南52831部队农场 | 2010编64-72 | 唐营高速北 |
| 2010编24-27 | 丰南南堡出口 | 2010编73-82 | 唐海油田 |
| 2010编28-42 | 南堡高速路口北 | 2010编83-101 | 唐海高速口南 |
| 2010编43-47 | 南堡区委东 | 2010编102-105 | 秦皇岛逸城森林 |
| 2010编48-54 | 南堡老王庄 |  |  |

### 2.1.2 方法

1.育苗野生大豆籽粒硬实，不易吸水，为使其正常出苗，播种前用刀片刺破种皮。2010年5月11日将105份材料破皮处理的种子种到8×8 cm的营养钵

中，每个营养钵播种5粒种子，每份材料5个重复。种好后把营养钵依次放到

整理好的田地里，每10份材料50个营养钵为一组，四周培好土，浇足水分后覆盖地膜。一周左右，待出苗整齐后去除地膜，每日或每两日浇一次水，依实际需水情况而定，直到移苗为止。

2.移苗和田间管理待野生大豆有一定的抗逆能力后（从播种到移苗共28天），6月8日把营养钵里的野生大豆幼苗移栽到大田里，每份材料3个重复，每个重复只留健壮苗一株。整个田间管理过程中人工除田间杂草，田间管理过程中不追施肥料，不浇水。

3.性状调查包括田间调查和室内考种。田间调查在生长期进行，包括开花期，播种至开花的天数等，以一株植物为主对叶形、花色、株高、中部茎粗、叶宽、叶长、叶面积等性状分别于6月28日、7月31日、8月15日和9月2日共进行四次田间调查。开花时间以第一朵花的日期为准，叶长、叶宽用直尺测定，每个材料2株，每株2片叶取平均值，叶面积=长×宽×0.75（矫正系数），茎粗用游标卡尺测得，每个材料取2株取平均值。成熟后进行室内考种，主要项目有百粒重、种皮色、有无泥膜等。

## 2.2 结果与分析

河北东部沿海地区野生大豆开花期及成熟时株高、叶长、叶宽、叶面积、茎粗、百粒重等性状见附录1。

根据附表1统计记录，对河北东部沿海地区野生大豆开花期和成熟时株高、茎粗、叶长、叶宽、叶面积、百粒重等形态性状通过统计分析得到以下结论：

### 2.2.1 开花期

大多数野生大豆开花期在8月份，所示材料开花期在8月6日至8月26日。花全部紫色，有的品种略带白边。其中开花较早的从8月6日至8月12日的有53个材料，占供试材料的半数以上；中期从8月13日至8月19日有42份材料；晚期20日以后的只有9个材料。统计说明河北东部沿海地区野生大豆开花期主要集中在8月上中旬。

### 2.2.2 株高

野生大豆株高分为6级，一级：小于125.00cm，二级：125.01 - 200.00cm，三级：200.01 - 275.00cm，四级：275.01 - 350.00cm，五级：350.01 - 425.00cm，六级：大于425.00cm。由附录1可知，河北东部沿海地区野生大豆成熟时植株高度在77.50 - 310.00cm之间，没有五六级，其中三级占到70%以上，为野生大豆中的绝大多数，汇总如图2-1。

77%

16%

3%

4%

80%

60%

40%

百分比

20%

0%

≤125.00 125.01-200.00 200.01-275.00 275.01-350.00

株高（cm）

图2-1 河北东部沿海野Th大豆株高分布范围

Figure 2-1 The plant height distribution In Eastern coastal area of Hebei Province

### 2.2.3 茎粗

河北东部沿海地区野生大豆茎细长，蔓生，分枝较多。成熟时茎粗在1.01 -

4.32mm之间，跨越的幅度很大，没有1.00mm以下的和5.00mm以上的，其中1.51

- 3.00mm达到80%以上，分析结果如图2-2所示。

38%

11%

23%

5%

8%

2%

2%

40%

30%

20%

百分比

10%

0%

1.00-1.50 1.51-2.00 2.01-2.50 2.51-3.00 3.01-3.50 3.51-4.00 4.01-4.50

茎粗（mm）

图2-2 河北东部沿海地区野Th大豆茎粗分布范围

Figure 2-2 The stem diameter distribution In Eastern coastal area of Hebei Province

### 2.2.4 叶面积

野生大豆叶面积计算公式为：面积=长×宽×0.75（矫正系数），长与宽为野生大豆成熟时期的长和宽，由直尺量得。通过计算，河北东部沿海地区野生大豆成熟期叶片面积在11.40 - 95.70cm2之间，70%以上集中在30.01 - 60.00cm2之间。目前对野生大豆叶面积还没有明确的分级标准。汇总如图2-3。

26% 26%

21%

11%

8%

4%

4%

0%

1%

30%

20%

百分比

10%

0%

10.10-

20.00

20.01-

30.00

30.01-

40.00

40.01-

50.00

50.01-

60.00

60.01-

70.00

70.01-

80.00

80.01-

90.00

＞90.00

叶面积（cm2）

图2-3 河北东部沿海地区野Th大豆叶面积分布

Figure 2-3 The leaf size distribution In Eastern coastal area of Hebei Province

### 2.2.5 百粒重

百粒重划分为6个等级，划分标准如下，一级：小于1.00g，二级：1.00 - 1.49g，三级：1.50 - 1.99g，四级：2.00 - 2.49g，五级：2.50 - 3.00g，六级：大于3.00g。本实验得出，河北东部沿海地区野生大豆百粒重在1.19 - 3.27g之间，没有一级的，六级的只有一份材料，其中三、四两级的占到88%，为野生大豆绝大多数。归纳如下图。

63%

25%

10%

1%

1%

60%

40%

百分比

20%

0%

1.00-1.49 1.50-1.99 2.00-2.49 2.50-3.00＞3.00

百粒重（g）

图2-4 河北东部沿海野Th大豆百粒重分布范围

Figure 2-4 The kernel weight distribution In Eastern coastal area of Hebei Province

### 2.2.6 叶形

河北东部沿海地区野生大豆的叶片为三出复叶，叶形主要以椭圆形和卵圆形为主，叶片与栽培大豆相比较小而薄。

### 2.2.7 种皮颜色

河北东部沿海地区野生大豆的种皮颜色为黑色，大多有泥膜。

## 2.3 结论与讨论

河北科技师范学院位于秦皇岛昌黎县。昌黎县位于河北省东缘，东临渤海，属于中国东部季风区、暖温带、半湿润大陆性气候。无霜期平均是186天，最高平均气温是25.1℃，最低平均气温-5.2℃，年平均气温11℃，平均年降水量

712.7毫米，四季分明，日照充足，年均日照时数达2800小时。野生大豆适宜生长在温暖、湿润、短日照的环境条件下，因此可以在河北科技师范学院做野生大豆的栽培试验。

许多研究结果表明野生大豆的叶片多为三出复叶，叶形有披针形、卵圆形、圆形、椭圆形；花多数紫色，少数白色；茎细长，有极强的缠绕性和较多的分

枝；种皮多为黑色，也有褐色、黄色、青色、双色等，种皮多有泥膜，少数无泥膜，百粒重0.5–3g之间。

本实验通过田间观察和室内考种得出，河北东部沿海地区野生大豆的叶片为三出复叶，叶形主要以椭圆形和卵圆形为主，叶片与栽培大豆相比较小而薄；花全部为紫色，有的品种略带白边；茎蔓生，细长，分枝多；种皮黑色有泥膜；百粒重在1.19 - 3.27g之间。

在种植的105份野生大豆材料中，除一份没有成活外，其余均成活并正常生长。河北东部沿海地区野生大豆开花期从8月6日到8月26日，但主要集中在8月上中旬，各材料从播种期到开花期共经历了86天到108天不等。成熟时，植株高度在77.50 - 310.00cm之间，包含了一，二，三，四4个等级，没有五、六等级，其中第三等级占到70%以上，为绝大多数，说明河北东部沿海地区野生大豆植株高度总体较高。

野生大豆茎粗分为中部和基部茎粗，本实验测量的为野生大豆的中部茎粗，河北东部沿海地区野生大豆成熟时茎粗在1.01 - 4.32mm之间。成熟期叶片面积在

11.45 - 95.65 cm2之间，不同材料形态差异较大，同一种材料不同植株叶形态也可能差异较大。目前叶面积等级划分还没有明确的标准。百粒重在1.19 - 3.27g之间，其中在1.50 - 2.49g之间的占到88%，说明河北东部沿海地区的野生大豆籽粒较小。

# 第三章 河北东部沿海地区野Th大豆品质分析

## 3.1 材料与方法

### 3.1.1 材料

材料共84份其中包括75份野生大豆和9份半野生大豆，均为本实验室多年来采集的材料。采集材料地点在秦皇岛地区的昌黎县、抚宁县、卢龙县、青龙满族自治县；唐ft地区的迁安市、遵化市、迁西县、滦县、滦南县、玉田县、乐亭县、唐海县等地区。

### 3.1.2 方法

1.田间种植

（1）育苗将提前处理好的半野生大豆和野生大豆的种子在田间进行营养钵育苗。

（2）定植当豆苗长出3-4片叶时在田间进行定植，行长4米，每行5株。

（3）正常的田间管理。

2.性状测定

（1）蛋白质含量的测定 蛋白质含量的测定利用凯氏定氮法[87]，选择具有代表性的材料，每个材料设三次重复，取其平均数。具体试验步骤如下：

①试样的选取和制备选取具有代表性的种子，挑拣干净，按四分法缩减取样，取样量不得少于20g。将种子放于60 - 65℃烘箱中干燥8h以上，用高速多功能粉碎机磨碎，备用。

②称样 称取0.1g试样三份，准确至0.0001g。

③消煮 将试样置于25ml消煮管中，加入15ml浓硫酸，轻轻摇动消煮管，使试样被硫酸湿润，将消煮管置于消煮炉上加热，开始小火，待泡沫停止后加大火力，保持消煮管中的液体沸腾，沸酸在瓶颈中部冷凝回流，待溶液消煮到无微小碳粒并呈透明的蓝绿色时，继续消煮60min。

④蒸馏消煮液冷却后加少量蒸馏水，轻振摇匀。再加25ml碱液，然后放到半自动的蒸馏仪（龙科蒸馏仪）上蒸馏，蒸馏时将冷凝管末端插到盛有15ml硼酸-指示剂混合液的锥形瓶中，使冷凝管末端离开液面，取下接收瓶。

⑤滴定用0.05mol. L-1的盐酸标准溶液滴定至锥形瓶内的溶液由蓝绿色变成灰紫色为止。

⑥空白用0.10g蔗糖代替样品做空白测定。消耗酸标准溶液的体积不超过0.3ml。

⑦计算 用公式计算出蛋白质的百分含量：

蛋白质含量（%）（*V*2 *V*1）*N*0.0140100100%



*W*(100*X* )

V2—滴定试样时消耗酸标准溶液的体积（ml）

V1—滴定空白时消耗酸标准溶液的体积（ml）

K—氮换算成粗蛋白质的系数（6.25）

N—酸标准溶液的当量浓度

W—试样重量（g）

X—试样水含量

0.0140—每毫克当量氮的克数

（2）脂肪含量的测定脂肪含量的测定利用索式提取法[88]，选取有代表性的种子，拣出杂质，按四分法缩减取样。试样选取和制备完毕立即混合均匀，装入磨口瓶中备用。具体步骤如下：

①称取备用试样3g三份，准确至0.0001g。置于105土2℃供箱中，干燥

1h，取出，放入干燥器内冷却至室温。同时另测试样的水分。

②将试样放入研钵内研细，必要时可加适量纯石英砂助研，用角勺将研细的试样移入干燥的滤纸筒内，取少量脱脂棉抹净研钵、研锤和角勺上的试样和油迹，一并投入滤纸筒内（大豆已预先烘烤粉碎，可直接称样装筒）。在试样面层塞以脱脂棉，然后将滤纸筒放人抽提管内。

③在装有2-3粒浮石并已烘至恒重的、洁净的抽提瓶内，加入约瓶体1/2的无水石油醚，把抽提器各部分连接起来，打开冷凝水流，在水浴上进行抽提。调节水浴温度，使冷凝下滴的石油醚速率为180滴/分。抽提时间一般需8-10h，含油量高的作物种子，应延长抽提时间，至抽提管内的乙醚用滤纸试验无油迹时为抽提终点。

④抽提完毕后，从抽提管中取出滤纸筒，连接好抽提器，在水浴上蒸馏回收抽提瓶中的石油醚。取下抽提瓶，在沸水浴上蒸去残余的石油醚。

⑤将盛有粗脂肪的抽提瓶放入105士2℃烘箱中烘干1h在干燥器中冷却至室温（约45-60min）后称重，准确至0.0001g，再烘30min，冷却，称重，直至恒重。抽提瓶增加的重量即为粗脂肪重量抽出的油应是清亮的。否则应重做。

⑥用公式计算出蛋白质的百分含量：

脂肪含量（%）

粗脂肪重量

100%

试样重量（1水分百分率）

## 3.2 结果与分析

### 3.2.1 蛋白质含量

通过附表2可看出，河北东部沿海地区野生大豆的蛋白质含量均在35.00% -

50.00%范围内，变化幅度较大。个体植株蛋白质含量最高的材料是2008年编73，其含量为49.41%；其次是材料永61，其含量为48.03%；蛋白质含量最低的材料是永29，其含量为38.04%。

30

20

材料份数

10

0

38.00-39.99 40.00-41.99 42.00-43.99 44.00-45.99 46.00-47.99 48.00-49.99

蛋白质含量（%）

图3-1 蛋白质含量分布

Figure 3-1 The distribution of protein content

从上图3-1可以看出：河北东部沿海地区野生大豆蛋白质含量均在35.00% -

50.00%之间，其中84份材料中蛋白质含量在38.00% - 39.99%之间的有8份，所占比例为9.52%；蛋白质含量在40.00% - 41.99%之间的有19份，所占比例为22.62%；蛋白质含量在42.00% - 43.99%之间的有27份，所占比例为32.14%；蛋白质含量在44.00% - 45.99%之间的有17份，所占比例为20.24%；在46.00% -

47.99%之间的有11份，所占比例为13.10%；在48.00% - 49.99%之间的有2份，所占比例为2.38%。野生大豆蛋白质含量集中于40.00% - 45.99%之间；半野生大豆的蛋白质含量均在39.78 %–44.96%，低于野生大豆的蛋白质含量；半野生大豆的蛋白质含量和野生大豆的蛋白质含量均高于栽培大豆的蛋白质含量。另外，因供试材料不同，各品种间蛋白质含量相差较明显，说明野生大豆和半野生大豆蛋白质含量丰富，二者表现出较丰富的遗传多样性。

### 3.2.2 脂肪含量

通过附表3 可看出，河北东部沿海地区野生大豆的脂肪含量均在6.00% -

15.00%之间，变幅较大。个体植株脂肪含量最高的材料是2007编6，其含量是

14.57%；其次是材料2007编29，含量是14.40%；脂肪含量最低的材料是2007

编69，含量是6.62%。

40

30

材料份数

20

10

0

6.00-7.99 8.00-9.99 10.00-11.99 12.00-13.99 14.00-15.99

脂肪含量（%）

图3-2 脂肪含量分布

Figure 3-2 The distribution of fat content

从上图3-2可以看出：脂肪含量在6.00% - 7.99%之间的有24份，所占比例为28.57%；脂肪含量在8.00% - 9.99%之间的有37份，所占比例为44.05%；脂肪含量在10.00% - 11.99%之间的有13 份，所占比例为15.48%；脂肪含量在

12.00% - 13.99%之间的有6份，所占比例为7.14%；脂肪含量在14.00% - 15.99%

之间的有4 份，所占比例为4.76%，60%以上的野生大豆脂肪含量在6.00% -

9.99%。半野生大豆脂肪的含量在12.12% - 14.57%，说明野生大豆的脂肪含量低于半野生大豆的脂肪含量。另外，各品种间脂肪含量相差较明显，供试材料脂肪含量分布范围较广，说明野生大豆和半野生大豆表现出较丰富的遗传多样性。

通过对附表2蛋白质含量和附表3脂肪含量的数据整理得出，2008年编93是高蛋白低脂肪植物，其蛋白质含量为47.14%，脂肪含量为7.08%；永57是高蛋白高脂肪植物，其蛋白质含量为45.9%，脂肪含量为10.68%；2007年编32是低蛋白低脂肪植物，其蛋白质含量为39.75%，脂肪含量为7.27%；2005编51是低蛋白高脂肪植物，其蛋白质含量为40.46%，脂肪含量为10.86%。由此看出河北东部沿海地区的野生大豆资源较丰富。

## 3.3 结论与讨论

野生大豆因蛋白质含量高而引起大豆界的瞩目。杨光宇[89]等对全国现已入库、编目的野生大豆种质资源进行测定，得到蛋白质的平均含量是44. 90%，脂肪的平均含量为10.6%，由此看出野生大豆是一种高蛋白植物。

本试验通过对河北东部沿海地区野生大豆蛋白质含量的测定，得到蛋白质含量在35.00% - 50.00%之间，其含量主要集中于40.00% - 45.99%之间。因供试材料不同，各品种间蛋白质含量相差较明显，蛋白质含量最高的材料是2008年编73，其含量是49.41%；蛋白质含量最低的材料是永29，其含量是38.04%。说明野生大豆中含有高蛋白基因，这种高蛋白的特性正是人类未来高蛋白育种最需要的性状，对培育大豆新品种提供了优良的种质材料。

河北东部沿海地区野生大豆的脂肪含量在6.00% - 15.00%之间，其含量主要集中在6.00% - 9.99%。因供试材料不同，各品种间脂肪含量相差较明显，脂肪含量最高的材料是2007编6，其含量是14.57%；脂肪含量最低的材料是2007编69，其含量是6.62%。因此看出野生大豆的脂肪含量明显低于栽培大豆的脂肪含量。

通过本试验对河北东部沿海地区野生大豆蛋白质和脂肪含量的测定得出，

2008年编93是高蛋白低脂肪植物，永57是高蛋白高脂肪植物，2007年编32

是低蛋白低脂肪植物，2005编51是低蛋白高脂肪植物。说明河北东部沿海地区的野生大豆资源较丰富。

# 第四章 河北东部沿海地区野Th大豆根系特征及耐盐性研究

## 4.1 材料与方法

### 4.1.1 材料

材料（见下表4-1）来源于河北省东部沿海地区的11个野生大豆种群，均由河北科技师范学院野生大豆遗传资源课题组提供。

表4-1 试验材料

Table 4-1 test materials

| 编号 | 采集地点 | 编号 | 采集地点 |
| --- | --- | --- | --- |
| 2010编1-16 | 丰南66166部队 | 2010编55-63 | 南堡化工厂东 |
| 2010编17-23 | 丰南52831部队农场 | 2010编64-72 | 唐营高速北 |
| 2010编24-27 | 丰南南堡出口 | 2010编73-82 | 唐海油田 |
| 2010编28-42 | 南堡高速路口北 | 2010编83-101 | 唐海高速口南 |
| 2010编43-47 | 南堡区委东 | 2010编102-105 | 秦皇岛逸城森林 |
| 2010编48-54 | 南堡老王庄 |  |  |

### 4.1.2 方法

1.根系分析 每个材料选取籽粒饱满的种子15粒，用刀片破皮处理。将过筛的细河砂装入营养钵中，约占营养钵体积的2/3，每个营养钵播种5粒，3个重复，只浇营养液（Hoagland, s）不做其他处理。待植株成熟后用根系扫描仪对其进行根系性状测定，测定内容包括根总长度，根总体积及根表面积。

2.盐胁迫对野生大豆根系的影响 从所测材料中选取23份材料，每个材料选取籽粒饱满的种子30粒，用刀片破皮处理。将过筛的细河砂装入营养钵中，约占营养钵体积的2/3，每个营养钵播种5粒，试验分成两部分，一部分为对照，仅浇营养液（Hoagland, s），另一部分为盐处理，在营养液中加入1.2%的NaCl；每个处理重复3次。根据植株表现、叶片受害情况、植株衰亡百分率划分为耐盐级别（表4-2）对耐盐性进行分类并记录盐害级别。待处理组植株基本死亡后，利用根系扫描仪测定根总体积、根总表面积、根总长，并分别计算出根总体积、

总表面积和根总长的耐盐指数。体积耐盐指数=处理根体积÷对照根体积；表面积耐盐指数=处理根表面积÷对照根表面积；根长耐盐指数=处理根长÷对照根长。

表4-2 野Th大豆耐盐性分类标准

Table 4-2 Classification of wild soybean salt resistance standard

| 级别 | 盐害症状 |
| --- | --- |
| ++++  +++  ++  +  - | 植株发育正常，叶片与对照颜色基本一致，无盐害状植株发育基本正常，个别株有受害现象，叶片微黄  生长发育受抑制，但植株受害叶面积达到50%，叶枯萎单株受害叶面积达到75%，叶卷缩，枯萎  停止生长，死亡 |

## 4.2 结果与分析

### 4.2.1 野Th大豆根系分析

将试验所用的105份材料种植、记录和测量。野生大豆总根长较长，侧根多且细，表面积较栽培大豆大，根系发达，不同材料野生大豆根系性状有显著差异。本实验分别从野生大豆根的总体积、总表面积、总长度进行统计和分析见附录4，表中根系性状的数据由根系扫描仪测得。

1.野生大豆根总体积本实验中所示材料根总体积在0.07- 1.64m3之间，其中在0.21 - 0.80m3的占到60%以上，具体分配比例如下图4-1所示。

24%

25%

20%

13%

8%

9%

2% 1%

30%

25%

20%

百分比

15%

10%

5%

0%

≤0.20 0.21-

0.40

0.41-

0.60

0.61-

0.80

0.81-

1.00

1.01-

1.20

1.21-

1.40

＞1.4

根总体积（cm3）

图4-1 河北沿海地区野Th大豆根系体积分布范围

Figure 4-1 the root volume distribution of the wild soybean in the coastal areas of Hebei province

2.野生大豆根总表面积本实验中所示材料根总面积在13.65 - 139.35cm2之间，跨越幅度很大，其40.10 - 100.00cm2之间的在60%以上，为绝大多数。河北东部沿海地区野生大豆根系总表面积分布见图4-2。

26%

23%

18%

14%

8%

8%

3%

1%

30%

25%

20%

百分比

15%

10%

5%

0%

≤20.00 21.00- 40.01-

60.01-

80.01-

100.01- 120.01-

≥140.00

40.00 60.00

80.00

100.00

120.00 140.00

根表面积（cm2）

图4-2 河北东部沿海地区野Th大豆根总表面积分布范围

Figure 4-2 the root surface size distribution of the wild soybean in the coastal areas of Hebei province

29%

27%

22%

14%

2%

4%

2%

3.野生大豆根总长度野生大豆根总长度一般比栽培大豆长，根据试验调查河北东部沿海地区野生大豆根系总长度在166.00 - 1255.00cm之间，80%的野生大豆根系总长度分布在401.00 - 1000.00cm之间，为绝大多数，归纳总结如图4-3。

30%

25%

百分比

20%

15%

10%

5%

0%

≤200.00 200.01-

400.00

400.01-

600.00

600.01-

800.00

800.01-

1000.00

1000.01-

1200.00

＞1200.00

根长(cm)

图4-3 河北东部沿海地区野Th大豆根总长度分布范围

Figure 4-3 the root total length distribution of the wild soybean in the coastal areas of Hebei province

### 4.2.2 盐胁迫对野Th大豆根系的影响

盐胁迫下的野生大豆根比较小，总根长较短，侧根少，根毛不发达，根表面积和根体积都明显下降（图4-4）。待处理的材料基本死亡后，根系对照组和处理组的根总体积、总表面积、总长度由根系扫描仪测定数值如表4-4。



对照FN66166-9对照FN66166-14对照NPGS-11



处理FN66166-9处理FN66166-14处理NPGS-11

图4-4 对照组与处理组根系比较

Figure 4-4 comparison of root systems in control group and treatment group

1.不同盐害级别下对照组的根系比较分析盐害级别分为1、2、3、4、5共5个等级，1为耐盐性最强的，5为耐盐性最差的，根据附表4处理组材料调查的盐害级别，在与其对应的对照组分别选取耐盐性最强的和耐盐性最差的5个材料进行分析，统计结果如表4-3。

表4-3 不同盐害级别下对照组的根系比较分析

Table 4-2 root comparative analysis of category group in different salinity category

| 实验材料 | 盐害级别 | 根体积  （cm3） | 根平均体  积（cm3） | 根表面积  （cm2） | 根平均面  积（cm2） | 根长  （cm） | 根平均长  （cm） |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 201.编 13 | 1 | 0.59 |  | 55.80 |  | 421.00 |  |
| 201.编 33 | 1 | 0.54 |  | 72.30 |  | 766.00 |  |
| 201.编 34 | 1 | 0.72 | 0.52 | 85.30 | 61.58 | 811.00 | 586.40 |
| 201.编 38 | 1 | 0.50 |  | 59.40 |  | 560.00 |  |
| 201.编 70 | 1 | 0.26 |  | 35.10 |  | 374.00 |  |
| 201.编 1 | 5 | 0.98 |  | 93.70 |  | 790.00 |  |
| 201.编 6 | 5 | 1.02 |  | 92.90 |  | 676.00 |  |
| 201.编 21 | 5 | 0.77 | 0.75 | 83.00 | 77.74 | 710.00 | 667.00 |
| 201.编 26 | 5 | 0.61 |  | 72.00 |  | 672.00 |  |
| 201.编 73 | 5 | 0.37 |  | 47.10 |  | 487.00 |  |

根据图表4-3分析结果可以看出，处理组中耐盐性差的其根系的体积、表面积、根长与处理组耐盐性强的对应的对照组相比反而长势更好。

2.耐盐指数与盐害级别的关系对所测材料中选取23份材料对其对照和处理组分别进行根系扫描，分别计算根总体积、根总表面积、根总长的耐盐指数，比较盐害级别与耐盐指数的关系。处理组的根总表面积、总体积、总长度由根系扫描仪测定数值如下表4-4。

表4-4 对照与处理组的根系性状

Table 4-4 the control and treatment groups of root traits

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **（cm3） 耐盐 （cm2） 耐盐** | | | | | | | **根总长（cm） 耐盐** | | | **盐害** |
|  | **对照** | **处理** | **指数** | **对照** | **处理** | **指数** | **对照** | **处理** | **指数** | **级别** |
| 2010 编 1 | 0.89 | 0.12 | 0.13 | 93.70 | 8.78 | 0.09 | 790.00 | 51.04 | 0.06 | 5 |
| 2010 编 2 | 0.72 | 0.06 | 0.08 | 80.67 | 5.23 | 0.06 | 663.03 | 35.11 | 0.05 | 4 |
| 2010 编 3 | 0.45 | 0.19 | 0.42 | 46.28 | 16.28 | 0.35 | 382.00 | 112.03 | 0.29 | 5 |
| 2010 编 4 | 0.80 | 0.14 | 0.18 | 84.52 | 13.09 | 0.15 | 725.04 | 100.00 | 0.14 | 4 |
| 2010 编 5 | 0.65 | 0.11 | 0.17 | 70.03 | 11.36 | 0.16 | 597.11 | 98.02 | 0.16 | 3 |
| 2010 编 6 | 1.02 | 0.12 | 0.12 | 92.93 | 12.65 | 0.14 | 676.00 | 103.00 | 0.15 | 5 |
| 2010 编 7 | 0.64 | 0.17 | 0.27 | 72.55 | 13.68 | 0.19 | 652.00 | 91.00 | 0.14 | 3 |
| 2010 编 8 | 0.77 | 0.10 | 0.13 | 90.11 | 8.91 | 0.10 | 845.07 | 63.17 | 0.07 | 5 |
| 2010 编 9 | 0.59 | 0.22 | 0.37 | 17.71 | 0.64 | 0.04 | 560.00 | 114.05 | 0.20 | 3 |
| 2010 编10 | 0.64 | 0.06 | 0.09 | 73.03 | 7.84 | 0.11 | 667.00 | 78.00 | 0.12 | 4 |
| 2010 编11 | 0.77 | 0.14 | 0.18 | 80.08 | 11.85 | 0.15 | 667.22 | 79.00 | 0.12 | 3 |
| 2010 编12 | 0.93 | 0.14 | 0.15 | 101.21 | 13.52 | 0.13 | 879.00 | 103.06 | 0.12 | 2 |
| 2010 编13 | 0.59 | 0.15 | 0.25 | 55.75 | 15.94 | 0.29 | 421.00 | 131.23 | 0.31 | 1 |
| 2010 编14 | 0.81 | 0.23 | 0.28 | 76.85 | 17.82 | 0.23 | 584.02 | 113.08 | 0.19 | 3 |
| 2010 编15 | 0.51 | 0.14 | 0.27 | 46.32 | 9.75 | 0.21 | 341.04 | 55.10 | 0.16 | 4 |
| 2010 编16 | 0.95 | 0.07 | 0.07 | 99.25 | 3.24 | 0.03 | 828.20 | 12.06 | 0.01 | 5 |
| 2010 编17 | 0.59 | 0.18 | 0.31 | 67.48 | 17.35 | 0.26 | 612.06 | 133.00 | 0.22 | 3 |
| 2010 编18 | 0.72 | 0.27 | 0.38 | 84.44 | 26.37 | 0.31 | 791.00 | 206.03 | 0.26 | 3 |
| 2010 编19 | 0.57 | 0.18 | 0.32 | 71.97 | 17.14 | 0.24 | 726.17 | 129.08 | 0.18 | 3 |
| 2010 编20 | 0.60 | 0.15 | 0.25 | 65.01 | 11.89 | 0.18 | 571.04 | 77.00 | 0.13 | 5 |
| 2010 编38 | 0.50 | 0.13 | 0.26 | 59.44 | 13.70 | 0.23 | 560.00 | 113.00 | 0.2 | 1 |
| 2010 编39 | 0.89 | 0.22 | 0.25 | 96.26 | 19.77 | 0.21 | 831.00 | 146.07 | 0.18 | 3 |
| 2010 编 0.72 | | 0.08 | 0.11 | 71.5 | 5.86 | 0.08 | 568.01 | 34.00 | 0.06 | 5 |

**材料编号**

**根总体积**

**根总表面积**

100

从表4-4中选取盐害级别最高的3个材料和盐害级别最低3个材料，分别比较处理组两者之间根总体积、根总表面积、根总长与耐盐指数之间的关系，如下表4-5所示。

表4-5 盐害级别与耐盐指数的关系

Table 4-5 relationship of the salt type and salt tolerance

| 试验材料 | 盐害  级别 | 体积耐盐  指数 | 体积平均  耐盐指数 | 表面积耐  盐指数 | 表面积平  均耐盐数 | 根长耐盐  指数 | 根长平均  耐盐指数 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2010 编 1 | 5 | 0.13 |  | 0.09 |  | 0.06 |  |
| 2010 编 6 | 5 | 0.12 | 0.127 | 0.14 | 0.11 | 0.15 | 0.093 |
| 2010 编 8 | 5 | 0.13 |  | 0.10 |  | 0.07 |  |
| 2010 编 12 | 2 | 0.15 |  | 0.13 |  | 0.12 |  |
| 2010 编 13 | 1 | 0.25 | 0.22 | 0.29 | 0.217 | 0.31 | 0.21 |
| 2010 编 38 | 1 | 0.26 |  | 0.23 |  | 0.2 |  |

根据上表4-5分析结果可以看出，处理组中盐害级别高耐盐性差的其根系的体积平均耐盐指数、表面积平均耐盐指数、根长平均耐盐指数比盐害级别低耐盐性强的耐盐指数要低。其中2010编13和2010编38盐害级别都为1级，根体积耐盐指数、根表面积耐盐指数、根长耐盐指数都相对较高，是培育耐盐性品种的重要材料。

## 4.3 结论与讨论

大豆是中度耐盐碱植物，在盐渍土壤上种植品质下降，产量降低甚至绝收。而野生大豆耐盐性强，在盐碱地上也可以较好地生长，并获得较高的产量。野生大豆是栽培大豆近缘祖先种，从野生大豆中筛选出耐盐材料，为培育耐盐性强的大豆新品种提供了种质材料。

通过对河北东部沿海地区野生大豆根系活力的研究，结果表明：不同类型大豆根系有明显的差异，野生大豆总根长较长，侧根多且细，表面积大。根总体积在0.07 - 1.22cm3之间，根系总长度在166 - 1255cm之间，80%的野生大豆根系总长度分布在401 - 1000cm之间，根总面积在13.65 - 139.35cm2之间，跨越幅度很大，其中40.1 - 100cm2之间的在60%以上，这与野生大豆后期抗旱能力强有很大关系。另外，盐胁迫下野生大豆与对照材料相比总根体积、总根表面积、总根长等性状的差异达到极显著的差异，盐胁迫下的野生大豆总根长较短，侧根少，根毛不发达，根表面积和根体积都明显下降。

在盐胁迫下，根据试验得出，处理组中耐盐性差的其根系的体积、表面积、根长与处理组耐盐性强的对应的对照组相比反而长势更好。处理组中盐害级别高耐盐性差的其根系的体积平均耐盐指数、表面积平均耐盐指数、根长平均耐盐指数比盐害级别低耐盐性强的耐盐指数要低。其中2010编13和2010编38盐害级别都为1级，根体积耐盐指数、根表面积耐盐指数、根长耐盐指数都相对较高，是培育耐盐性品种的重要材料。

# 第五章 结论

通过对河北东部沿海地区野生大豆和半野生大豆材料的形态特征、品质、耐盐性对根系的影响的分析试验，得出如下结论：

1、形态特征分析

大多数野生大豆开花期集中在8月上、中旬，花紫色，茎蔓生。植株成熟时植株高度在77.50 - 310.00cm之间，第三等级占到70%以上；中部茎粗在1.01

- 4.32mm间，叶面积在11.40 - 95.70cm2间，百粒重在1.19 - 3.27g之间，说明河北东部沿海地区生长的大豆是典型的野生大豆，且植株高大健壮。

2、品质分析

野生大豆是一种蛋白质含量高而脂肪含量低的植物。河北东部沿海地区野生大豆蛋白质含量在35.00 - 50.00%间，因供试材料不同，各品种间蛋白质含量相差较明显，其中2008年编73蛋白质含量最高达到49.41%；脂肪含量在6.00

- 15.00%间，其中2007编69脂肪含量最低，其含量为6.62%，材料不同各品种间变化幅度很大。说明野生大豆中含有高蛋白和低脂肪基因，对培育新品种提供了重要的理论基础。

3、根系特征及盐胁迫对根系的影响

大多数野生大豆根系总长度在401.00 - 1000.00cm之间，根总面积在40.10 -

100.00cm2之间，根总体积在0.21 - 0.80cm3之间。盐胁迫下野生大豆与对照材料达到极显著水平，盐胁迫下的野生大豆根比较小，总根长较短，侧根少，根毛不发达，根表面积和根体积都明显下降。

在盐胁迫下，处理组中耐盐性差的其对照组根系的体积、表面积、根长与处理组耐盐性强的对应的对照组相比反而长势更好。处理组中盐害级别高耐盐性差的其根系的体积平均耐盐指数、表面积平均耐盐指数、根长平均耐盐指数比盐害级别低耐盐性强的耐盐指数要低。其中2010编13和2010编38盐害级

别都为1级，根体积耐盐指数、根表面积耐盐指数和根长耐盐指数都相对较高，是培育耐盐性品种的重要材料。

由此可看出，在河北省东部沿海地区存在着蛋白质含量高，耐盐性强，且性状优良的野生大豆品种，这对培育优质大豆新品种提供了基本材料，对拓宽大豆种质资源提供了理论基础。

参考文献

[1]张海泉，王铁军.大豆育种工作的现状与展望[J].沈阳农业大学报，2000,31(4)：375-379.

[2]郭清保.我国当前大豆产业发展现状及趋势[J].粮油加工与食品机械，2006, 7: 16-19.

[3]张瑞军，师颖，穆志新，等.我国大豆育种的现状与发展对策[J]. ft西农业科学,2008,36, 274(12)：21-23.

[4]高淑芹，赵婧，蔡蕾，等.野生大豆种质资源及其创新利用[J].农业与技术，2010, 30(4)：27-28.

[5]曹永强，宋书宏，王文斌，等.拓宽大豆育种遗传基础研究进展[J].辽宁农业科学,2005 (6)：34-36.

[6]王克晶，李福ft.我国野生大豆种质资源及其种质创新利用[J].中国农业科技导报,2000, 2(6)：69-72.

[7] 董英ft.中国野生大豆研究进展[J].吉林农业大学学报,2008,30(4):394-400.

[8]吴东丽，张金屯.野生大豆群落种群空间分布特性[J].生态学杂志Chinese Journal of Ecology 2008,27(8):1290-1295.

[9]马晓萍，杨光宇，杨振宇，等.野生大豆在大豆育种中的应用[J].作物研究2009, 23(1)：11-12.

[10]杨光宇，王洋，马晓萍，等.野生大豆种质资源评价与利用研究进展[J].吉林农业科学，2005, 30(2)：61-63.

[11]胡小梅，张必弦，朱延明，等.野生大豆资源的研究与利用[J].安徽农业科学,2011,39 (22)：13311-13313.

[12]位昕禹.野生大豆生物学特性及应用探讨[J].黑龙江农业科学，2010(5)：138-141.

[13]李福ft.中国野生大豆资源的地理分布及生态生化研究[J].中国农业科学,1993,26 (2)：47-55.

[14]郑永战，盖钧镒，赵团结，等.中国大豆栽培和野生资源脂肪性状的变异特点研究[J].中国农业科学，2008,41(5)：1283-1290.

[15]徐豹，张明，路琴华，等.野生大豆中的高含硫氨基酸种质[J].大豆科学，1993,12(3)：265-266.

[16]杨光宇，王洋，马晓萍.中国野生大豆脂肪含量及其脂肪酸组成的研究[J].大豆科学,2000, 19(3)：258-262.

[17]吴立新.野大豆栽培技术与利用.四川草原，2004(9)：59-60.

[18] 吴立新.新型饲料源—野大豆草粉.畜禽业，2004(9)：61-62.

[19]张煜，李娜娜，丁汉凤，等.野生大豆种质资源及创新应用研究进展[J]. ft东农业科学2012, 44(4)：31-35.

[20]林红.野生大豆特异资源的鉴定和利用[J].黑龙江农业科学，1997, 1: 41-42.

[21]王克晶，李福ft.我国野生大豆种质资源及其种质创新利用[J].中国农业科技导报,2000 (6)：69-72.

[22]史凤玉，朱英波，龙茹，等.河北东部沿海地区野生大豆病毒病抗性与几种酶活性的关系

[J].植物病理学报,2008,38(4):382-387.

[23]张海珍，徐鹏飞，靳立梅，等.野生大豆对大豆疫霉根腐病抗感反应及聚类分析[J].东北农业大学学报，2009, 40(11)：1-6.

[24]来永才，林红，方万程，等.黑龙江野生大豆优异资源筛选、评价及利用的研究[J].中国农学通报，2005, 40(11)：1-6.

[25]肖鑫辉，李向华，刘洋，等.野生大豆耐高盐碱土壤种质的鉴定与评价[J].植物遗传资源学报，2009,10(3)：392-398.

[26]李娜娜，张煜，王俊峰，等. 栽培大豆种质资源耐盐性的研究进展[J]. 中国农学通报2011, 27(27)：6-11.

[27]肖鑫辉，李向华，王克晶，等.渤海湾津唐沿海野生大豆种群高盐碱胁迫反应[J].植物遗传资源学报2010, 11(3)：290-297.

[28] Cho M J, Widholm J M, Vodkin L O. Cassettes for seed-specific expression tested in transformed embryogenic cultures of soybean[J]. Plant Mol Biol Rep, 1995, 13:255-269.

[29]肖鑫辉，李向华，刘洋，等.高盐碱环境下野生大豆主要性状与单株产量的相关分析[J].大豆科学，2009,28(4)：616-622,627.

[30]史凤玉，龙茹，朱英波，等.野生大豆耐盐性研究进展[J].河北科技师范学院学报,2008,22 (1)：7-10.

[31]段建兴.几种野生大豆对盐碱土的适应性研究[D].大连交通大学,2010。

[32]吴雪霞，陈建林，查丁石，等.植物耐盐性研究进展[J].江西农业学报，2008, 20(2)：11-13.

[33]李娜娜，孔维国，张煜，等. 野生大豆耐盐性研究进展[J]. 西北植物学报,2012,32 (5):1067-1072.

[34] Zhu J K. Plant salt tolerance[J]. Trends Plant Science, 2001, (6): 66-71.

[35]裘丽珍，黄有军，黄坚钦，等.不同耐盐植物在盐胁迫下的生长与生理特性比较研究[J].浙江大学学报，2006,32(4)：420-427.

[36]刘光宇，关荣霞，常汝镇，等.大豆不同器官Na+含量与苗期耐盐性的相关分析[J].作物学报，2011,37(7)：1266-1273.

[37] Yang X H, Chen X Y, Ge Q Y, et al. Tolerance of photosynthesis to photoinhibition, high temperature and drought stress in flag leaves of wheat: Acomparison between a hybridization line and its parents grown under field conditions[J]. Plant Science, 2006, 171: 389-397.

[38]杨淑萍，危常州，梁永超.盐胁迫对不同基因型海岛棉光合作用及荧光特性的影响[J].中国农业科学，2010,43(8)：1585-1593.

[39]杨升，张华新，张丽.植物耐盐生理生化指标及耐盐植物筛选综述[J].西北林学院学报，2010, 25(3)：59-65.

[40] Greeway H, Munns R. Mechanism of salt tolerance in halophyte[J]. Annual Review of Plant Physiology, 1980, 31:149-190.

[41]於丙军，罗庆云，曹爱忠，等.栽培大豆和野生大豆耐盐性及离子效应的比较[J].植物资源与环境学报，2001, 10(1)：25-29.

[42] Luo Q Y, Yu B J, Liu Y L. Differential sensitivity to chloride and sodiumions in seedlings of Glycine max and soja under NaCl stress[J]. Plant Physiology, 2005, 162(9):1003-1012.

[43]王玮，李德.植物盐分胁迫与水分胁迫的异同[J].植物生理学通讯，2003,39(5)：491-492.

[44] 张新春，庄炳昌，李自超.植物耐盐性研究进展[J].玉米科学，2002, 10(1)：50-56.

[45] 庄炳昌.中国野生大豆生物学研究[M].北京：科学出版社,1999。

[46] 陆静梅，刘友良，胡波，等.中国野生大豆盐腺的发现[J].科学通报,1998,43(19):2074-2078.

[47]卫秀英，汤菊香，鲁玉贞.盐胁迫对不同野生大豆种子发芽的影响[J].种子.2008.27(1)：68-70.

[48]马淑时，王伟.大豆品种资源的抗盐碱性研究[J].吉林农业科学，1994, 4: 69-70.

[49]邵桂花，宋景芝，刘惠令.大豆种质资源耐盐性鉴定初报[J].中国农业科学，1986, 6: 30-35.

[50]张文会，郭磊，郭彦，等.植物生长激素对野生大豆耐盐性的影响[J].安徽农业科学,2007, 35(5)：1296-1297.

[51]乔亚科，李桂兰，高书国，等.昌黎沿海野生大豆分布及其耐盐性[J].河北职业技术师范学院学报，2001, 15(2)：9-13.

[52]乔亚科，李桂兰，王文颇，等.野生大豆愈伤组织与苗期耐盐力研究[J].河北农业大学学报，2003,26(4)：29-33,41.

[53]张美云，钱吉，钟扬，等.野生大豆若干耐盐生理指标的研究[J].复旦学报（自然科学版）, 2002, 41(6)：669-673.

[54]段建兴，史锟。野生大豆对盐碱土离子浓度的影响[J]. 中国农学通报,2009,25 (16):244-249.

[55]王敏，朱怀梅，苏琳婧，等.野生大豆耐盐性材料初步筛选[J].河南农业科学，2005, 7: 31-34.

[56]王希，李勇，柏锡，等.野生大豆盐胁迫响应基因GsPIP的克隆及其序列分析[J].草业学报，2011, 20(1)：131-139.

[57]张小明，刘丽君，唐晓飞，等. 中俄大豆种质遗传多样性分析[J]. 大豆科学,2008,27 (1)：15-20.

[58]程春明，王瑞珍，赵现伟，等.野生大豆研究利用进展及建议[J]. 江西农业学报,2011, 23(4)：22-26.

[59]徐豹，徐航，庄炳昌，等.中国野生大豆(G. soja)籽粒性状的遗传多样性及其地理分布[J].作物学报，1995,21(6)：733-739.

[60]徐豹，庄炳昌.中国野生大豆脂肪含量的多态性及其地理分布[J].大豆科学,1993(12)：269-274.

[61]董英ft, 庄炳昌，赵丽梅，等. 中国野生大豆遗传多样性中心[J]. 作物学报,2000,26 (5):521-527.

[62] Wang K J, Takahata Y. A preliminary comparative evaluation of genetic diversity between Chinese and Japanese wild soybean (*Glycine soja*) germplasm pools using SSR markers[J]. Genetic Resources and Crop Evolution, 2007,54:157-165.

[63]刘昭军，李希臣.同工酶技术在大豆育种中的应用[J].黑龙江农业科学，2001, 6: 35-37.

[64]李军，陶芸，郑师章，等.同工酶水平上野生大豆种群内分化的研究[J].植物学报,1995, 37(9)：669-676.

[65]段会军，褚素敏，张彩英，等.河北不同生态区大豆品种的过氧化物酶同工酶分析[J].河北农业大学学报,2003,26 (4)：42-46.

[66]李军，钱波，郑师章，等.野生大豆种子库中同工酶水平上的遗传多样性的初步研究[J].应用生态学报，1998,9(2)：145-149.

[67] Fujita R, Hara M O, Kazak iK O, et al. The extent of natural cross - pollination in wild soybean ( *Glycine soja*) [J]. Journal of Heredity. 1997, 88:124-128.

[68] 夏铭.遗传多样性研究进展[J].生态学杂志, 1999, 18(3): 59-65.

[69] Maughan P J, Saghai-Maroof M A, Buss G R. Microsatellite and amplified fragment length polymorphisms in cultivated and wild soybean[J]. Genome, 1995, 38: 715-723.

[70]赵洪锟，王玉民，李启云，等.中国不同纬度野生大豆和栽培大豆SSR分析[J].大豆科学，2001, 20(3)：172-176.

[71]赵洪锟，庄炳昌，王玉民，等.中国不同纬度野生大豆和栽培大豆AFLP分析[J].高技术通讯,2000,7: 32-35.

[72]丁艳来，赵团结，盖钧镒.中国野生大豆的遗传多样性和生态特异性分析[J].生物多样性，2008, 16(2)：133-142.

[73]程春明，杨存义，马启彬，等.江西野生大豆遗传多样性分析[J].植物遗传资源学报,2011, 12(6)：928-933,940.

[74]赵青松，年海，杨存义，等.湖南新田野生大豆自然居群遗传多样性分析[J].西北植物学报. 2009, 29(11)：2221-2227.

[75]关荣霞，刘秀敏，常汝镇.辽宁新宾县原位保护区野生大豆(Glycine soja Sieb. & Zucc.)遗传多样性分析[J].高技术通讯, 2006,16(1): 67-72.

[76] Young C I, Wang K J, Song H S, et al. Genetic divers it measured by simple sequence repeat variations among the wild soybean(*Glycine soja*) collected along the riverside off ivemajor rivers in Korea[J]. Genes and Genetic Systems, 1999, 74(4): 169-177.

[77] Scitova AM, Ignatov A N, Suprunova T P, et al. Genetic variationo wild soybean ( *Glycine soja Sieb*. et Zucc.) in the Far East Region of the Russian Federation[J]. Russian Journal of Genetics, 2004,40(2): 165-171.

[78]来永才，林红，方万程，等.野生大豆资源在大豆种质拓宽领域中的应用[J].沈阳农业大学学报，2004,35(3)：184-188.

[79]杨光宇，郑惠玉，韩春凤，等.克服种间杂种蔓生、小粒等不良性状技术的初步研究[J].大豆科学，1993,12(4)：275-282.

[80]姚振纯，林红.大豆优异种间杂交新种质选育进展[J].大豆科学,1993, 12(3)：196。

[81]王果.野生大豆(*Glycine soja*)资源的利用研究进展[J].滁州学院学报,2007,9(3):74-76.

[82]杜莉莉，於丙军.栽培大豆和滩涂野大豆及其杂交后代耐盐性、农艺性状与籽粒品质分析[J].，中国油料作物学报，2010, 32(1)：77-82．

[83] 孙寰，赵丽梅，黄梅，等.大豆质一核互作不育系研究[J].科学通报，2003, 38(16)：98-103．

[84] Zhao T J, Gai J Y．Discovery of new male-sterile cytoplasm sources and development of a new cytoplasmic-rluclear male-sterile line NJCMS3A in soybean[J]. Euphytiea, 2006,152: 387-396．

[85]吕宪禹，卢茜，刘桂琴，等.导入野生大豆DNA 小麦后代的农艺性状研究.南开大学学报

（自然科学版）,2002,35(4):103-105.

[86]王转斌.将杨树和野生大豆DNA直接导入栽培大豆的研究[J].东北林业大学学报，2001, 29(3)：93-94.

[87]张龙翔，张庭芳，李令媛.生化实验方法和技术[M].北京：高等教育出版社,1997。

[88] 黄伟坤. 食品检验与分析[M]. 北京: 中国轻工业出版社: 1989.

[89]杨光宇，纪锋.中国野生大豆资源的研究与利用综述.地理分布、化学品质性状及在育种的利用[J].吉林农业科学，1999, 24(1)：12-17.

附 录

附表1 野Th大豆形态学性状统计

Appendix 1 morphological traits statistics of wild soybean

| 实验材料 | 开花期  （d） | 株高  （cm） | 叶长  （cm） | 叶宽  （cm） | 叶面积  （cm2） | 茎粗  （cm） | 百粒重  （g） |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2010 编 1 | 8 月 6 | 247.50 | 13.05 | 7.65 | 74.87 | 4.15 | 2.80 |
| 2010 编 2 | 8 月 6 | 245.00 | 6.80 | 4.80 | 24.48 | 2.54 | 1.19 |
| 2010 编 3 | 8 月 20 | 255.00 | 11.40 | 6.60 | 56.43 | 3.40 | 2.15 |
| 2010 编 4 | 8 月 17 | 247.50 | 8.25 | 4.55 | 28.15 | 2.46 | 2.04 |
| 2010 编 5 | 8 月 12 | 255.00 | 10.20 | 5.45 | 41.69 | 2.86 | 1.52 |
| 2010 编 6 | 8 月 16 | 215.25 | 6.65 | 4.25 | 21.20 | 2.45 | 1.86 |
| 2010 编 7 | 8 月 18 | 250.00 | 9.90 | 6.95 | 51.60 | 3.31 | 2.01 |
| 2010 编 8 | 8 月 12 | 162.75 | 6.65 | 4.95 | 24.69 | 2.83 | 1.85 |
| 2010 编 9 | 8 月 19 | 247.50 | 10.30 | 6.70 | 51.76 | 2.67 | 2.12 |
| 2010 编 10 | 8 月 17 | 267.50 | 9.45 | 5.50 | 38.98 | 2.69 | 1.68 |
| 2010 编 11 | 8 月 17 | 250.00 | 8.85 | 4.55 | 30.20 | 3.17 | 1.88 |
| 2010 编 12 | 8 月 17 | 302.50 | 10.15 | 6.90 | 52.53 | 2.15 | 2.20 |
| 2010 编 13 | 8 月 16 | 250.00 | 7.25 | 5.50 | 29.91 | 1.95 | 1.27 |
| 2010 编 14 | 8 月 16 | 267.50 | 11.00 | 7.30 | 60.23 | 4.32 | 2.11 |
| 2010 编 15 | 8 月 11 | 282.50 | 14.25 | 8.95 | 95.65 | 3.70 | 3.27 |
| 2010 编 16 | 8 月 16 | 282.50 | 11.00 | 6.75 | 55.69 | 2.55 | 2.13 |
| 2010 编 17 | 8 月 8 | 257.50 | 11.05 | 6.00 | 49.73 | 1.88 | 1.64 |
| 2010 编 18 | 8 月 8 | 270.00 | 10.70 | 6.80 | 54.57 | 2.40 | 1.72 |
| 2010 编 19 | 8 月 6 | 287.50 | 9.75 | 5.50 | 40.22 | 2.91 | 1.77 |
| 2010 编 20 | 8 月 8 | 247.50 | 12.90 | 7.80 | 75.47 | 3.11 | 1.48 |
| 2010 编 21 | 8 月 11 | 285.00 | 10.25 | 6.90 | 53.04 | 1.83 | 1.83 |
| 2010 编 22 | 8 月 8 | 305.00 | 11.45 | 8.00 | 68.70 | 2.92 | 1.79 |
| 2010 编 23 | 8 月 8 | 280.00 | 11.15 | 6.30 | 52.68 | 3.10 | 1.72 |
| 2010 编 24 | 8 月 6 | 270.00 | 13.60 | 6.95 | 70.89 | 2.75 | 1.72 |
| 2010 编 25 | 8 月 6 | 265.00 | 8.40 | 5.30 | 33.39 | 1.56 | 1.70 |
| 2010 编 26 | 8 月 8 | 262.50 | 10.95 | 6.30 | 51.74 | 2.10 | 1.63 |
| 2010 编 27 | 8 月 6 | 237.50 | 9.85 | 5.35 | 39.52 | 2.27 | 1.55 |
| 2010 编 28 | 8 月 6 | 282.50 | 8.50 | 5.65 | 36.02 | 2.16 | 1.93 |
| 2010 编 29 | 8 月 9 | 257.50 | 9.00 | 5.85 | 39.49 | 2.13 | 1.95 |
| 2010 编 30 | 8 月 9 | 295.00 | 9.10 | 6.55 | 44.70 | 1.93 | 1.51 |
| 2010 编 31 | 8 月 16 | 282.50 | 9.90 | 6.40 | 47.52 | 2.19 | 2.29 |

续表 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **实验材料** | **开花期**  **（d）** | **株高**  **（cm）** | **叶长**  **（cm）** | **叶宽**  **（cm）** | **叶面积**  **（cm2）** | **茎粗**  **（cm）** | **百粒重**  **（g）** |
| 2010 编 32 | 8 月 16 | 257.50 | 10.85 | 7.35 | 59.81 | 3.63 | 2.00 |
| 2010 编 33 | 8 月 9 | 260.00 | 9.95 | 7.00 | 52.24 | 2.39 | 1.77 |
| 2010 编 34 | 8 月 6 | 215.00 | 8.75 | 6.00 | 39.38 | 2.12 | 1.79 |
| 2010 编 35 | 8 月 6 | 297.50 | 9.25 | 5.70 | 39.54 | 2.01 | 1.46 |
| 2010 编 36 | 8 月 6 | 250.00 | 9.20 | 6.65 | 45.89 | 2.02 | 1.67 |
| 2010 编 37 | 8 月 19 | 272.50 | 12.50 | 7.55 | 70.78 | 2.50 | 1.70 |
| 2010 编 38 | 8 月 9 | 287.50 | 9.25 | 6.55 | 45.44 | 1.91 | 2.00 |
| 2010 编 39 | 8 月 17 | 215.00 | 8.70 | 4.80 | 31.32 | 2.72 | 1.77 |
| 2010 编 40 | 8 月 23 | 227.50 | 9.40 | 6.10 | 43.01 | 2.18 | 2.01 |
| 2010 编 41 | 8 月 24 | 250.00 | 9.65 | 7.35 | 53.20 | 2.69 | — |
| 2010 编 42 | 8 月 14 | 227.50 | 10.05 | 7.75 | 58.42 | 2.18 | 2.01 |
| 2010 编 43 | 8 月 19 | 262.50 | 10.00 | 6.15 | 46.13 | 3.00 | 1.59 |
| 2010 编 44 | 8 月 17 | 222.50 | 7.60 | 4.85 | 27.65 | 1.7 | 2.14 |
| 2010 编 45 | 8 月 11 | 247.50 | 9.65 | 7.30 | 52.83 | 2.41 | 1.92 |
| 2010 编 46 | 8 月 9 | 230.00 | 8.50 | 5.40 | 34.43 | 2.03 | 1.55 |
| 2010 编 47 | 8 月 15 | 270.00 | 9.85 | 5.25 | 38.78 | 2.40 | 1.63 |
| 2010 编 48 | 8 月 11 | 270.00 | 10.10 | 4.20 | 31.82 | 1.76 | 1.66 |
| 2010 编 49 | 8 月 16 | 287.50 | 11.40 | 7.65 | 65.41 | 2.41 | 1.90 |
| 2010 编 50 | 8 月 17 | 242.50 | 11.45 | 7.55 | 64.84 | 2.68 | 1.85 |
| 2010 编 51 | 8 月 18 | 310.00 | 11.60 | 6.95 | 60.47 | 1.71 | 2.10 |
| 2010 编 52 | 8 月 16 | 240.00 | 8.65 | 7.75 | 50.28 | 1.59 | 1.33 |
| 2010 编 53 | 8 月 6 | 257.50 | 9.95 | 6.15 | 45.89 | 1.77 | 2.29 |
| 2010 编 54 | 8 月 6 | 257.50 | 10.30 | 6.05 | 46.74 | 2.03 | 2.07 |
| 2010 编 55 | 8 月 8 | 247.50 | 7.95 | 4.30 | 25.64 | 1.64 | 2.11 |
| 2010 编 56 | 8 月 17 | 270.00 | 8.30 | 5.35 | 33.30 | 1.42 | 1.52 |
| 2010 编 57 | 8 月 17 | 255.00 | 8.85 | 5.30 | 35.18 | 2.00 | 1.77 |
| 2010 编 58 | 8 月 6 | 275.00 | 9.70 | 5.95 | 43.29 | 2.28 | 1.48 |
| 2010 编 59 | 8 月 8 | 237.50 | 11.90 | 7.10 | 63.37 | 2.38 | 1.51 |
| 2010 编 60 | 8 月 8 | 267.50 | 12.60 | 7.40 | 69.93 | 3.26 | 1.50 |
| 2010 编 61 | 8 月 17 | 272.50 | 7.70 | 5.50 | 31.76 | 2.39 | 2.17 |
| 2010 编 62 | 8 月 14 | 237.50 | 10.45 | 6.60 | 51.73 | 2.77 | 1.95 |
| 2010 编 63 | 8 月 17 | 260.00 | 7.80 | 4.65 | 27.20 | 1.91 | 1.67 |
| 2010 编 64 | 8 月 6 | 267.50 | 9.90 | 7.50 | 55.69 | 2.96 | 1.80 |
| 2010 编 65 | 8 月 9 | 242.50 | 9.85 | 6.25 | 46.17 | 1.98 | 1.74 |
| 2010 编 66 | 8 月 23 | 240.00 | 9.05 | 6.45 | 43.78 | 2.40 | 1.87 |
| 2010 编 67 | 8 月 24 | 185.00 | 8.70 | 6.70 | 43.72 | 1.74 | 1.84 |
| 2010 编 68 | 8 月 25 | 245.00 | 9.65 | 6.60 | 47.77 | 2.13 | 1.84 |
| 2010 编 69 | 8 月 9 | 242.50 | 8.45 | 4.55 | 28.84 | 2.47 | 2.06 |

续表 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **实验材料** | **开花期**  **（d）** | **株高**  **（cm）** | **叶长**  **（cm）** | **叶宽**  **（cm）** | **叶面积**  **（cm2）** | **茎粗**  **（cm）** | **百粒重**  **（g）** |
| 2010 编 70 | 8 月 23 | 242.50 | 9.45 | 6.10 | 43.23 | 2.13 | 1.76 |
| 2010 编 71 | 8 月 26 | 250.00 | 9.60 | 6.55 | 47.16 | 2.82 | 1.68 |
| 2010 编 72 | 8 月 14 | 240.00 | 9.50 | 6.10 | 43.46 | 2.80 | 1.58 |
| 2010 编 73 | 8 月 6 | 242.50 | 9.75 | 6.10 | 44.61 | 2.00 | 1.78 |
| 2010 编 74 | 8 月 6 | 275.00 | 9.65 | 5.90 | 42.70 | 2.06 | 1.96 |
| 2010 编 75 | 8 月 8 | 212.50 | 7.45 | 3.50 | 19.56 | 2.06 | 1.97 |
| 2010 编 76 | 8 月 17 | 242.50 | 7.90 | 3.50 | 20.74 | 1.70 | 2.17 |
| 2010 编 77 | 8 月 16 | 267.50 | 8.50 | 5.45 | 34.74 | 3.22 | 1.77 |
| 2010 编 78 | 8 月 11 | 252.50 | 11.00 | 6.45 | 53.21 | 2.36 | 1.97 |
| 2010 编 79 | 8 月 8 | 265.50 | 8.35 | 5.80 | 36.32 | 2.06 | 1.85 |
| 2010 编 80 | 8 月 16 | 265.00 | 8.10 | 5.45 | 33.11 | 2.26 | 1.76 |
| 2010 编 81 | 8 月 19 | 242.50 | 9.95 | 6.20 | 46.27 | 1.86 | 1.38 |
| 2010 编 82 | 8 月 16 | 215.00 | 7.15 | 3.85 | 20.65 | 1.32 | 2.02 |
| 2010 编 83 | 8 月 17 | 247.50 | 8.60 | 5.00 | 32.25 | 2.62 | 1.86 |
| 2010 编 84 | 8 月 8 | 227.50 | 9.30 | 4.40 | 30.69 | 3.34 | 2.00 |
| 2010 编 85 | 8 月 8 | 230.00 | 10.00 | 6.85 | 51.38 | 1.76 | 2.42 |
| 2010 编 86 | 8 月 17 | 222.50 | 8.40 | 4.85 | 30.56 | 2.70 | 1.60 |
| 2010 编 87 | 8 月 9 | 272.50 | 11.65 | 6.65 | 58.10 | 2.90 | 1.76 |
| 2010 编 88 | 8 月 17 | 187.50 | 9.80 | 4.85 | 35.65 | 2.36 | 2.28 |
| 2010 编 89 | 8 月 9 | 230.00 | 9.30 | 6.20 | 43.25 | 2.14 | 2.27 |
| 2010 编 90 | 8 月 9 | 247.50 | 12.10 | 6.90 | 62.62 | 2.33 | 1.95 |
| 2010 编 91 | 8 月 6 | 277.50 | 8.95 | 6.15 | 41.28 | 2.50 | 1.91 |
| 2010 编 92 | 8 月 9 | 310.00 | 8.40 | 5.30 | 33.39 | 2.25 | 1.64 |
| 2010 编 93 | 8 月 9 | 242.50 | 10.35 | 6.55 | 50.84 | 2.55 | 1.71 |
| 2010 编 94 | 8 月 6 | 175.00 | 8.85 | 5.15 | 34.18 | 1.69 | 2.22 |
| 2010 编 95 | 8 月 16 | 272.50 | 8.80 | 4.85 | 32.01 | 2.12 | 1.78 |
| 2010 编 96 | 8 月 13 | 250.00 | 9.35 | 5.80 | 40.67 | 2.53 | 2.03 |
| 2010 编 97 | 8 月 18 | 235.00 | 8.05 | 5.10 | 30.79 | 1.90 | 1.89 |
| 2010 编 98 | 8 月 9 | 240.00 | 9.35 | 5.55 | 38.92 | 2.97 | 2.09 |
| 2010 编 99 | 8 月 17 | 252.50 | 8.10 | 6.70 | 40.70 | 1.66 | 1.75 |
| 2010 编 100 | 8 月 20 | 255.00 | 11.40 | 6.35 | 54.29 | 2.26 | 1.88 |
| 2010 编 101 | 8 月 17 | 295.00 | 8.70 | 6.25 | 40.78 | 2.88 | 1.64 |
| 2010 编 102 | 8 月 9 | 77.50 | 5.45 | 2.80 | 11.45 | 1.01 | 1.42 |
| 2010 编 103 | — | — | — | — |  | — | — |
| 2010 编 104 | 8 月 17 | 90.00 | 6.40 | 3.30 | 15.84 | 1.35 | 1.86 |
| 2010 编 105 | 8 月 9 | 115.00 | 6.95 | 3.05 | 15.90 | 1.31 | 1.40 |

附表2 野Th大豆和半野Th大豆的蛋白质含量

Appendix 2 The protein content of the wild soybean and semi-wild soybean

| 序列 | 名称 | 蛋白质含量(%) | 序列 | 名称 | 3.2.1 蛋白质含量  (%) | 序列 | 名称 | 蛋白质含量  (%) |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 永 1 | 38.16 | 29 | 2005 编 3 | 43.06 | 57 | 2005 半野20 | 41.77 |
| 2 | 永 2 | 43.26 | 30 | 2005 编 4 | 46.12 | 58 | 2005 半野26 | 44.43 |
| 3 | 永 8 | 40.99 | 31 | 2005 编 7 | 44.79 | 59 | 2005 半野27 | 42.65 |
| 4 | 永 10 | 40.93 | 32 | 2005 编 8 | 46.66 | 60 | 半野早 3 | 42.12 |
| 5 | 永 18 | 47.27 | 33 | 2005 编 11 | 45.46 | 61 | 半野早 4 | 42.49 |
| 6 | 永 24 | 43.94 | 34 | 2005 编 12 | 42.90 | 62 | 2007 编 6 | 44.66 |
| 7 | 永 25 | 46.23 | 35 | 2005 编 15 | 41.21 | 63 | 2007 编 10 | 45.79 |
| 8 | 永 29 | 38.04 | 36 | 2005 编 16 | 42.11 | 64 | 2007 编 12 | 46.73 |
| 9 | 永 30 | 44.14 | 37 | 2005 编 18 | 41.15 | 65 | 2007 编 16 | 41.53 |
| 10 | 永 31 | 40.87 | 38 | 2005 编 20 | 42.93 | 66 | 2007 编 21 | 45.97 |
| 11 | 永 36 | 42.71 | 39 | 2005 编 25 | 43.03 | 67 | 2007 编 29 | 44.13 |
| 12 | 永 37 | 40.40 | 40 | 2005 编 27 | 40.53 | 68 | 2007 编 32 | 39.75 |
| 13 | 永 38 | 42.87 | 41 | 2005 编 28 | 38.94 | 69 | 2007 编 41 | 44.19 |
| 14 | 永 39 | 43.58 | 42 | 2005 编 31 | 41.15 | 70 | 2007 编 46 | 46.06 |
| 15 | 永 40 | 40.99 | 43 | 2005 编 36 | 39.73 | 71 | 2007 编 52 | 41.56 |
| 16 | 永 45 | 43.13 | 44 | 2005 编 46 | 42.13 | 72 | 2007 编 54 | 44.21 |
| 17 | 永 46 | 39.87 | 45 | 2005 编 51 | 40.46 | 73 | 2007 编 60 | 42.53 |
| 18 | 永 47 | 41.72 | 46 | 2005 编 54 | 40.28 | 74 | 2007 编 63 | 46.75 |
| 19 | 永 48 | 46.48 | 47 | 2005 编 62 | 44.53 | 75 | 2007 编 69 | 42.99 |
| 20 | 永 49 | 43.13 | 48 | 2005 编 63 | 41.77 | 76 | 2007 编 77 | 45.71 |
| 21 | 永 52 | 41.82 | 49 | 2005 编 64 | 43.22 | 77 | 2008 年编27 | 43.55 |
| 22 | 永 53 | 41.83 | 50 | 2005 编 66 | 42.54 | 78 | 2008 年编30 | 47.71 |
| 23 | 永 55 | 42.11 | 51 | 2005 编 67 | 43.55 | 79 | 2008 年编35 | 45.33 |
| 24 | 永 57 | 45.90 | 52 | 2005 编 68 | 45.30 | 80 | 2008 年编43 | 45.93 |
| 25 | 永 60 | 42.75 | 53 | 2005 半野 4 | 39.78 | 81 | 2008 年编73 | 49.41 |
| 26 | 永 61 | 48.03 | 54 | 2005 半野 6 | 44.96 | 82 | 2008 年编85 | 48.00 |
| 27 | 永 63 | 43.70 | 55 | 2005 半野 9 | 43.01 | 83 | 2008 年编93 | 47.14 |
| 28 | 2005 编  1 | 39.49 | 56 | 2005 半野  15 | 42.78 | 84 | 品系 12 | 38.72 |

附表 3 野Th大豆和半野Th大豆的脂肪含量

Appendix 3 The fat content of the wild soybean and semi-wild soybean

| 序号 | 名称 | 3.2.2 脂肪含量  (%) | 序号 | 名称 | 脂肪含量  (%) | 序号 | 名称 | 脂肪含量  (%) |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 永 1 | 7.44 | 29 | 2005 编 3 | 11.63 | 57 | 2005 半野 20 | 13.79 |
| 2 | 永 2 | 9.33 | 30 | 2005 编 4 | 9.97 | 58 | 2005 半野 26 | 14.09 |
| 3 | 永 8 | 9.25 | 31 | 2005 编 7 | 7.90 | 59 | 2005 半野 27 | 13.63 |
| 4 | 永 10 | 7.80 | 32 | 2005 编 8 | 9.05 | 60 | 半野早 3 | 14.40 |
| 5 | 永 18 | 9.34 | 33 | 2005 编 11 | 7.52 | 61 | 半野早 4 | 13.61 |
| 6 | 永 24 | 9.31 | 34 | 2005 编 12 | 7.40 | 62 | 2007 编 6 | 8.82 |
| 7 | 永 25 | 9.04 | 35 | 2005 编 15 | 6.99 | 63 | 2007 编 10 | 7.39 |
| 8 | 永 29 | 9.72 | 36 | 2005 编 16 | 9.97 | 64 | 2007 编 12 | 7.47 |
| 9 | 永 30 | 8.46 | 37 | 2005 编 18 | 7.68 | 65 | 2007 编 16 | 8.49 |
| 10 | 永 31 | 9.02 | 38 | 2005 编 20 | 9.24 | 66 | 2007 编 21 | 7.45 |
| 11 | 永 36 | 8.10 | 39 | 2005 编 25 | 7.94 | 67 | 2007 编 29 | 6.49 |
| 12 | 永 37 | 10.17 | 40 | 2005 编 27 | 8.06 | 68 | 2007 编 32 | 7.27 |
| 13 | 永 38 | 9.79 | 41 | 2005 编 28 | 8.71 | 69 | 2007 编 41 | 7.16 |
| 14 | 永 39 | 9.28 | 42 | 2005 编 31 | 10.62 | 70 | 2007 编 46 | 7.85 |
| 15 | 永 40 | 8.72 | 43 | 2005 编 36 | 9.66 | 71 | 2007 编 52 | 8.12 |
| 16 | 永 45 | 9.78 | 44 | 2005 编 46 | 10.42 | 72 | 2007 编 54 | 8.07 |
| 17 | 永 46 | 10.14 | 45 | 2005 编 51 | 10.86 | 73 | 2007 编 60 | 6.08 |
| 18 | 永 47 | 7.44 | 46 | 2005 编 54 | 10.69 | 74 | 2007 编 63 | 8.24 |
| 19 | 永 48 | 10.14 | 47 | 2005 编 62 | 8.77 | 75 | 2007 编 69 | 6.62 |
| 20 | 永 49 | 9.55 | 48 | 2005 编 63 | 8.42 | 76 | 2007 编 77 | 7.04 |
| 21 | 永 52 | 10.16 | 49 | 2005 编 64 | 10.87 | 77 | 2008 年编 27 | 8.63 |
| 22 | 永 53 | 10.09 | 50 | 2005 编 66 | 9.30 | 78 | 2008 年编 30 | 7.53 |
| 23 | 永 55 | 10.02 | 51 | 2005 编 67 | 9.31 | 79 | 2008 年编 35 | 8.48 |
| 24 | 永 57 | 10.68 | 52 | 2005 编 68 | 9.27 | 80 | 2008 年编 43 | 7.31 |
| 25 | 永 60 | 9.64 | 53 | 2005 半野 4 | 13.62 | 81 | 2008 年编 73 | 9.10 |
| 26 | 永 61 | 9.74 | 54 | 2005 半野 6 | 12.12 | 82 | 2008 年编 85 | 7.52 |
| 27 | 永 63 | 7.15 | 55 | 2005 半野 9 | 14.57 | 83 | 2008 年编 93 | 7.08 |
| 28 | 2005 编 1 | 9.21 | 56 | 2005 半野15 | 13.52 | 84 | 品系 12 | 15.26 |

附表4 野Th大豆根系性状分析

Appendix 4 Table 3-2 root traits statistics of wild soybean

| 材料编号 | 根总体积  （cm3） | 根总表面积  （cm2） | 根总长  （cm） | 盐害级别 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 2010 编 1 | 0.89 | 93.70 | 790.10 | 5 |
| 2010 编 2 | 0.79 | 80.70 | 663.20 | 4 |
| 2010 编 3 | 0.45 | 46.30 | 382.00 | 5 |
| 2010 编 4 | 0.80 | 84.50 | 725.40 | 4 |
| 2010 编 5 | 0.65 | 70.00 | 597.10 | 3 |
| 2010 编 6 | 1.02 | 92.90 | 676.50 | 5 |
| 2010 编 7 | 0.64 | 72.60 | 652.60 | 3 |
| 2010 编 8 | 0.77 | 90.10 | 845.20 | 5 |
| 2010 编 9 | 0.59 | 63.90 | 560.30 | 3 |
| 2010 编 10 | 0.64 | 73.00 | 667.00 | 4 |
| 2010 编 11 | 0.77 | 80.10 | 667.50 | 3 |
| 2010 编 12 | 0.93 | 101.20 | 879.60 | 2 |
| 2010 编 13 | 0.59 | 55.80 | 421.10 | 1 |
| 2010 编 14 | 0.81 | 76.90 | 584.60 | 3 |
| 2010 编 15 | 0.51 | 46.30 | 341.10 | 4 |
| 2010 编 16 | 0.95 | 99.20 | 828.30 | 5 |
| 2010 编 17 | 0.59 | 67.50 | 612.00 | 3 |
| 2010 编 18 | 0.72 | 84.40 | 791.00 | 3 |
| 2010 编 19 | 0.57 | 72.00 | 725.10 | 3 |
| 2010 编 20 | 0.60 | 65.00 | 571.20 | 5 |
| 2010 编 21 | 0.77 | 83.00 | 710.40 | 4 |
| 2010 编 22 | 0.88 | 90.20 | 740.00 | 4 |
| 2010 编 23 | 0.69 | 81.10 | 757.00 | 5 |
| 2010 编 24 | 0.36 | 38.90 | 340.30 | 4 |
| 2010 编 25 | 0.41 | 46.30 | 429.20 | 2 |
| 2010 编 26 | 0.61 | 72.00 | 672.10 | 5 |
| 2010 编 27 | 0.40 | 53.00 | 560.50 | 5 |
| 2010 编 28 | 0.63 | 76.40 | 747.00 | 4 |
| 2010 编 29 | 0.66 | 83.00 | 838.10 | 5 |
| 2010 编 30 | 0.64 | 69.80 | 606.20 | 5 |
| 2010 编 31 | 0.17 | 25.80 | 318.60 | 4 |
| 2010 编 32 | 0.74 | 83.90 | 757.70 | 4 |
| 2010 编 33 | 0.54 | 72.30 | 766.00 | 1 |
| 2010 编 34 | 0.72 | 85.30 | 811.20 | 1 |
| 2010 编 35 | 0.33 | 37.60 | 347.30 | 2 |
| 2010 编 36 | 0.68 | 82.90 | 810.00 | 5 |
| 2010 编 37 | 0.62 | 66.60 | 573.10 | 5 |

续表 4

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **材料编号** | **根总体积**  **（cm**3**）** | **根总表面积**  **（cm**2**）** | **根总长**  **（cm）** | **盐害级别** |
| 2010 编 38 | 0.50 | 59.40 | 560.10 | 1 |
| 2010 编 39 | 0.89 | 96.30 | 831.80 | 3 |
| 2010 编 40 | 0.65 | 75.00 | 686.60 | 4 |
| 2010 编 42 | 0.74 | 91.20 | 899.30 | 5 |
| 2010 编 43 | 0.97 | 113.60 | 1060.20 | 4 |
| 2010 编 44 | 0.86 | 92.50 | 802.70 | 2 |
| 2010 编 45 | 1.04 | 111.40 | 957.10 | 2 |
| 2010 编 46 | 0.49 | 54.60 | 484.20 | 4 |
| 2010 编 47 | 0.80 | 95.00 | 896.50 | 5 |
| 2010 编 48 | 0.17 | 24.40 | 275.10 | 5 |
| 2010 编 49 | 0.50 | 57.80 | 537.50 | 5 |
| 2010 编 50 | 0.98 | 103.00 | 861.20 | 3 |
| 2010 编 51 | 0.70 | 71.60 | 588.10 | 5 |
| 2010 编 52 | 0.61 | 75.40 | 741.00 | 5 |
| 2010 编 53 | 0.50 | 58.30 | 544.00 | 3 |
| 2010 编 54 | 0.31 | 37.30 | 361.10 | 4 |
| 2010 编 55 | 0.65 | 78.80 | 764.00 | 3 |
| 2010 编 56 | 0.58 | 63.50 | 557.00 | 3 |
| 2010 编 57 | 0.62 | 66.90 | 578.10 | 5 |
| 2010 编 58 | 0.57 | 63.80 | 567.20 | 5 |
| 2010 编 59 | 0.57 | 67.70 | 644.40 | 4 |
| 2010 编 60 | 0.36 | 45.00 | 452.60 | 5 |
| 2010 编 61 | 0.56 | 67.40 | 650.50 | 4 |
| 2010 编 62 | 0.78 | 88.10 | 799.30 | 4 |
| 2010 编 63 | 0.37 | 51.20 | 562.40 | 2 |
| 2010 编 64 | 0.52 | 60.50 | 560.00 | 3 |
| 2010 编 65 | 0.62 | 71.30 | 654.00 | 5 |
| 2010 编 66 | 0.67 | 77.30 | 712.50 | 4 |
| 2010 编 67 | 0.27 | 35.60 | 369.00 | 4 |
| 2010 编 68 | 0.57 | 71.80 | 718.00 | 4 |
| 2010 编 69 | 0.39 | 51.40 | 545.10 | 5 |
| 2010 编 70 | 0.26 | 35.10 | 374.40 | 1 |
| 2010 编 71 | 0.61 | 71.30 | 668.10 | 5 |
| 2010 编 73 | 0.37 | 47.10 | 487.00 | 5 |
| 2010 编 74 | 0.51 | 70.90 | 778.00 | 5 |
| 2010 编 75 | 0.66 | 80.70 | 785.00 | 5 |
| 2010 编 76 | 0.86 | 98.20 | 891.60 | 3 |
| 2010 编 77 | 0.69 | 79.10 | 734.00 | 5 |

续表 4

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **材料编号** | **根总体积**  **（cm**3**）** | **根总表面积**  **（cm**2**）** | **根总长**  **（cm）** | **盐害级别** |
| 2010 编 78 | 0.61 | 76.30 | 756.20 | 4 |
| 2010 编 79 | 0.36 | 40.80 | 375.20 | 3 |
| 2010 编 80 | 0.54 | 65.20 | 631.80 | 2 |
| 2010 编 81 | 0.48 | 55.10 | 504.60 | 5 |
| 2010 编 82 | 0.44 | 46.80 | 401.00 | 3 |
| 2010 编 83 | 0.57 | 70.70 | 698.40 | 4 |
| 2010 编 84 | 0.47 | 55.90 | 537.50 | 4 |
| 2010 编 85 | 0.81 | 80.80 | 644.00 | 5 |
| 2010 编 86 | 0.78 | 85.80 | 754.00 | 3 |
| 2010 编 87 | 0.61 | 69.40 | 632.20 | 5 |
| 2010 编 88 | 0.85 | 90.80 | 772.10 | 4 |
| 2010 编 89 | 0.90 | 90.30 | 731.00 | 2 |
| 2010 编 90 | 0.61 | 65.90 | 570.40 | 3 |
| 2010 编 91 | 0.60 | 67.50 | 602.50 | 5 |
| 2010 编 92 | 0.69 | 72.80 | 617.20 | 3 |
| 2010 编 93 | 0.42 | 56.80 | 618.00 | 5 |
| 2010 编 94 | 0.96 | 94.00 | 737.30 | 5 |
| 2010 编 95 | 0.63 | 77.10 | 748.70 | 3 |
| 2010 编 96 | 0.39 | 49.10 | 492.00 | 5 |
| 2010 编 97 | 0.67 | 67.90 | 553.60 | 4 |
| 2010 编 98 | 0.79 | 93.70 | 889.00 | 5 |
| 2010 编 99 | 0.65 | 73.60 | 678.20 | 3 |
| 2010 编 100 | 0.72 | 71.50 | 568.10 | 2 |
| 2010 编 101 | 0.54 | 53.10 | 420.00 | 2 |
| 2010 编 102 | 0.39 | 43.70 | 393.00 | 5 |
| 2010 编 104 | 0.61 | 73.20 | 698. 30 | 5 |
| 2010 编 105 | 0.61 | 75.30 | 742.00 | 5 |

致 谢

本研究论文是在导师乔亚科教授教授悉心指导下完成的。他严肃的科学态度，严谨的治学精神，精益求精的工作作风，深深地感染和激励着我。在研究生期间，无论是课程的学习、试验方案的制定、试验的进行还是论文的构思与修改都凝聚着老师们的心血与汗水。在此向老师表示衷心的感谢！

同时要感谢院长车永和教授和陆鸣老师多次对我的帮助。还要感谢实验室的同学们对我在实验、数据分析过程中提供的诸多帮助。

最后向所有教育过我的老师，给予过帮助我的同学，一直支持和关心我的父母、同学、同事表示我最诚挚的谢意。

在论文完成之际，祝福所有给予我帮助和支持的老师、同学、同事及家人幸福快乐！

邱芬

2012年10 月

河北科技师范学院