比较研究苏北沿海滩涂盐土上不同油菜品种生物学特征和产量构成①

刘海燕， 隆小华， 刘兆普*

（南京农业大学江苏省海洋生物学重点实验室，南京 210095）

摘 要： 以实验室自育的 5 个油菜品种（系）及其他 6 份油菜品种（系）为试验材料，研究了这 11 份油菜品种（系）在轻（中）度盐化土中的越冬性状、生物学特性、产量构成特性，得出如下结论：南盐油系列品系（种）在盐土上植株生长势强，从基部开始分枝，分枝多；南盐油系列品种（系）茎粗与宁油 16、三北 98、秦油 66 和秦油 9 号差异不明显，但高于宝杂油 1 号和秦油 33；各品种（系）株高差异不大；荚长与荚宽差异也不大。南盐油系列品系（种）产量显著高于对比的宝杂油 1 号、秦油 66、秦油 9 和秦油 33，一次与二次分枝数与菜籽产量的回归分析显示其R^2均达极显著水平。

关键词： 油菜；耐盐性；产量；株型

中图分类号： S157.7

油菜是一种耐盐碱适应性广的油料植物，是江苏省主要的经济作物，目前依然是实现农民增收的主要作物来源之一[1]。据统计，全省种植面积近 66.7 万hm^2。随着当前市场经济进一步发展、农产品市场的逐步放开，江苏省油菜生产在整个农业生产中具有较强的优势，潜力巨大，已成为江苏农村种植业结构调整中的优势作物。苏北平原地处黄海之滨，海岸线 744 km，大多为淤泥质海岸，有沿海滩涂面积约 65.3 万hm^2，是江苏重要的后备土地资源。该区地处暖温带，属于具有季风特点的海洋性气候，全年无霜期约 201 天，年平均气温 14℃，年平均降雨量为 910 ~ 980 mm[2]。如果能够在沿海滩涂盐渍化土壤上种植油菜，具有重要意义，但是现在就耐盐油菜品种研究尚少[3]，急需培育适合沿海滩涂盐碱地上种植的耐盐油菜品种。本试验在江苏省北部沿海滩涂进行油菜品种比较试验，旨在筛选适合沿海滩涂盐土上种植的耐盐高产优质油菜品种，为充分利用沿海滩涂资源发展油菜产业提供可靠理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验区地理位置介于 32°59′30″ ~ 33°0′31″N、120°49′40″ ~ 120°51′4″E，东距黄海约 4 km，西临大丰麋鹿国家级自然保护区，该区地处北亚热带季风气候区，具有明显的过渡性、海洋性和季风性。选择在含盐量 2.7 ~ 4.2 g/kg 的盐土上进行试验（供试土地基本性状见表 1），为轻（中）度盐化土壤[4]。试验油菜品种（系）为江苏省海洋生物学重点实验室自育 5 个品种（系）南盐油 1 号、南盐油 2 号、南盐油 8 号、南盐油 10 号、南盐油 11 号及宝杂油 1 号、宁油 16、三北 98、秦油 66、秦油 9 号和秦油 33。小区长 4.0 m，宽 3.0 m，移栽种植密度为 25 cm × 70 cm，按随机区组试验进行田间小区安排，每个油菜品种设置 3 个不同的小区，作为重复。移栽时施基肥（复合肥，15-15-15）150 kg/ hm^2，施返青肥（尿素）120 kg/hm^2。

1.2 采样与测定

油菜种植前后在供试田块按对角线法分点采集土壤样品，按 0 ~ 10、10 ~ 20 和 20 ~ 40 cm 3 个层次分别采样，按常规分析方法进行分析。油菜生育期内适时进行病虫害防治及中耕除草，在生育期内，进行生理学及性状观测，用游标卡尺测量茎粗、荚宽，用量

①基金项目：国家科技支撑项目（2008BAD95B05、2009BADA3B04-8 和 2009BADA8B01）、公益性行业（农业）科研专项经费项目（200903001-05）和国家海洋 863 计划项目（2007AA091702）资助。

* 通讯作者（sea@njau.edu.cn）

作者简介：刘海燕（1984—），女，山东聊城人，硕士研究生，主要从事耐盐植物生理研究。E-mail: liuhaiyan008@163.com

表 1 土壤基本性状

Table 1 Properties of tested soil

剖面深度	pH	含盐量	阳离子 (cmol/kg)				阴离子(cmol/kg)		
（cm）		（g/kg）	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^{+}	Na^{+}	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-
0～10	8.07	3.7	0.55	0.49	0.17	4.79	0.79	0.74	4.98
10～20	8.01	3.0	0.38	0.36	0.14	4.58	0.75	0.69	4.21
20～40	8.33	3.2	0.27	0.37	0.15	4.75	0.47	0.71	2.65

尺测量叶长、叶宽、分枝高度、株高。油菜成熟时，按小区单打单收进行产量测定，数据用 SPSS 与 Excel 软件处理。

2 结果与分析

2.1 盐碱地上不同品种（系）油菜越冬性状

2009 年 2 月底进行了盐碱地上不同油菜品种(系）的越冬性状观察，结果如表 2。南盐油系列叶片均比较宽，叶柄长，除南盐油 11 号外，均匍匐性越冬，在 2 月底均未现蕾，花期较晚。而宝杂油 1 号花期极早，已开始抽苔开花，宁油 16、三北 98、秦油 66 在盐碱地上开花早，而秦油 9 号和秦油 33 号与南盐油 11 号类似，开花相对于其他南盐油系列的油菜品系早，而较宁油 16、三北 98 和秦油 66 晚。南盐油 11 号、宝杂油 1 号、秦油 66、秦油 9 号和秦油 33 越冬时为半直立性，而宁油 16 和三北 98 为直立性。

表 2 盐碱地上不同品种（系）油菜越冬性状

Table 2 Winter habit characteristics of different rape varieties in saline-alkali soil

品种	叶色	叶片长度	叶片宽度	叶柄长度	越冬习性	花期
南盐油 1 号	紫绿	长	宽	长	匍匐	极晚
南盐油 2 号	紫绿	长	宽	长	匍匐	极晚
南盐油 8 号	紫绿	长	宽	长	匍匐	极晚
南盐油 10 号	暗绿	中等	宽	长	匍匐	极晚
南盐油 11 号	暗绿	长	宽	长	半直立	晚
宝杂油 1 号	暗绿	短	中等	长	半直立	极早
宁油 16	暗绿	短	中等	中等	直立	早
三北 98	绿	中等	宽	中等	直立	早
秦油 66	暗绿	短	中等	中等	半直立	早
秦油 9 号	暗绿	中等	中等	中等	半直立	早
秦油 33	暗绿	短	窄	中等	半直立	晚

2.2 盐碱地上不同品种（系）油菜生物学特性

2009 年 3 月中旬进行了盐碱地上不同油菜品种（系）的生物学特性研究，结果如表 3。南盐油系列叶片均比较宽，均在 10 cm 以上，其中南盐油 1 号的叶宽最大，达 14.0 cm，且其叶长也最大，达 41.0 cm，而南盐油系列品种外的品种叶长均不超 30 cm。而地上部及根鲜重较秦油 9 号低，这与其分枝早和分枝多有关。南盐油系列品种（系）分枝高度低，基本从根部就开始进行分枝，这有利于其生长后期抗倒伏，而其他品种分枝高度显著高于南盐油系列品种（系）。而南盐油系列品种（系）茎粗与宁油 16、三北 98、秦油 66 和秦油 9 号差异不明显，但高于宝杂油 1 号和秦油 33。

2.3 盐碱地上不同品种（系）油菜产量构成特性

2009 年 6 月初进行了盐碱地上不同品种（系）油菜产量构成特性测定，结果如表 4。南盐油系列一次分枝数显著高于其他品种，尤其南盐油 1 号和南盐油 8 号一次分枝数在 20 以上，二次分枝数同一次分枝数类似，南盐油系列品种（系）显著高于其他品种，如宝杂油 1 号、秦油 33。

各品种（系）株高差异不大，荚长与荚宽差异也不大，甚至宝杂油 1 号、宁油 16 及秦油系列的荚宽均高于南盐油系列除南盐油 1 号的其他品种（系）。而千粒重南盐油 11 号最大，其次为南盐油 1 号，分别较宝杂油 1 号高出 14.1% 和 11.9%。南盐油系列产量显著高于其他品种，尤其南盐油 8 号，其产量较秦油 33 高出 136.1%，在盐碱地上亩产达到 600 斤以上。经一次分枝数与产量的相关性分析，其R^2达 0.669 6，方程为$y = 129.88x +$ 1 199.2 （图 1），而二次分枝数与产量的相关性分析，其R^2达 0.616 6，方程为$y = 236.42x + 887.41$（图 2）。

表 3　盐碱地上不同品种（系）油菜生物学特性

Table 3　Biological characteristics of different rape varieties in saline-alkali soil

品种	叶长（cm）	叶宽（cm）	地上部鲜重（g）	根鲜重（g）	茎粗（cm）	分枝高度（cm）
南盐油 1 号	41.0 a	14.0 a	222.9 c	41.4 b	2.32 cd	0 f
南盐油 2 号	32.0 b	10.2 bc	149.3 e	31.7 d	2.77 b	5 e
南盐油 8 号	28.0 c	12.5 ab	144.2 e	28.3 d	2.60 b	2 e
南盐油 10 号	30.0 bc	11.0 b	215.0 d	35.7 c	2.92 a	0 f
南盐油 11 号	32.5 b	11.9 b	207.9 cd	22.8 e	2.66 b	0 f
宝杂油 1 号	19.1 e	9.0 c	220.9 c	32.0 d	2.00 d	35 bc
宁油 16	25.0 d	11.0 b	127.8 f	15.6 f	2.49 c	56 a
三北 98	28.5 c	9.5 c	203.2 cd	30.0 d	2.42 c	38 b
秦油 66	24.0 d	8.5 cd	243.4 b	39.1 b	2.59 bc	31 bc
秦油 9 号	28.0 c	13.0 ab	263.3 a	73.2 a	2.62 b	27 c
秦油 33	19.5 e	9.0 c	131.7 ef	23.2 e	1.81 e	23 d

表 4　盐碱地上不同品种（系）油菜产量构成特性

Table 4　Yield component characteristics of different rape varieties in saline-alkali soil

品种	一次分枝数	二次分枝数	株高（cm）	荚长（cm）	荚宽（cm）	单荚粒数	千粒重（g）	产量（kg/hm^2）
南盐油 1 号	23 a	13.0 ab	166.6 b	7.48 a	0.63 a	29.3 bc	4.12 a	4252 b
南盐油 2 号	21 ab	11.0 b	158.0 c	5.99 c	0.31c	30.3 b	4.00 ab	3539 d
南盐油 8 号	24 a	14.8 a	155.6 cd	5.80 cd	0.38 b	30.5 b	3.96 b	4665 a
南盐油 10 号	17 cd	10.0 bc	162.4 bc	6.30 bc	0.37 b	33.5 a	3.88 b	3452 d
南盐油 11 号	19 bc	11.6 b	166.8 b	5.78 cd	0.23 d	31.0 b	4.20 a	3914 c
宝杂油 1 号	13 ef	6.2 d	146.8 e	6.49 b	0.61 a	26.0 d	3.68 c	2810 f
宁油 16	12 efg	8.1 c	170.6 a	6.4 b	0.61 a	28.0 c	3.80 b	3273 e
三北 98	10 fg	11.0 b	158.6 c	5.99 c	0.24 d	27.3 d	3.73 c	3306 de
秦油 66	13 ef	7.6 cd	158.6 c	6.26 bc	0.60 a	28.7 c	4.03 ab	2555 g
秦油 9 号	15 de	11.4 b	167.2 b	6.41 b	0.61 a	27.0 d	3.91 b	2309 gh
秦油 33	9 g	6.5 d	161.4 c	6.41 b	0.61 a	28.0 c	4.08 ab	1976 h

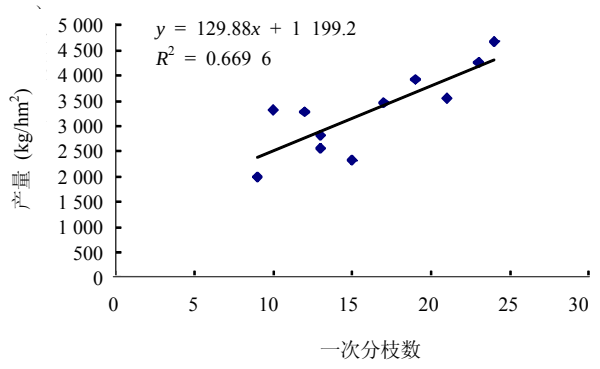

图 1　一次分枝数与产量的相关性

Fig. 1　Regression between quantity of first branches and seed yield

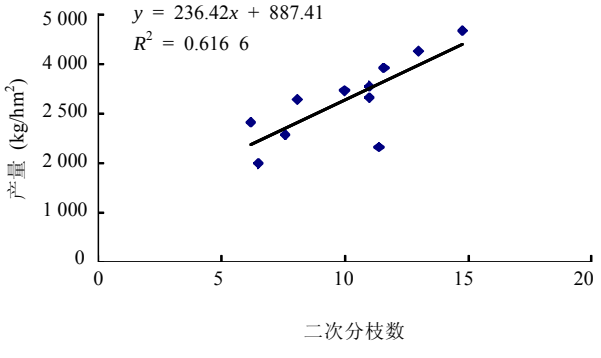

图 2　二次分枝数与产量的相关性

Fig. 2　Regression between quantity of secondary branches and seed yield

3　讨论

理想株型是由影响作物光合作用、生长发育和籽粒产量的性状所组成，能最大限度地提高光能利用率，增加生物学产量和提高经济系数，从而有利于物质的生产[5]。油菜在经济产量因素中最基本的因素是单株籽粒数、粒大小、群体密度[6]。油菜的株型性状应包括株高和株幅，株幅由分枝、叶柄长度、叶柄角度、单株叶数、单叶面积、叶片角度及其调节能力所组成，其作用的实质是通过提高光合叶面积影响生物产量或通过改良株形提高群体密度或有效茎数[7]。以高产为育种目标的油菜理想株型应是在特定的生态条件下，

与高产有关的性状，如茎、叶、花序以及根系等器官达到最佳组配，能够充分利用自然条件，发挥光能截取能力与光能转化效率，从而获得较大的生物产量和经济产量。本试验结果表明，油菜分枝数多，叶片宽度和长度大，有利于增大叶面积及光合产物的积累，增强C和N的同化作用，协调源、流、库的均衡发展。南盐油系列品系（种）以植株生长势强，从基部开始分枝，主茎粗、分枝多，在盐土上植株生长势强；而秦油 33 有效分枝少、茎秆细，在盐土上植株生长势弱，产量显著低于南盐油系列品系（种），一次与二次分枝数与菜籽产量的回归分析显示其R^2均达极显著水平。因此，油菜株型在育种中很关键，田间选择指标包括叶型、茎型、分枝形态和空间排列分布等个体选择指标以及群体构成、后期熟相、籽粒结实、充实及抗逆性能等群体选择指标。个体选择量化指标为“大、挺、壮、秀”；群体选择量化指标是“足、强、抗、立”[8-9]。南盐油系列品种（系）茎秆分枝多，适高坚实，后期有较好的抗倒能力，叶片宽大厚实，叶姿挺拔，株间通透性好，角果协调，生育后期转色正常，物质运转通畅，开花结实率高，耐盐能力强，籽粒充实，且对主要病虫具有抗、耐性能。

耐盐油菜育种应在高产、优质、抗逆等方面加强研究工作，注重油菜株型，充分利用油菜优良性状，不断丰富油菜种质资源、拓宽遗传基础，提高油菜产量等性状的遗传进度，同时强调与产量直接相关的配合力及优质和抗性选择，将单个性状改良发展到综合性状聚合，将形态定性分析发展到株型因子定量选择，将单纯形态设计发展到综合机能协调，为构建成“理想株型”综合选择打下基础。

参考文献：

[1] 孙龙霞, 张传胜. 江苏油菜生产机械化现状分析与发展对策. 农业装备技术, 2007, 33(6): 10−12

[2] 王芳, 朱跃华. 江苏省沿海滩涂资源开发模式及其适宜性评价. 资源科学, 2009, 31(4): 619−628

[3] 范美华, 张义鑫, 石戈, 崔大练, 李鹏. 外源抗坏血酸对油菜种子在海水胁迫下萌发生长的影响. 中国油料作物学报, 2009, 31(1): 34−38

[4] 臧波, 向波, 张功亚. 油田次生盐渍化土对几种作物的影响. 湖北农业科学, 2007, 46(2): 228−231

[5] 申卓, 桑立君, 徐涛, 陈良宇, 齐宏伟. 玉米理想株型的主要农艺性状分析. 现代农业科技, 2009(7): 197−198

[6] 李国俊, 朱化敏, 宋凤娟, 杨文. 大豆育种中高产株型的选择. 大豆通报, 2007(3): 38−40

[7] 岳尧海, 周小辉, 刘文国. 玉米理想株型育种概述. 种子科技, 2008(5): 35−36

[8] 张洪熙, 戴正元, 赵步洪, 孔祥斗, 夏广宏, 李爱宏, 潘存红, 周长海, 王宝和, 黄年生, 谭长乐, 朱兆斌. 高产优质中籼稻扬稻 6 号“理想株型”的构建. 扬州大学学报(农业与生命科学版), 2008(9): 1−6

[9] 王元东, 段民孝, 邢锦丰, 王继东, 张春原, 张雪原, 赵久然. 玉米理想株型育种的研究进展与展望. 玉米科学, 2008, 16(3): 47−50

Comparasion of *Brassica Napus* L. Varieties in Northern Coastal Mudflat of Jiangsu Province

LIU Hai-yan, LONG Xiao-hua, LIU Zhao-pu

(*Key Laboratory of Marine Biology, Jiangsu Province, Nanjing Agricultural University, Nanjing* 210095, *China*)

Abstract: In order to screen suitable rapeseed varieties with high yield and quality in saline soil of coastal beach and to provide a reliable theoretical basis for more efficient use of the coastal beach resources, the characteristics of winter traits, biological and yield component characteristics of 11 *Brassica napus* L. varieties including five varieties breeded by key laboratory of marine biology, Jiangsu Province (NY) and other six varieties were studied in northern-coastal middle-degree saline mudflat of Jiangsu province in 2009. The results were as follows: The growth of NY cultivars was better than other 6 varieties in the saline soil. The branches of NY cultivars were grown from the base of the main stem. There were more branches in NY cultivars than other 6 varieties. There was no significant difference in main stem diameter among the NY cultivars, Ningyou 16, Sanbei98, Qinyou 66 and Qinyou 9; while the main stem diameter of NY cultivars was higher than Baozayou 1 and Qinyou 33. There was little difference in plant height, pod length and pod width for all varieties, the yields of NY cultivars were significantly higher than Baozayou 1, Qinyou 66, Qinyou 9 and Qinyou 33. The correlation were significant between the first and the second numbers of branches and oilseed yields.

Key words: *Brassica napus* L., Salt tolerance, Yield, Plant type