

# 不同小麦品种对氮素吸收利用差异及其分类研究

王树亮, 田奇卓, 李娜娜, 谢连杰, 裴艳婷, 李 慧

(山东农业大学, 山东 泰安 271018)

**摘要:** 采用山东省不同时期的 30 个主推小麦品种为材料, 在高、低 2 种肥力条件下, 研究了不同品种间氮素吸收和分配利用效率的差异, 并对氮高效型品种进行了筛选。结果表明, 不同品种间整株和茎叶、颖壳、籽粒中氮含量存在极显著差异; 高、低 2 种肥力下的最高值比最低值分别提高 22.62% 和 42.58%, 58.18% 和 78.67%, 70.15% 和 59.92%, 24.26% 和 42.64%; 而且各器官的氮含量随着土壤肥力的提高而提高, 各品种在高肥土壤中种植的平均氮含量分别比低肥提高 12.47%, 30.16%, 9.83%, 5.47%。各品种在 2 种地力下的平均氮素分配比例: 籽粒为 72.13% 和 74.14%, 茎叶为 21.61% 和 18.70%, 颖壳为 6.25% 和 7.16%。低肥地颖壳和籽粒的分配率分别比高肥地提高 14.56% 和 2.79%, 而茎叶则降低了 13.47%。采用类平均法聚类, 筛选出烟农 19 号、鲁麦 21 号、山农 8355 和鲁麦 15 号 4 个氮素利用效率和氮素收获指数均较高的品种; 同时还筛选出济麦 20 号、淄麦 12、山农 12、红袖包 4 个高氮收获指数型品种和小偃 6 号、烟农 15 两个仅适于低肥种植的高氮收获指数型品种; 鲁麦 14 和鲁麦 22 号 2 个高氮利用效率型品种。

**关键词:** 小麦品种; 氮素; 吸收; 利用效率; 分类

中图分类号: S512.01 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2008)增刊-0213-07

## Study on the Difference of Nitrogen Uptake Efficiency and Classification in the Different Wheat Varieties

WANG Shu liang, TIAN Qi zhuo, LI Na na, XIE Lian jie, PEI Yan ting, LI Hui

(Shandong Agricultural University, Taian 271018, China)

**Abstract:** Under high and low fertility conditions, 30 main wheat varieties in different periods were selected as materials in Shandong Province. The difference of nitrogen absorption allocation and utilization were researched in the different wheat varieties, and the nitrogen efficient varieties were selected. The results showed that the difference of nitrogen content of whole plant, stem leaf, glume, and grain among the different wheat varieties were highly significant. In two fertilities conditions, the max than the min increased 22.62% and 42.58%, 58.18% and 78.67%, 70.15% and 59.92%, 24.26% and 42.64%, and the nitrogen content of various organs increased with the improvement of soil fertility. Average nitrogen content of varieties in the high fertility planted was increased by 12.47%, 30.16%, 12.26% and 5.47% than in the low-fertility. The average nitrogen distribution among varieties in two fertilities conditions: grain were 72.13% and 74.14%, stem leaf were 21.61% and 18.70%, glume were 6.25% and 7.16%. Distribution of glume and grain in the low fertility conditions increased by 14.56% and 2.79% than in the high fertility conditions, but stem leaf decreased 13.47%. By the UPGMA of Clustering, Clustered Yannong19, Lumai21, Shannong 8355 and Lumai15 four higher NUE and higher UHI varieties. And clustered Jimai20, Zimai12, Shannong12, and Hongyoubao four higher UHI varieties and Xiaoyan6, Yannong15 two higher NHI varieties planted suitable for low fertility. Lumai14 and Lumai15 were higher NUE varieties

**Key words:** Wheat varieties; Nitrogen; Absorption; Utilization efficiency; Classification

自新中国建立以来, 山东省小麦品种经过了多次更替, 小麦单产自 1950 年的 41.7 kg, 提高到 2006

收稿日期: 2007-11-25

基金项目: 国家粮食丰产科技工程(2006BAD02A09); 山东省资源节约型社会科技支撑体系专项(2006JY06)

作者简介: 王树亮(1982-), 男, 山东潍坊人, 在读硕士, 主要从事植物矿物质营养的研究。

通讯作者: 田奇卓(1953-), 男, 山东济宁人, 教授, 博士生导师, 主要从事小麦栽培生理研究。

年的 377.7 kg, 相比提高了 805.8%<sup>[1]</sup>, 在促进单产提高的诸多因素中, 有品种的改良, 化肥投入量的增加, 灌溉条件的改善, 栽培技术的改进及病虫害的综合防治等, 各种因素对单产贡献率的大小因条件的不同而异, 但品种改良和化肥投入量的增加无疑是两个重要因素<sup>[2]</sup>。小麦正常生长过程中, 需要吸收大量的氮, 土壤中往往供不应求, 需要通过施肥的途径加以补充, 但是氮素化肥的过量使用又会造成资源的浪费和环境污染, 余松烈等<sup>[3-8]</sup>对不同小麦品种的氮素吸收规律进行了研究, 阐明了冬小麦的吸氮规律, 为冬小麦施肥提供了科学的理论基础。近年来, 栽培工作者在小麦氮元素的吸收分配、利用率和对产量品质的影响方面进行了较多的研究<sup>[9-11]</sup>, 结果表明, 不同品种对氮素的吸收利用效率是有差异的, 并且对土壤条件的反应特性也表现出明显的不同, 品种、环境因素、氮吸收利用效率之间存在相互作用。但是绝大多数研究采用的品种较少, 而且均以氮肥的吸收动态为重点, 以提高单产和经济效益为目的, 对不同品种特别是不同时期品种的氮素利用效率研究较少。随着小麦栽培由高产优质向高效利用资源的转变, 近年来不同品种对氮肥吸收利用差异越来越受到人们的关注<sup>[12, 13]</sup>。

本试验以山东省不同历史时期主要推广品种为研究材料, 旨在通过对这些品种在 2 种地力水平下氮素吸收利用差异的比较, 揭示不同小麦品种间对氮素吸收分配利用的差异和共同规律, 为秸秆还田小麦生产中氮素投入量的确定提供科学依据。同时通过对供试品种吸氮类型聚类分析, 寻找出氮高效品种, 明确其亲本组合, 为利用生物技术进行品种改良提供依据。

# 1 材料和方法

## 1.1 试验设计

试验于 2006-2007 年在山东农业大学试验农场进行。选择建国以来山东省不同时期 30 个主要推广品种为材料, 采用单因素随机区组设计, 3 次重复; 在高肥和低肥 2 种无底栽培水泥池中种植(2 种肥力理化性状见表 1)。为确保试验中后期群体的一致性, 根据不同品种的分蘖成穗特性, 山农 8355 基本苗为 240 万株/hm<sup>2</sup>, 山农 664 为 210 万株/hm<sup>2</sup>, 淄麦 12 和山农 12 基本苗为 180 万株/hm<sup>2</sup>, 其余品种的基本苗均为 150 万株/hm<sup>2</sup>。播前底肥施纯 N 120 kg/hm<sup>2</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 120 kg/hm<sup>2</sup>, K<sub>2</sub>O 105 kg/hm<sup>2</sup>。于 2006 年 10 月 4 日播种, 拔节中期施纯 N 120 kg/hm<sup>2</sup>, 于越冬, 拔节和开花期浇 3 次水, 其他管理

同一般高产田。

表 1 试验地 0~25 cm 土层基本情况

Tab. 1 The initial conditions of the tested soil (0-25 cm)

地力 Fertility	有机质 Organic /(mg/g)	全氮 Total N /(mg/g)	碱解氮 Alkaline N /(mg/kg)	速效磷 Available P /(mg/kg)	速效钾 Available K /(mg/kg)
高肥 Higher fertility	18.4	1.12	97.3	59.22	92.81
低肥 Lower fertility	8.64	0.75	51.28	19.78	71.83

## 1.2 测定项目与方法

于不同生育时期调查分蘖成穗及植株性状, 成熟期在每个处理中随机取 100 个单茎, 分成茎叶、颖壳、籽粒 3 部分, 在 70℃低温下烘干、称重。茎叶和颖壳用 40 目小型植物粉碎机磨碎, 籽粒用瑞士 PERPEN 公司产 3100 型试验磨磨全面粉。

氮元素的测定: 采用凯氏定氮法测定。

氮素生产效率= 生物产量/植株的总吸氮量; 氮素利用效率= 籽粒产量/植株的总吸氮量; 氮素收获指数= 籽粒氮积累量/植株总氮吸氮量。

统计分析采用 DPS V3.01 专业版, 系统聚类分析采用类平均法。

# 2 结果与分析

## 2.1 不同品种和土壤肥力对各器官氮素含量的影响

对 30 个品种的整株、茎叶、颖壳和籽粒中氮素含量的测定结果见表 2, 对表 2 两种土壤肥力下各部位氮含量进行单因素方差分析表明, 区组间差异均不显著, 而品种间均达到极显著水平。

由表 2 可看出, 不同品种在高肥土壤下种植, 整株氮含量平均值为 13.98 mg/g, 变幅为 12.82~15.72 mg/g, 最高与最低之间相差 2.90 mg/g, 相对提高 22.62%; 茎叶平均值为 6.69 mg/g, 变幅为 5.38~8.51 mg/g, 最低与最高相差 3.13 mg/g, 相对提高 58.18%; 颖壳平均值为 7.04 mg/g, 变幅为 5.36~9.12 mg/g, 最高与最低相差 3.76 mg/g, 相对提高 70.15%; 籽粒平均值为 23.72 mg/g, 变幅为 21.23~26.38 mg/g, 相差 5.15 mg/g, 相对提高 24.26%。

在低肥土壤下种植, 整株氮含量平均值为 12.43 mg/g, 变幅为 10.45~14.90 mg/g, 最高与最低之间相差 4.45 mg/g, 相对提高 42.58%; 茎叶平均值为 5.14 mg/g, 变幅为 3.75~6.70 mg/g, 极差 2.95 mg/g, 相对提高 78.67%; 颖壳含量变幅为 4.99~7.98 mg/g, 极差 2.99 mg/g, 相对提高 59.92%; 籽粒平均值为 22.49 mg/g, 变幅为 18.62~26.56 mg/g, 极

差 7.94 mg/ g, 相对提高 42.64%。

表 2 两种地力下不同品种在各器官中的含氮量

Tab.2 The nitrogen content of organs among different varieties in two fertilities conditions									mg/ g
品种 Varieties	高肥 Higher fertility				低肥 Lower fertility				
	茎叶 Stem	颖壳 Glume	籽粒 Grain	整株 Plant	茎叶 Stem	颖壳 Glume	籽粒 Grain	整株 Plant	
平原 50	5.95	7.09	24.38	13.65	5.36	7.92	22.82	12.62	
黄县半芒	6.43	7.88	24.30	13.18	6.27	7.98	23.71	12.62	
蚰子麦	6.06	7.19	25.74	14.02	4.80	7.36	23.99	11.92	
碧玛 1 号	6.00	6.58	25.29	13.72	4.99	6.72	23.37	11.67	
碧玛 4 号	7.08	6.75	24.45	13.95	3.75	6.28	23.86	11.68	
农大 183	6.68	6.31	23.52	12.82	4.19	6.39	22.25	11.05	
济南 2 号	6.75	7.14	24.68	14.45	5.06	5.73	22.51	12.27	
跃进 5 号	6.69	7.44	25.97	14.24	5.33	6.93	22.65	11.76	
跃进 8 号	6.64	7.62	22.83	13.08	5.60	6.96	21.46	11.20	
济南 8 号	7.32	8.74	22.08	13.44	5.14	5.93	20.52	11.19	
红蚰包	6.53	6.01	25.07	14.56	3.83	4.99	23.43	12.36	
泰山 1 号	7.48	7.60	22.87	13.47	4.29	6.34	22.18	11.67	
泰山 4 号	8.51	7.13	25.96	15.40	6.11	6.73	23.69	13.12	
烟农 15 号	7.28	7.24	24.11	14.80	5.48	6.45	24.04	13.87	
泰山 5 号	7.46	5.78	22.93	13.77	5.23	5.15	23.02	12.62	
小偃 6 号	7.42	8.23	26.38	15.72	4.94	6.62	25.73	14.22	
济麦 13 号	7.26	9.12	22.36	14.09	6.70	7.73	20.85	12.55	
山农辐 63	7.26	7.20	21.23	13.30	5.46	6.78	21.51	12.27	
鲁麦 1 号	7.06	8.03	22.30	13.61	4.65	6.93	21.81	12.09	
鲁麦 14 号	6.14	6.04	21.78	13.21	5.25	7.08	20.46	12.02	
鲁麦 15 号	5.67	6.00	21.91	13.19	6.50	5.82	21.43	13.26	
鲁麦 21 号	5.38	5.70	21.95	12.81	3.83	5.56	18.62	10.45	
鲁麦 22 号	6.66	6.83	21.36	12.94	5.09	5.16	20.19	11.22	
淄麦 12 号	5.56	6.95	24.85	14.40	4.69	5.14	22.04	12.38	
济麦 20 号	6.03	6.66	23.70	14.57	5.53	6.55	23.20	13.53	
山农 8355	6.52	6.84	22.55	14.07	5.01	6.21	20.52	12.40	
山农 664	7.23	6.18	23.05	14.09	6.39	6.02	22.40	13.67	
山农 12 号	5.75	8.00	26.38	15.10	5.00	6.95	26.56	14.90	
泰山 23 号	7.91	7.46	23.81	15.12	5.04	6.36	22.93	13.13	
烟农 19 号	6.03	5.36	23.94	14.67	4.55	5.42	22.88	13.26	
平均	6.69	7.04	23.72	13.98	5.14	6.41	22.49	12.43	
CV/ %	12.60	12.81	6.51	5.64	15.46	12.83	7.31	8.12	
F 值	22.73	80.93	68.10	50.46	17.33	42.54	79.45	118.16	

上述结果可说明 4 个问题: 第一, 不同品种间成熟期各器官氮素含量存在巨大的差异, 特别在低肥力下差异更显著。第二, 不同品种间的氮含量在 2 种地力下均表现出籽粒> 颖壳> 茎叶的规律。第三, 从不同部位氮含量的变异系数可知, 不同品种间籽粒含氮量差异小于茎叶和颖壳。第四, 相同品种在不同土壤肥力下, 各器官的吸收能力不同, 且随着地力的变化吸收能力也发生相应变化。

2.2 氮素在不同品种各个器官中的分配

氮素在植株不同器官的最终分配, 不仅可说明

氮素在植株体内的运转和再利用情况, 而且对氮高效品种的筛选及其秸秆还田麦田氮素平衡的科学运筹具有重要应用价值。由表 3 可以看出, 30 个品种在高肥下氮素在茎叶、颖壳和籽粒中的平均分配比例分别是 21.61%, 6.25%, 72.13%; 在低肥下的分配比例分别是 18.70%, 7.16%, 74.14%。均是籽粒> 茎叶> 颖壳。说明小麦植株吸收积累氮素的 70% 以上聚集到籽粒中, 茎叶和颖壳相加不足 30%。从变异系数看, 2 种肥力都是颖壳> 茎叶> 籽粒, 说明不同品种无论在高肥还是低肥下种植, 氮

表 3 氮素在不同品种各个器官中的分配

Tab.3 Nitrogen distribution in the various organs of different varieties

品种 Varieties	高肥 Higher fertility			低肥 Lower fertility		
	茎叶 Stem	颖壳 Glume	籽粒 Grain	茎叶 Stem	颖壳 Glume	籽粒 Grain
平均 Average	21.61	6.25	72.13	18.70	7.16	74.14
标准差(S)	3.39	1.37	3.70	3.61	1.40	4.09
变异系数/ % CV	15.69	21.94	5.13	19.33	19.59	5.52
最大值 Max	26.79	9.39	79.51	27.09	11.02	80.76
最小值 Min	15.75	3.71	65.81	13.12	4.62	65.65

素在籽粒中的分配比较稳定。表 3 还表明,土壤肥

表 4 两种地力下不同品种氮素生产效率 and 利用效率

Tab.4 The nitrogen production and utilization efficiency of different varieties in two fertilities conditions

品种 Varieties	高肥 Higher fertility				低肥 Lower fertility			
	N 生产 效率 NPE	N 利用 效率 NUE	N 收获 指数/ % NHI	经济系数/ % Harvest index	N 生产 效率 NPE	N 利用 效率 NUE	N 收获 指数/ % NHI	经济系数/ % Harvest index
平原 50	73.27	30.10	73.38	41.08	79.21	31.82	72.61	40.17
黄县半芒	75.89	28.00	68.03	36.89	79.22	28.09	66.61	35.46
蚰子麦	71.33	28.47	73.28	39.91	83.90	29.12	69.86	34.71
碧玛 1 号	72.90	28.94	73.18	39.70	85.70	30.13	70.40	35.15
碧玛 4 号	71.67	28.49	69.66	39.75	85.65	32.52	77.61	37.97
农大 183	78.01	28.65	67.38	36.72	90.48	32.92	73.25	36.38
济南 2 号	69.18	29.56	72.95	42.72	81.48	33.29	74.95	40.86
跃进 5 号	70.25	27.29	70.87	38.85	85.06	30.37	68.79	35.71
跃进 8 号	76.46	29.75	67.92	38.91	89.30	30.59	65.65	34.25
济南 8 号	74.42	29.81	65.81	40.05	89.35	34.37	70.53	38.46
红蚰包	68.68	29.97	75.13	43.64	80.88	34.63	81.14	42.82
泰山 1 号	74.25	28.83	65.91	38.82	85.72	34.01	75.43	39.68
泰山 4 号	64.95	26.29	68.24	40.48	76.19	30.01	71.10	39.38
烟农 15 号	67.55	30.21	72.83	44.72	72.11	32.06	77.07	44.45
泰山 5 号	72.60	30.78	70.52	42.37	79.21	32.97	75.90	41.63
小偃 6 号	63.63	27.50	72.54	43.22	70.33	30.67	78.90	43.60
济麦 13 号	71.00	30.84	68.96	43.43	79.65	32.20	67.13	40.43
山农辐 63	75.17	32.55	69.10	43.30	81.51	33.59	72.25	41.21
鲁麦 1 号	73.48	31.02	69.17	42.21	82.73	34.54	75.34	41.75
鲁麦 14 号	75.73	34.25	74.60	45.22	83.20	35.54	72.72	42.72
鲁麦 15 号	75.79	34.94	76.53	46.09	75.43	34.68	74.30	45.97
鲁麦 21 号	78.05	34.79	76.31	44.54	95.66	41.02	76.36	42.88
鲁麦 22 号	77.28	32.90	70.27	42.57	89.09	36.13	72.95	40.55
淄麦 12 号	69.44	31.16	77.41	44.87	80.77	35.51	78.27	43.96
济麦 20 号	68.65	32.82	77.79	47.81	73.91	32.70	75.86	44.24
山农 8355	71.08	33.30	75.09	46.85	80.64	37.62	77.19	46.65
山农 664	70.99	31.42	72.40	44.25	73.14	33.43	74.90	45.71
山农 12 号	66.22	29.18	76.95	44.06	67.09	30.00	79.67	44.71
泰山 23 号	66.15	30.32	72.20	45.83	76.19	33.43	76.65	43.87
烟农 19 号	68.16	33.22	79.51	48.73	75.41	35.29	80.76	46.80
平 均	71.74	30.51	72.13	42.59	80.94	33.11	74.14	41.07
CV/ %	5.57	7.43	5.13	7.29	8.00	8.06	5.56	9.08
F 值	45.83	82.20	89.28	—	133.9	210.9	56.36	—

力可影响氮素在体内分配,低肥地的颖壳和籽粒分配比例分别比高肥地相对提高了 14.56%,2.79%,而茎叶则降低了 13.47%。说明在低肥下茎叶中氮素向颖壳和籽粒的运转率高于高肥条件。

2.3 两种地力下不同品种氮素生产效率利用效率及其分类

2.3.1 不同品种氮素生产效率和利用效率 对表 4 中氮的生产效率、利用效率和收获指数 3 项指标进行单因素方差分析表明,区组间差异均不显著,而品种间均达到极显著水平;说明不同品种间 3 项指标存在着基因型差异。

由表 4 可知,高肥地每公斤氮素可平均生产 71.74 kg 生物产量,变幅为 63.63~ 78.05 kg,最高比最低生产效率相对提高 22.66%;低肥地每公斤氮素可平均生产 80.94 kg 生物产量,变幅为 67.09~ 95.66 kg,最高比最低相对提高 42.58%。高肥地的氮素利用效率平均为 30.51,变幅为 26.29~ 34.94,最大利用效率比最小利用效率提高了 32.90%;低肥地利用效率平均为 33.11,变幅为 28.09~ 41.02,最大比最小相对提高 46.03%。高肥地平均氮素收获指数为 72.13%,变幅为 65.81%~ 79.51%,最大收获指数比最小收获指数相对提高 20.81%;低肥地平均氮素收获指数为 74.14%,变幅为 65.65%~ 81.14%,最大比最小相对提高 23.59%。经济系数高肥地平均 42.59%,低肥地平均 41.07%,但变化差异最大,总趋势是近年主推高产品种普遍高于早期推广品种。

由表 4 各参试品种在 2 种地力下 4 项指标的平均值可知,高肥地经济系数较之低肥地相对提高 3.70%,但是高肥地的氮素生产效率、氮素利用效率和氮素收获指数则分别比低肥地降低了 11.37%, 7.85%, 2.71%。说明在本试验土壤肥力条件下,高肥地虽然可提高小麦的经济系数,但使氮素生产效率、利用效率大幅度降低,氮素收获指数也有所降低。从变异系数可看出,低肥地品种之间的变异系数都大于高肥地,表明在低肥地各个品种之间的差异更加明显,这可能与不同品种对土壤肥力的适应性有关。

2.3.2 不同品种对氮素吸收利用效率的分类 氮素利用效率是衡量一个品种氮素生产力的重要指标,采用类平均法,将表 4 中各品种的该项指标进行聚类分析结果见图 1,2。由图 1(高肥)可看出,当类间距 1.5 时,各品种被分为 5 类,第 1 类包括鲁麦 14、15、21 号 3 个品种,平均效率为 34.66;第 2 类包括山农 8355、烟农 19 号、鲁麦 22 号、济麦 20 号 and 山农 63 这 5 个品种,平均效率为 32.96。采用相同类间距对低肥地进行聚类(图 2),各品种也分为 5 类,但第 1、2 类分别仅有鲁麦 21 号和山农 8355 各 1 个品种,平均利用效率为 39.32。第 3 类包括鲁麦 22、鲁麦 14、淄麦 12、烟农 19 和鲁麦 15 等 9 个品种,平均利用效率为 34.95。

综合高、低 2 种地力下的氮素利用效率(即同时满足高肥地大于 32.55,低肥地大于 34.01 两个条件),可筛选出鲁麦 21 号、鲁麦 14 号、山农 8355、鲁麦 15 号,鲁麦 22 号,烟农 19 号 6 个氮肥利用效率比较高的品种。另外济麦 20 号在高肥、淄麦 12 号

在低肥条件下氮素利用率也较高。

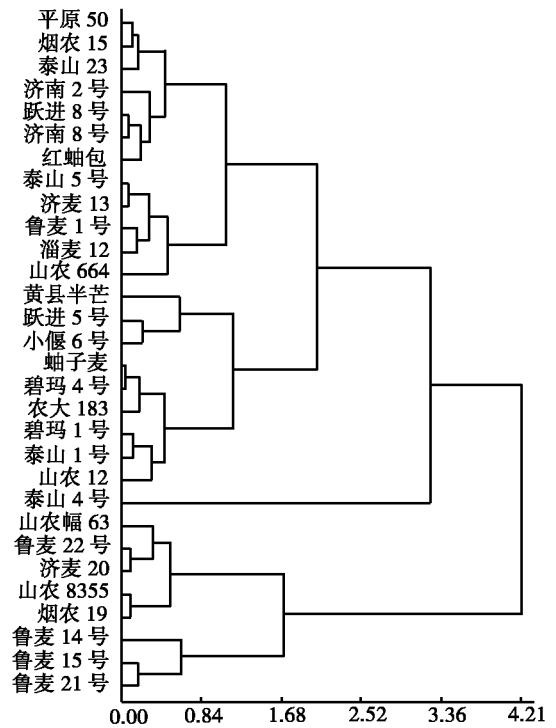


图 1 高肥条件下氮素利用效率聚类

Fig. 1 The clustering of NUE in higher fertility conditions

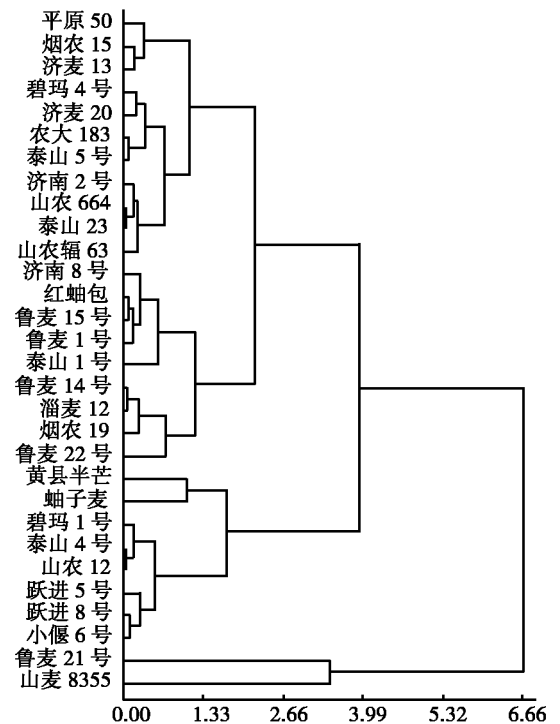


图 2 低肥条件下氮素利用效率聚类

Fig. 2 The of clustering NUE in lower fertility conditions

氮素收获指数是衡量氮素在植株体内转运分配状况的重要指标,当类间距离为 2.5 时,30 个品种氮素收获指数分为 5 类(图 3);第 1 类只有烟农 19 号,收获指数为 79.51%;第 2 类包括济麦 20 号、淄麦 12、山农 12、鲁麦 15 号、21 号、红蚰包、山农 8355

和鲁麦 14 号 8 个品种,平均收获指数为 76.23%;第 1,2 类平均收获指数为 76.59%。用相同类间距离对低肥地收获指数进行聚类时(图 4),30 个品种虽然也是分为 5 类,但品种排列顺序变化却很大,第 1 类包括红蚰包、烟农 19 号、山农 12、小偃 6 号、淄麦 12 5 个品种,平均收获指数为 79.75%;第 2 类包括

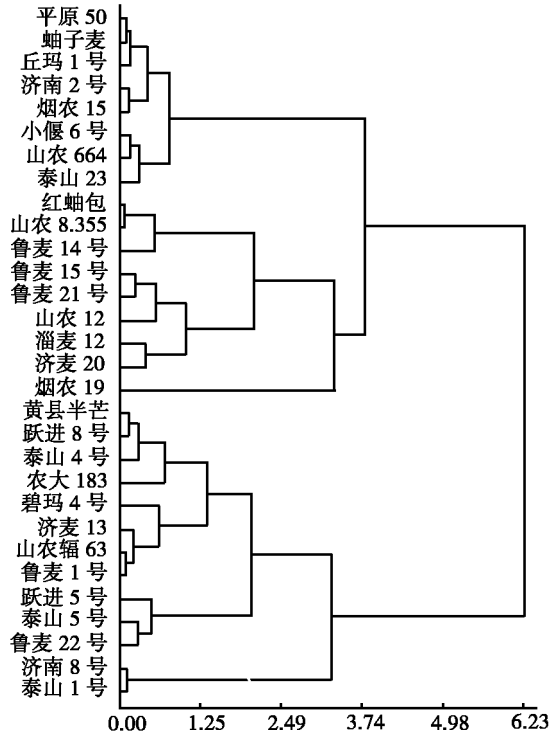


图 3 高肥条件下氮素收获指数聚类

Fig. 3 The clustering of NHI in higher fertility conditions

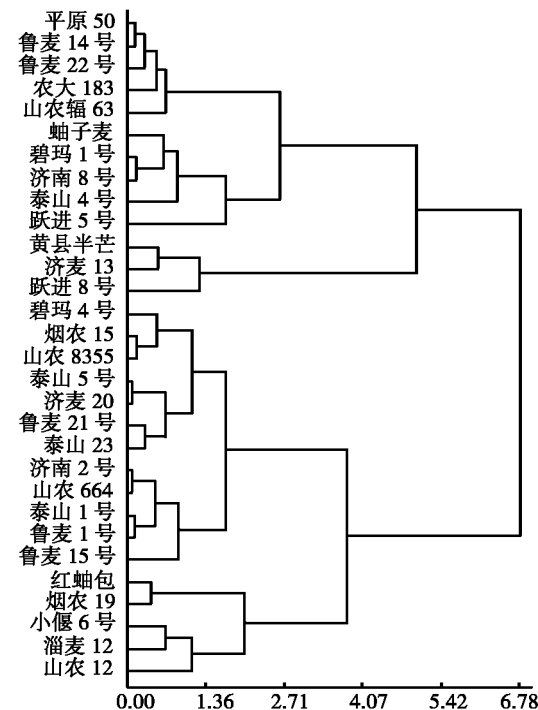


图 4 低肥条件下氮素收获指数聚类

Fig. 4 The clustering of NHI in lower fertility conditions

碧玛 4 号、山农 8355、烟农 15、泰山 23 号、鲁麦 21 号、泰山 5 号、济麦 20 号等 12 个品种,平均收获指数为 75.91%;第 1,2 类平均收获指数为 77.04%。

将 2 种肥力综合分析(即同时满足高肥地大于 74.60%,低肥地大于 74.70%时),可筛选出烟农 19、山农 12 号、淄麦 12 号、红蚰包、济麦 20 号、山农 8355、鲁麦 21 和鲁麦 15 号 8 个收获指数较高的品种;另外小偃 6 号、碧玛 4 号、烟农 15 号在低肥条件下也具有较高的收获指数。

综合氮素利用效率和氮素收获指数 2 项指标(即同时满足上述给定的 4 个阈值),得出本研究 30 个主推品种中,仅有烟农 19 号、鲁麦 21 号、山农 8355 和鲁麦 15 号 4 个品种为氮高效品种。此外红蚰包和山农 12 号 2 个品种的氮素收获指数均较高,但是红蚰包在高肥下氮素利用率较低,山农 12 在 2 种肥力下都较低;鲁麦 14 和鲁麦 22 号 2 品种氮素利用率均较高,鲁麦 14 号在低肥、鲁麦 22 在 2 种肥力下收获指数都较低。育种工作者可追踪其亲本组合,采用生物技术加以改良利用。

### 3 结论与讨论

综合上述分析,本研究可得出以下结论:

不同小麦品种的整株及茎叶、颖壳、籽粒中的氮素含量存在着极显著差异,在高肥条件下最高比最低含量相对提高率分别为 22.72%, 41.19%, 70.15%, 24.26%。在低肥条件下分别提高 42.58%, 78.67%, 59.92%, 42.64%。整株和茎叶、颖壳、籽粒各器官中氮含量随着土壤肥力的提高而提高,30 个品种在高肥土壤种植时平均氮素含量分别比低肥提高 12.47%, 30.16%, 12.26%, 5.47%。

各品种在高肥和低肥 2 种地力下的平均氮素分配比例分别是:籽粒为 72.13% 和 74.14%,茎叶为 21.61% 和 18.70%,颖壳为 6.25% 和 7.16%。低肥地颖壳和籽粒的分配比例分别比高肥地相对提高 14.56% 和 2.79%,而茎叶则降低了 13.47%。表明在低肥土壤中种植,茎叶中氮素转运分配更合理。

30 个品种的氮素生产效率、利用效率和氮素收获指数存在极显著差异;通过聚类分析,筛选出烟农 19 号、鲁麦 21 号、山农 8355 和鲁麦 15 号 4 个氮素利用效率和氮素收获指数均较高的品种;同时还筛选出济麦 20 号、淄麦 12、山农 12、红蚰包、小偃 6 号和烟农 15 6 个高氮素收获指数型品种(其中小偃 6 和烟农 15 仅在低肥条件下氮素收获指数较高);鲁麦 14 和鲁麦 22 号 2 个高氮素利用效率型品种。为育

种工作者的定向改良利用提供了有益启示。

关于小麦不同品种间对氮素的吸收利用效率存在着显著基因型差异的研究,前人已经做了大量工作<sup>[14-16]</sup>,本研究也再次证明了这种差异。但本试验是在行距 40 cm 的稀植条件下进行,抛开了群体因素和不同品种在各自适应群体下的丰产性能,其结果虽然对于揭示不同品种的遗传特性更加合理,但在生产条件下是否具有相同规律,有待进一步深入研究。

有关小麦氮效应的划分,何文寿等<sup>[17]</sup>依据籽粒产量、地上部生物产量、总吸氮量、籽粒吸氮量、幼苗根系吸氮速率、株高、氮运转速率与经济利用效率等指标,采用模糊聚类分析划分为高速高效类、低速中效类和中速低效类 3 类;贾月慧<sup>[18]</sup>根据养分吸收量与利用效率的排列组合,将参试品种分为:养分吸收量高、利用效率也高,养分吸收量高、利用效率低,养分吸收量低、利用效率高和养分吸收量低、利用效率也低 4 种类型。本研究首先采用类平均法对氮素吸收利用单一指标进行聚类,然后对多个指标界定一个较高的阈值进行二次筛选,仅对高效型品种进行了筛选,没有对低效或 2 种指标不统一型进行细致划分。

参考文献

[ 1 ] 初明光,王激清,马文奇,等. 山东省粮食作物的化肥施用现状分析[J]. 土壤肥料,2006(2): 12- 15.

[ 2 ] 叶优良,杨晓梅,曲日涛,等. 山东省肥料施用与养费平衡现状研究[J]. 土壤通报,2006,37(3): 500- 504.

[ 3 ] 余松烈,亓新华,刘希运. 高产冬小麦对三要素的吸收供应特点的研究[J]. 土壤肥料,1981( 1): 31- 34.

[ 4 ] 卓名贵,郝中源. 冬小麦干物质积累及养分吸收累积特点的研究[J]. 土壤通报,1982(5): 156- 162.

[ 5 ] 张国平. 小麦干物质积累和 NPK 吸收分配的研究[J].

浙江农业科学,1984(5): 231- 236.

[ 6 ] 田纪春,张忠义,梁作勤,等. 高蛋白和低蛋白小麦品种的氮素吸收与运转分配差异的研究[J]. 作物学报,1994,20(1): 76- 83.

[ 7 ] 张洪程,许 轲. 超高产小麦吸氮特性与氮肥运筹的初步研究[J]. 作物学报,1998( 6): 25- 29.

[ 8 ] 田奇卓. 冬小麦节水高产栽培三要素吸收积累与分配规律的研究[J]. 山东农业大学学报,1998,29(3): 303- 312.

[ 9 ] 童依平,李继云,李振声. 不同小麦品种吸收利用氮素的差异及有关机理研究[J]. 西北植物学报,1999,9( 2): 270- 277.

[ 10 ] Novoa R. Nitrogen and plant production[ J]. Plant and Soil, 1981, 58: 15- 20.

[ 11 ] Harper L A. 小麦的氮素循环[J]. 国外农学- 麦类作物,1990(1): 112- 116.

[ 12 ] 荆 奇,戴廷波,姜 东,等. 不同生态条件下不同基因型小麦干物质和氮素积累与分配特征[J]. 南京农业大学学报,2004,27( 1): 1- 5.

[ 13 ] 朱新开. 不同基因型小麦氮素吸收积累差异研究[ J]. 扬州大学学报,2005,26: 52- 57.

[ 14 ] Clark R B, Duncan R R. Improvement of plant mineral nutrition through breeding [ J]. Field Crop Research, 1991, 27: 219- 240.

[ 15 ] 王月福,杜金哲,梁作正,等. 不同小麦品种氮素同化、运转和分配规律的研究[ J]. 莱阳农学院学报: 自然科学版,2006,26( 3): 191- 195.

[ 16 ] 李世娟,周殿玺,诸叶平,等. 水分和氮肥运筹对小麦氮素吸收分配的影响[ J]. 华北农学报,2002,17(1): 69 - 75.

[ 17 ] 何文寿,储燕宁,王彦才,等. 不同基因型小麦氮营养效率的差异[ J]. 宁夏农学院学报,1997,18( 4): 29- 34.

[ 18 ] 贾月慧. 小麦不同品种氮钾效率差异的研究[J]. 北京农学院学报,1999,14( 4): 126- 132.