

河南省主导小麦品种根系性状的聚类分析

臧贺藏, 贺德先*

(河南农业大学 农学院/教育部作物生长发育调控重点实验室, 河南 郑州 450002)

摘要: 对河南省 23 个主导小麦品种不同生育时期根系主要形态数量性状, 如单株次生根数、单株根体积、单株根干重进行了聚类分析。结果表明, 23 个小麦品种可划分为 3 个类型: ①根系发达型; ②根系比较发达型; ③根系欠发达型。

关键词: 小麦; 根系; 形态数量性状; 聚类分析

中图分类号: S512.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-3268(2009)05-0024-05

Cluster Analysis of Morphological and Quantitative Traits of Root in Leading Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars of Henan Province

ZANG He-cang, HE De-xian*

(College of Agronomy, Henan Agricultural University/ Ministry of Education Key Laboratory for Regulating and Controlling Crop Growth and Development, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: Cluster analysis was made on main morphological and quantitative traits of roots, such as secondary root number, root volume and root dry weight per plant, in 23 leading wheat cultivars of Henan province. The results showed that the 23 cultivars could be divided into three categories; the developed, the less developed and the underdeveloped. The results provided the theoretical basis for the reasonable utilization of leading wheat cultivars and the breeding of new elite wheat cultivars in Henan province.

Key words: Wheat; Root system; Morphological and quantitative traits; Cluster analysis

作物根系的发育和功能不仅受其所处的环境和相关农艺措施的影响与调节, 更重要的是受自身遗传基础的控制^[1~5]。根据根系特性差异, 将作物品种进行分类, 通过合理调控根系发育, 有利于挖掘优良品种的产量和品质潜力, 从而实现优良品种的高效利用。马其东等按根系发育的强弱及发育特性, 将 10 个苜蓿地方品种分为 3 类^[6]。崔四平曾以 15 个小麦品种为材料, 进行了根系对水分反应的研究, 将不同抗旱品种区分为不同类型^[7]。本试验与

之不同的是, 以全生育期的单株根条数、单株根体积、单株根干重进行了系统的研究与分类。小麦高产优质首先必须有适宜的基因型, 其次配之以合理的栽培技术措施。研究和生产实践表明, 单株次生根数、单株根体积、单株根干重是描述根系发育的主要形态数量性状。鉴于此, 以河南省目前生产中的主导小麦品种为材料, 聚类分析其根系性状, 为合理利用良种, 充分调节和发挥根系功能, 实现小麦优质高产高效提供良好的种质资源和理论依据; 同时, 为

收稿日期: 2008-10-15

基金项目: 河南省重大科技攻关项目(05220010300); 教育部高校博士学科点专项科研基金(20060466003)

作者简介: 臧贺藏(1983-), 女, 河南驻马店人, 在读硕士研究生, 研究方向: 作物生态生理研究。

通讯作者: 贺德先(1963-), 男, 河南南召人, 教授, 博士, 博士生导师, 主要从事作物生态生理研究。

河南省小麦新品种选育提供技术参考。

1 材料和方法

1.1 试验材料

以河南省近年来小麦生产中种植面积较大的23个小麦品种作为供试材料(表1)。

表1 供试品种名称及来源

编号	品种	来源
1	郑麦 9023	河南省农业科学院小麦研究中心
2	豫麦 34 号	郑州市农林科学研究所
3	新麦 19 号	新乡市农业科学院
4	陕优 225	西北农林科技大学
5	郑麦 004	河南省农业科学院小麦研究中心
6	豫麦 50 号	河南省农业科学院小麦研究中心
7	洛旱 2 号	洛阳市农业科学研究院
8	周麦 16 号	周口市农业科学院
9	豫麦 49 号	河南平安种业有限公司
10	洛旱 6 号	洛阳市农业科学研究院
11	豫农 9676	河南农业大学
12	新麦 18 号	新乡市农业科学院
13	皖宿 9908	安徽省宿县农业科学研究所
14	百农矮抗 58	河南科技学院
15	偃展 4110	河南才智种业有限公司
16	豫麦 70 号	内乡县农业科学研究所
17	豫农 949	河南农业大学
18	皖麦 19 号	安徽农业大学
19	豫麦 66 号	河南省兰考天民种业有限公司
20	兰考矮早 8	河南省兰考天民种业有限公司
21	豫麦 18 号	河南才智种业有限公司
22	豫麦 49—198	河南平安种业有限公司
23	周麦 18 号	周口市农业科学院

1.2 试验地概况

试验于2006—2008年在河南农业大学科教试验园区进行。土壤为砂质壤土,前茬田菁掩埋,耕层土壤有机质含量为17.8g/kg,全氮含量为0.99g/kg,碱解氮含量为57.9mg/kg,速效磷含量为44.4mg/kg,速效钾含量为204.8mg/kg,pH7.9。

1.3 盆栽试验方法

盆栽容器采用塑料桶,规格为30cm×27.5cm(d×h)。每盆装取过筛耕作层土壤17kg,土壤均匀混入尿素1.01g(相当于130kg/hm²)、氯化钾1.46g(相当于188kg/hm²)和过磷酸钙4.08g(相当于540kg/hm²)作基肥。拔节期每盆另追施尿素1.01g。按不同小麦品种,设23个处理,12次重复。10月19日播种,每盆定植17株(相当于240万株/hm²)。将试验桶埋置于田间,桶口较地平面略高。在盆栽四周种植3行保护行,盆栽其他管理同

一般大田。

1.4 测定项目及方法

1.4.1 取样时期及分析项目 生育期间,分别于越冬前(12月中旬)、返青期(2月上旬)、拔节期(3月中旬)、挑旗期(4月中旬)、籽粒灌浆中期(5月中旬)、蜡熟末期(5月下旬)取样,调查、测定单株次生根数、单株根体积、单株根鲜重、单株根干重等。

1.4.2 根样冲洗方法——人工冲洗法

1.4.2.1 浸泡 冲洗前充分浸泡土壤—根系样品,将土块泡成泥状,以便冲洗时易于根土分离,不易伤根,且可大大减少清洗时间。

1.4.2.2 筛选 把根系放在塑料盆中反复冲洗,直至大部分泥块被冲洗掉为止。然后取另一塑料盆并盛水若干,将根系置于其中,淘洗掉盆中的根、粗砂、石子、半腐解杂物等。反复淘洗数次,直至根系冲洗干净。

1.4.2.3 清拣 对筛网上所收集的半腐解杂物进行漂洗、清拣,拣回混入的细根。

1.4.3 测定方法

1.4.3.1 根条数 采用目测法,直接计数(n)。

1.4.3.2 根体积 采用排水法,具体操作步骤是:向量筒中加入适量的水并记下刻度值,然后将已吸净表面水分的根样浸没其中,用玻棒小心搅动以排除根间的气泡,再记下刻度值,2次刻度值之差即为根体积(cm³)。

1.4.3.3 根干重 将洗净的根在80℃条件下烘至恒重(24h),取出冷却0.5h后用千分之一天平称重(g)。

1.5 统计分析方法

运用Microsoft Excel 2000和SPSS 15.0对试验数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同小麦品种不同生育时期单株次生根数的聚类分析

根据对不同生育期单株次生根数的聚类分析结果,可将河南省当前的小麦主导品种分为3类(图1)。

I类:次生根系发达型。此类品种有:豫麦70号、兰考矮早8、豫农949和豫麦66号。单株次生根数在挑旗期达到高峰,平均为76.3条(表2)。其不同生育时期的单株次生根数最多(表2),明显高于II类和III类品种。此类品种根系发达,一般不存在早衰现象,这与单株次生根数较多有关。本试验中,兰考矮早8、豫麦70号、豫麦66号和豫农949

的产量为 9 176 56 ~ 9 856. 31 kg/hm², 平均为 9396 06 kg/hm²(表 3)。

II类: 次生根系比较发达型。此类品种有豫农 9676。自冬前分蘖期至挑旗期, 单株次生根数逐渐增加, 增长量为 58 7 条; 挑旗期至乳熟期, 单株次生根数逐渐减少; 在挑旗期达到最高, 为 62 3 条(表 2)。本试验中豫农 9676 所测的实际产量为 8893 33 kg/hm²(表 3)。

II类: 次生根系欠发达型。此类品种有: 豫麦 50 号、洛早 2 号、洛早 6 号、周麦 16 号、新麦 18 号、郑麦 9023、新麦 19 号、偃展 4110、豫麦 49-198、周麦 18 号、郑麦 004、豫麦 49 号、豫麦 34 号、陕优 225、百农矮抗 58、豫麦 18 号、皖麦 19 号和皖宿 9908。上述不同品种的产量为 8 284 40 ~ 10 351. 95 kg/hm², 平均为 9 194 42 kg/hm²(表 3)。此类品种单株次生根数较少, 冬前分蘖期至挑旗期增长量为 42 5 条, 挑旗期至乳熟期增长量减少至 15 3 条; 根系欠发达(表 2)。

根据以上分析可知, 在基础肥力高的地块, 选用根系发达者, 可以发挥其丰产潜力; 而在贫瘠地块, 尤其不适宜选用根系不发达者。生产上应选用单株具有较多的次生根、根系发达、不早衰的品种, 期望通过发达的根系充分获取土壤中的肥力资源, 取得较高的产量, 如豫农 949、豫麦 70 号、豫麦 66 号、兰考矮早 8 等品种。由于返青期至挑旗期之间的增长速度差异很大, 且与产量关系密切, 可以把返青期至挑旗期单株次生根数的增长情况作为选育不同品种的一项重要指标, 并用以指导亲本选配工作。

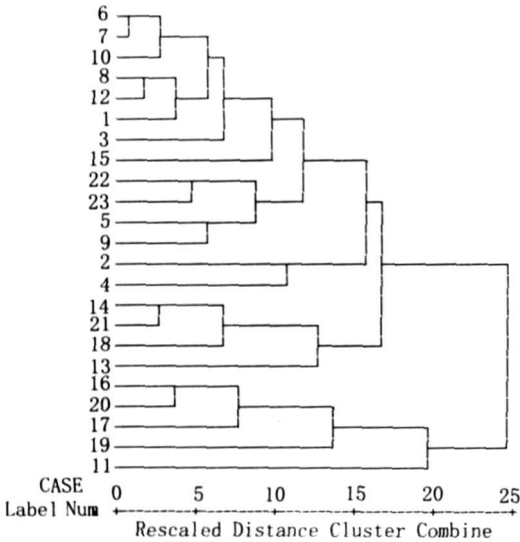


图 1 不同小麦品种不同生育时期单株次生根数的聚类分析

表 2 不同小麦品种不同生育时期单株次生根数的变化 (条)

品种类别	冬前分蘖期	返青期	拔节期	挑旗期	灌浆中期	乳熟期
I 类	8. 8	12. 8	38. 6	76. 3	49. 2	43. 1
增长量		4. 0	25. 8	37. 7	-27. 0	- 6. 2
II 类	3. 6	9. 2	31. 3	62. 3	48. 3	38. 1
增长量		5. 6	22. 1	31. 0	-14. 0	-10. 2
III类	7. 6	11. 0	24. 3	50. 1	39. 6	34. 8
增长量		3. 4	13. 3	25. 8	-10. 5	- 4. 8

表 3 供试品种的产量结果

编号	品种名称	产量(kg/hm ²)
1	郑麦 9023	8539. 30
2	豫麦 34 号	8822. 53
3	新麦 19 号	8666. 75
4	陕优 225	9034. 95
5	郑麦 004	9049. 11
6	豫麦 50 号	10220. 25
7	洛早 2 号	9006. 62
8	周麦 16 号	8808. 37
9	豫麦 49 号	10351. 95
10	洛早 6 号	9176. 56
11	豫农 9676	8893. 33
12	新麦 18 号	8695. 07
13	皖宿 9908	9077. 43
14	百农矮抗 58	9091. 59
15	偃展 4110	8284. 40
16	豫麦 70 号	9304. 01
17	豫农 949	9856. 31
18	皖麦 19 号	10309. 47
19	豫麦 66 号	9247. 37
20	兰考矮早 8	9176. 56
21	豫麦 18 号	9034. 95
22	豫麦 49-198	9388. 98
23	周麦 18 号	9941. 27

2.2 不同小麦品种不同生育时期单株根体积的聚类分析

不同生育期单株根体积的聚类分析结果表明, 河南省当前的小麦主导品种可分为 3 类(图 2)。

I 类: 根体积发达型。此类品种有: 豫麦 50 号、豫麦 66 号、陕优 225 和兰考矮早 8。单株根体积随生育进程不断增加, 到挑旗期达到最大值, 为 12. 50 cm³; 此后单株根体积逐渐下降, 其下降的原因是生育后期根系逐渐衰老死亡(表 4)。本试验中, 上述不同品种的实际产量分别为 9034 95 ~ 10 220 25 kg/hm², 平均为 9 419 78 kg/hm²(表 3)。

II类: 根体积比较发达型。此类品种有: 豫麦 70 号、豫农 949、周麦 18 号、豫农 9676、豫麦 34 号、豫麦 49 号、周麦 16 号、偃展 4110、洛早 2 号、皖宿 9908、郑麦 004、豫麦 18 号、新麦 18 号、百农矮抗 58、洛早 6 号、新麦 19 号、皖麦 19 号和郑麦 9023。自冬前分蘖

期至挑旗期,单株根体积增长量为 7.86 cm³;挑旗期至乳熟期,单株根体积减小(表 4)。本试验中,上述不同品种的产量为 8284.40~10351.95 kg/hm²,平均为 9161.61 kg/hm²(表 3)。

II类:根体积欠发达型。此类品种主要有:豫麦 49-198。自冬前分蘖期至挑旗期,单株根体积增长量为 4.59 cm³;挑旗期至乳熟期,单株根体积减小(表 4)。本试验中,豫麦 49-198 产量为 9388.98 kg/hm²(表 3)。

根据以上分析可知,I类品种根系体积大,说明其根系粗壮且分枝发达。丰产栽培中,应选用根系发达型,如豫农 949、豫麦 70 号、豫麦 66 号和兰考矮早 8 等品种。但相关分析结果指出,单株根体积大,并不一定意味着获得较高的产量;单株根体积小,并不一定意味着获得的产量较低。

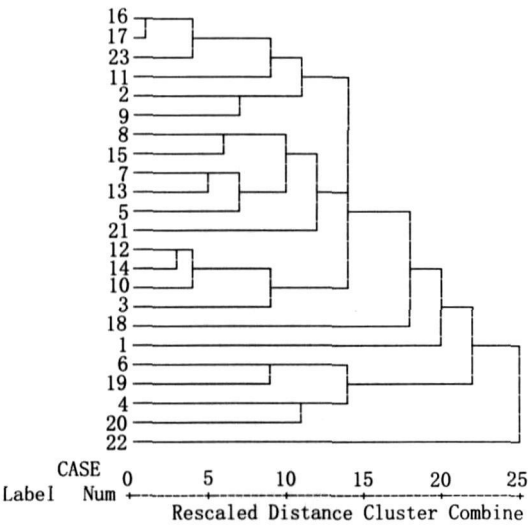


图 2 不同小麦品种不同生育时期单株根体积的聚类分析

表 4 不同小麦品种不同生育时期单株根体积的变化 (cm³)

品种类别	冬前分蘖期	返青期	拔节期	挑旗期	灌浆中期	乳熟期
I 类	2.33	3.17	5.44	12.50	7.54	6.26
增长量		0.83	2.28	7.06	-4.96	-1.28
II 类	1.58	2.89	4.26	9.45	6.92	4.44
增长量		1.31	1.37	5.18	-2.53	-2.48
III 类	1.41	4.41	4.71	6.00	4.12	2.65
增长量		3.00	0.30	1.29	-1.88	-1.47

2.3 不同生育时期不同品种小麦单株根干重的聚类分析

以不同生育时期根干重为指标,对上述 23 个小麦品种进行聚类分析,结果见图 3。

I 类:根量发达型。此类品种有:豫麦 66 号。自冬前分蘖期到挑旗期,单株根干重增长量迅速增

加,而挑旗期至乳熟期,单株根干重增长量迅速递减(表 5)。与 II 类、II 类在一起结合分析可知,单株根干重均在挑旗期达到最高,且 I 类最大,为 2.02 g(表 5)。本试验中,豫麦 66 号的产量为 9247.37 kg/hm²(表 3)。

II类:根量比较发达型。此类品种有:周麦 16 号、豫麦 18 号、豫麦 70 号、洛旱 2 号、偃展 4110、豫麦 49-198、郑麦 9023、新麦 19 号、郑麦 004、新麦 18 号、豫麦 34 号、豫麦 49 号、豫农 949、皖宿 9908、百农矮抗 58、洛旱 6 号、周麦 18 号、陕优 225、兰考矮早 8、豫农 9676 和豫麦 50 号。此类品种自冬前分蘖期至挑旗期,单株根鲜重增长量缓慢增加;挑旗期至乳熟期,单株根鲜重增长量缓慢减少(表 5)。本试验中,上述不同品种的产量为 8284.40~10351.95 kg/hm²,平均为 9162.87 kg/hm²(表 3)。

III类:根量欠发达型。此类品种有:皖麦 19 号。此类品种冬前分蘖期的单株根干重均高于其他类品种。冬前分蘖期至挑旗期,单株根干重减少;挑旗期至乳熟期,单株根干重减少。本试验中,皖麦 19 号的实际产量为 10309.47 kg/hm²(表 3)。

根据以上分析可知,I类品种单株根量大,说明其根系物质积累能力强;II类品种单株根量不够大,说明其根系物质积累能力较弱;III类品种单株根量小,说明物质积累能力差,不利于培育健壮的根系、苗系,所以,在大田生产中,应注意促进其根系发展,以达到根多叶茂。生产上应选用单株根量较大,可期望取得较高的产量,如豫农 949、豫麦 70 号、豫麦 66 号和兰考矮早 8 等品种。

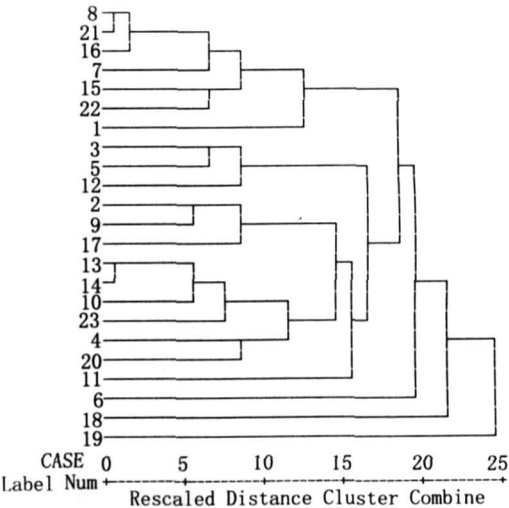


图 3 不同小麦品种不同生育时期单株根干重的聚类分析

表 5 不同小麦品种不同生育时期单株根干重的变化 (g)

品种类别	冬前分蘖期	返青期	拔节期	挑旗期	灌浆中期	乳熟期
I 类	0.35	0.39	0.83	2.02	1.02	0.81
增长量		0.04	0.44	1.19	-1.00	-0.21
II 类	0.20	0.43	0.63	1.27	0.92	0.73
增长量		0.23	0.20	0.64	-0.35	-0.18
III 类	0.37	0.41	0.53	1.00	0.83	0.53
增长量		0.04	0.12	0.47	-0.17	-0.30

3 结论与讨论

1) 本研究认为,以不同生育时期根系形态数量性状为指标,把河南省小麦主导品种根系性状划分为 3 种类型:①根系发达型:具有较强的根系发育能力,表现为单株次生根数多,单株根体积大和生物量大,吸收养分和水分的能力较强,丰产性能也较好。②根系比较发达型:根系发育能力一般,表现为单株次生根数较多,单株根系体积和生物量较大。③根系欠发达型:根系发育能力较弱,体现在单株次生根数较少,单株根系体积和生物量较小。不同小麦品种冬前分蘖—挑旗期,其单株次生根数、单株根体积、单株根重迅速增加,而挑旗—乳熟末期,单株次生根数、单株根体积、单株根重急剧减少,均以根系发达型表现最佳。

2) 本试验表明,尽管冬前分蘖—挑旗期不同主导小麦品种根系绝对增长量和生长速率存在一定差异,但其总趋势基本表现一致;而挑旗—乳熟期生长速率的差异则较大。因此,在小麦高产栽培和育种工作中,可以把返青—挑旗期单株根干重和单株次生根数的增长情况作为判别不同品种根系发育优劣的一项重要指标。由于根系性状可以遗传^[8,9],从育种的角度来看,单株根条数、单株根体积、单株根干重可以作为小麦育种的根系选择指标。实践中,宜选择根系发达、根量较大的材料作为选育对象,这与牛立元等^[10]的研究结果一致。

3) 根系是作物地上部分与地下部分物质及信息交换的主要途径。尽管强大的根系优势和较高的根系质量是实现作物高产的基础^[11,12],但根系在一生中均保持旺盛生长并不利于产量的形成,关键在于如何

协调二者之间的内在联系,尤其是要重视根系的关键生理特性,使其向有利于产量形成的方向发展。

参考文献:

[1] Costa C, Lianne M D, Pierre D, *et al.* Morphology and fractal dimension of root systems of maize hybrids bearing the leafy trait[J] . Canadian Journal of Botany, 2003, 81(7): 706—710.

[2] Berry P M, Spink J H, Gay A P, *et al.* A comparison of root and stem lodging risks among winter wheat cultivars[J] . The Journal of Agricultural Science, 2003, 141(12): 191—202.

[3] Fuleky G, Nooman H J, Tyerman S D, *et al.* Mapping QTLs and candidate genes for rice root traits under different water supply conditions and comparative analysis across three populations[J] . Theoretical and Applied Genetics 2003, 107(8): 689—695.

[4] 吴永成,周顺利,王志敏. 小麦与抗旱性有关的根系遗传改良研究进展[J] . 麦类作物学报, 2004, 24(3): 101—104.

[5] 马元喜. 小麦的根[M] . 北京: 中国农业出版社, 1999.

[6] 马其东,高振生,洪继曾,等. 不同苜蓿地方品种根系发育能力的评价与筛选[J] . 草业学报, 1999, 8(1): 42—49.

[7] 崔四平,刘子会,李运朝,等. 冬小麦根系干重对水分的反应类型[J] . 华北农学报, 2006, 21(4): 55—57.

[8] 史晓江,贺德先,詹克慧,等. 作物根系性状的遗传学研究进展[J] . 河南农业科学, 2006(1): 12—16.

[9] 贺德先,史晓江,詹克慧,等. 小麦 K 型杂交种及其“三系”根系发育特征的比较研究[J] . 麦类作物学报, 2007, 27(5): 874—879.

[10] 牛立元,茹振刚,石明旺,等. 冬小麦根部性状系统变化及育种意义研究[J] . 河南职业技术学院学报, 2000, 28(1): 1—4.

[11] 万素梅,胡守林,黄勤慧,等. 不同紫花苜蓿品种根系发育能力的研究[J] . 西北植物学报, 2004, 24(11): 2048—2052.

[12] 张永清. 谷类作物根系生长与调控研究[M] . 北京: 中国农业科学技术出版社, 2006.