



豫西不同栽培环境对优质小麦品系品质性状的影响

张媛菲, 田文仲, 吕树作, 彭绍峰, 段国辉, 高海涛, 吴少辉

(洛阳农林科学院, 洛阳市作物分子生物学与种质创新重点实验室, 河南洛阳 471023)

摘要 为分析豫西不同栽培环境对优质小麦品质性状的影响, 选取洛阳农林科学院育成的 7 个半冬性优质小麦品系‘HPG127’‘HPG164’‘HPG165’‘HPG167’‘HPG513’‘HPG542’‘HPG521’和 2 个优质对照品种‘豫麦 34’和‘藁麦 8901’, 在洛阳农林科学院 3 种栽培环境(旱薄地、旱肥地和水地)进行随机区组试验, 统一收获其籽粒进行品质相关性状的测定。结果表明: 体积质量、总湿面筋、总干面筋和粗蛋白质量分数这 4 个性状在不同栽培环境下差异显著, 主要表现为高肥力能降低小麦体积质量, 灌水会稀释粗蛋白质量分数, 水地栽培环境中面筋含量最低。对变异系数最大的稳定时间进一步分析表明: 各品种(系)稳定时间变化趋势在 3 种栽培环境下不尽相同, 旱肥地能增加大部分品种(系)的稳定时间, 个别品种(系)在水地环境下稳定时间最长。综上所述, 豫西地区优质小麦的栽培可通过控制灌水和施肥来保证小麦的面筋和粗蛋白含量, 并结合具体品种的特性选择合适栽培环境以实现对其品质的具体要求。

关键词 优质小麦; 栽培环境; 品质性状; 差异变化

中图分类号 S512

文献标志码 A

文章编号 1004-1389(2019)08-1219-07

小麦品质性状受多种因素影响, 包括其自身的遗传因素及外在环境条件等。光照、温度、水分以及肥力等外在环境条件因素的不同, 即使同一品种的相关品质性状也会产生较大差异^[1-12]。目前, 对小麦品质影响因素已有许多研究。如马云云等^[13]认为蛋白质含量主要受环境的影响, 曹宏鑫等^[14]研究得出灌水和氮肥对小麦蛋白质含量与加工品质的影响是沿着相反方向的; 郭天财等^[15]研究认为, 品种遗传因素对拉伸参数的影响大于生态环境, 不同年份气象因子对拉伸参数的影响程度不同; 康立宁等^[16]研究表明, 品种与环境对所有粉质参数指标均有显著影响, 但由品种决定粉质参数的变异程度远大于环境引起的变异, 基因型×环境互作效应对形成时间、稳定时间、软化度与评价值影响较大, 而对吸水率影响较小。上述各研究揭示了小麦品质受影响的复杂性, 但针对豫西不同栽培环境对优质品系品质性状会产生怎样的影响, 以及该地区优质品系在生产推广上应选取怎样的栽培措施才能更好地实现其优质性状, 鲜见报道。本研究选用洛阳农林科

学院育成的 7 个半冬性优质小麦品系和 2 个优质对照品种, 分别在旱薄、旱肥和水地试验田进行种植, 收获后测定各品种(系)的千粒质量、体积质量、沉降值、面筋指数、面筋含量、形成时间、稳定时间和粗蛋白含量等品质性状并进行数据分析, 以期对优质小麦在豫西地区的优质高产栽培提供科学参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

选用洛阳农林科学院选育的 7 个半冬性优质小麦品系‘HPG127’‘HPG164’‘HPG165’‘HPG167’‘HPG513’‘HPG542’‘HPG521’和优质对照品种‘豫麦 34’和‘藁麦 8901’为试验材料。豫西地区属半湿润偏旱农业区, 地形地貌差异较大, 地表水和地下水资源缺乏, 大部分地区农业生产依靠有限的自然降水, 属典型的雨养农业区, 年平均降雨量 643.4 mm, 70% 的降水集中在 6—9 月。土壤贫瘠, 保水保肥能力差。

1.2 试验设计

试验在洛阳农林科学院试验田进行。3 个试

收稿日期: 2019-01-23 修回日期: 2019-02-13

基金项目: 国家重点研发计划(2017YFD0100706); 国家现代农业(小麦)产业技术体系(CARS-E-3-35); 河南省小麦产业技术体系(S2010-10-02); 河南省农业科技成果转化资金(122201110004)。

第一作者: 张媛菲, 女, 硕士, 实习研究员, 从事小麦遗传育种研究。E-mail: zyf_sun@163.com

验田块的栽培环境分别为旱薄地(旱地小麦资源繁种田,常年绿肥掩青,自然降雨)、旱肥地(旱地小麦育种田,常年绿肥掩青,施底肥,自然降雨)和水肥地(高产小麦育种田,常年绿肥掩青,施底肥,定期灌溉)。所有试验品系(种)统一来源供应,设置随机区组排列,各小区面积 15 m²,重复 3 次。3 个试验田块的后期田间管理,如杂草等管理均在同样条件进行。各栽培环境下成熟后各自收获,对收获籽粒统一进行相关性状的测定。

1.3 测定项目及方法

小麦籽粒测定条件为:各品系(品种)各自成熟后,收获晾晒至贮藏条件(含水量 13% 以下),在实验室统一进行各项性状测定。

1.3.1 粗蛋白质量分数和沉降值 粗蛋白含量利用 Perten 近红外品质测定仪(Inframatic9200)对小麦进行全粒扫描^[9];沉降值采用 Brabender 公司专用设备,按 Zeleny 沉降值试验方法测定^[10]。

1.3.2 面筋含量和面筋指数 总湿面筋和总干面筋含量利用 2200 型面筋数量和质量测定系统(瑞典 Perten 公司),按 GB/T5506.2-2008^[17]方法测定;面筋指数用 Perten Centrifuge2015 离心机的面筋筛测定,计算公式为面筋筛上留存的面筋/(面筋筛上留存的面筋+过筛的面筋)×

100^[7]。

1.3.3 形成时间和稳定时间 形成时间和稳定时间采用 Perten 公司 Micro-doughLAB 微型小麦粉质测定仪测定^[2]。

1.3.4 千粒质量和体积质量 小麦籽粒的千粒质量经 0.001 g 天平 3 次重复测定;体积质量用 GHCS-1000 型容重测定仪测定^[1]。

1.4 数据处理与分析

采用 DPS(Version 9.50)进行小麦品质相关性状数据的基本统计量(平均数、标准差、变异系数)的方差分析以及各处理下的多重比较分析。

2 结果与分析

2.1 小麦品质相关性状的方差分析

分别取各品种(系)在各栽培环境下的平均值进行方差分析,结果(表 1)表明,千粒质量和稳定时间在品种(系)间分别呈现极显著和显著差异,而在栽培环境间差异不显著;体积质量、总湿面筋和总干面筋含量以及粗蛋白质量分数在品种(系)和栽培环境间均有显著或极显著差异,表明这 4 个性状受品种(系)自身的遗传因素及外部栽培环境因素共同影响,也反映出不同栽培环境对优质品系的品质性状影响明显,针对不同优质品系,选择合适的栽培环境有利于提高品系的品质。

表 1 小麦品质相关性状的方差分析

Table 1 Variance analysis of correlated quality traits of wheat

变异来源 Source of variation	千粒 质量/g 1 000 grain mass	体积质量/ (g/L) Volume mass	沉降值/mL Sedimentation	面筋指数/% Gluten index	总湿面筋/% Wet gluten	总干面筋/% Dry gluten	稳定 时间/min Stability time	粗蛋白/% Protein mass fraction
品种(系) Variety(strain)	4.35 **	3.37 *	1.77	2.06	5.22 **	4.32 **	3.75 *	6.89 **
栽培环境 Planting condition	0.38	107.07 **	3.72	0.33	6.82 **	4.78 *	2.31	4.54 *

注: * 表示 $P < 0.05$; ** 表示 $P < 0.01$ 。下同。

Note: * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$. The same below.

2.2 不同小麦品种(系)品质相关性状的比较分析

对表现有差异的品质性状在品种(系)间进行多重比较分析(表 2),基于各自的遗传背景影响,可以看到每个品种(系)在各品质性状中的差异性表现不同。‘HPG521’在总干面筋、总湿面筋和粗蛋白质量分数这 3 个品质性状中与‘HPG513’‘HPG542’等有明显差异;‘HPG542’和‘HPG165’在稳定时间上差异显著;‘豫麦 34’和‘HPG167’‘HPG542’‘藁 8901’在千粒质量上差异显著,和‘HPG127’在体积质量上差异显著。

2.3 不同栽培环境对小麦品质相关性状的影响

对在栽培环境间有显著差异的品质性状,在不同栽培环境条件下进行多重分析,结果(表 3)显示,体积质量、总湿面筋和总干面筋平均值表现为旱薄地>旱肥地>水地,体积质量在旱薄地与旱肥地和水地差异显著,而水地和旱肥地间无差异,说明高肥力有降低小麦体积质量的作用;总湿面筋和总干面筋质量分数平均值在水地表现最低,且旱薄地和水地环境间差异显著,其他栽培环境之间差异不显著,说明水地栽培环境会降低面筋的含量。粗蛋白质量分数均值表现为旱肥地>

旱薄地>水地,在旱肥地和水地间差异显著,表明水地栽培环境不利于小麦籽粒中蛋白质质量分数的提高,这与张维军等^[18]的研究结论一致,增加灌水会降低小麦籽粒品质,对蛋白质质量分数有一定稀释效应,但这种稀释效应通过增加施肥得以缓冲。

另外,千粒质量、沉降值、形成时间和稳定时间这 4 个性状在各栽培环境条件下虽然差异未达到显著水平,但也表现出一定趋势:千粒质量和沉

降值的平均值均在旱薄地达最大,旱肥地和水地环境下相近,可见旱薄地可以增加千粒质量和体积质量,这可能是较低的肥力对千粒质量和体积质量的增加有促进作用,这与吴国梁等^[19]的研究结果保持一致。形成时间和稳定时间 2 个性状的均值则在旱薄地为最小,水地次之,旱肥地最大,说明旱肥地和水地栽培环境可适当提高优质小麦品系(种)的形成时间和稳定时间。

表 2 不同品种(系)小麦相关性状的多重比较

Table 2 Multiple comparison of corelated quality traits among different cultivars of wheat						
品种(系) Variety	千粒质量/g 1 000 grain mass	体积质量/(g/L) Volume mass	总湿面筋/% Wet gluten	总干面筋/% Dry gluten	稳定时间/min Stability time	粗蛋白/% Protein mass fraction
HPG127	40.55 abA	805 aA	29.01 abAB	9.79 abAB	8.70 abAB	12.28 bcAB
HPG164	42.25 abA	798 abA	24.29 bB	8.24 bAB	5.60 abAB	11.87 bcB
HPG165	43.70 abA	796 abA	27.83 abAB	9.31 abAB	3.10 bB	11.68 cB
HPG167	38.59 bA	785 abA	27.24 abAB	9.34 abAB	7.83 abAB	11.69 cB
HPG513	40.32 abA	800 abA	23.65 bB	7.94 bB	8.87 abAB	11.70 cB
HPG542	38.97 bA	785 abA	24.08 bB	7.86 bB	12.40 aA	12.65 abcAB
HPG521	46.24 abA	800 abA	33.75 aA	11.28 aA	6.00 abAB	14.14 aA
豫麦 34 Yumai 34	48.59 aA	781 bA	26.92 abAB	9.27 abAB	5.97 abAB	12.18 bcAB
藁麦 8901 Gaomai 8901	38.48 bA	801 abA	26.43 bAB	9.22 abAB	8.53 abAB	13.47 abAB

注:平均值后字母不同表示差异显著,小写与大写字母分别表示 5%和 1%的显著水平,下同。
Note:Different letters after the mean values indicate significant difference,lowercase and uppercase letters indicate the difference at 5% and 1% levels,the same below.

综合上述分析可知,不同栽培环境条件对优质小麦不同品质性状有不同的影响作用:水地和旱肥地会降低籽粒体积质量,降低籽粒面筋质量分数;旱肥地会提高籽粒的蛋白质含量;旱薄地对千粒质量和体积质量的增加有积极作用;适当的

肥力和灌水对小麦的形成时间和稳定时间延长有帮助。根据上述结果,在田间栽培中可按照具体生产要求选择合适的栽培环境,来实现对品种(系)品质的具体要求。

表 3 小麦各品种(系)相关性状在不同栽培环境下的多重比较

Table 3 Multiple comparison of the corelated quality traits of wheat under different planting conditions								
栽培环境 Planting conditions	千粒 质量/g 1 000 grain mass	体积 质量/(g/L) Volume mass	沉降值/mL Sedimentation	总湿 面筋/% Wet gluten	总干 面筋/% Dry gluten	形成 时间/min Development time	稳定 时间/min Stability time	粗蛋白/% Protein mass fraction
旱薄地 Dry and infertile land	42.66 aA	827 aA	32.89 aA	28.46 aA	9.66 aA	4.70 aA	6.17 aA	12.28 abA
旱肥地 Dry and fertile land	41.50 aA	779 bB	30.00 aA	27.94 aAB	9.33 abA	5.29 aA	8.54 aA	12.87 aA
水地 Irrigated land	41.74 aA	777 bB	30.11 aA	24.67 bB	8.42 bA	5.23 aA	7.62 aA	12.08 bA

2.4 小麦品质相关性状在不同栽培环境和品系间的变异分析

对各品质相关性状在不同栽培环境和各品系(种)间进行变异系数分析,可以看出(表 4),各个品系(种)中,‘HPG165’和‘豫麦 34’的绝大多数相关性状(除‘豫麦 34’的千粒质量)表现出较小

的变异系数,反映出此 2 个品系(种)品质性状对环境不敏感,说明该品系在生产上适应性广,品质性状不易受栽培环境影响;而‘HPG542’和‘藁 8901’的面筋含量在不同栽培环境条件下变化较大,因此在生产推广中若针对面筋含量有严格要求,应当谨慎选择合适的栽培环境。

表 4 各小麦品种(系)相关性状的变异系数

Table 4 Variation coefficient of corelated quality traits of wheat %

品种(系)/ 栽培环境 Variety/Planting conditions	千粒质量 1 000 grain mass	体积质量 Volume mass	沉降值 Sedimentation	面筋指数 Gluten index	总湿面筋 Wet gluten	总干面筋 Dry gluten	稳定时间 Stability time	粗蛋白 Protein mass fraction
HPG127	4.61	1.40	18.25	6.83	3.49	6.82	20.30	4.39
HPG164	8.55	2.92	5.83	3.46	9.2	8.39	15.43	1.20
HPG165	3.22	2.73	5.60	5.44	6.47	5.10	6.97	3.68
HPG167	8.19	3.64	4.25	1.23	8.23	7.61	22.75	5.02
HPG513	2.66	2.77	0.00	2.04	7.19	6.66	25.26	1.96
HPG542	4.13	4.2	2.47	1.85	11.31	13.46	37.71	8.21
HPG521	2.12	2.71	7.48	8.82	5.17	8.14	27.32	4.03
豫 34 Yumai 34	7.59	2.94	0.00	1.55	1.04	0.74	7.78	2.76
藎 8901 Gaomai 8901	4.14	3.18	7.45	0.70	19.81	18.05	14.96	4.47
旱薄地 Dry and infertile land	8.12	0.81	8.89	4.89	10.67	10.63	27.37	8.93
旱肥地 Dry and fertile land	9.63	1.46	8.31	6.05	12.92	15.01	31.43	7.78
水地 Irrigated land	11.21	1.57	8.78	6.66	14.93	13.92	56.54	5.35

另外观察所测全部品系性状中,总湿面筋、总干面筋和稳定时间这 3 个性状在不同栽培环境间变异系数较大,说明此 3 个性状受栽培环境影响较大。其中,在不同栽培环境间差异不显著的稳定时间在不同栽培环境和大多数品系(种)中均为变异程度最大的性状,远高于其他性状的变异系数,这同康立宁等^[16]报道的基因型×环境互作效应对稳定时间影响较大的结果较一致,也反映出不同栽培环境对稳定时间有着更为复杂的影响。

对稳定时间在具体品系(种)和不同栽培环境间的表现进一步比较分析(图 1),可以看出,优质小麦各品种(系)的稳定时间在 3 种栽培环境下的变化差异不尽相同,整体上,稳定时间相对较短的品种(系)在 3 种栽培环境下的变化差异小,稳定时间较长的品系在 3 种栽培环境下变化大,且各品种(系)的变化趋势也不尽相同,大部分品种(系)在旱肥地的稳定时间最长,但品系‘HPG542’在水地栽培环境的稳定时间更长。上述分析表明稳定时间受到栽培环境和品种(系)自身遗传背景的共同影响。在实际生产中,如果对优质小麦品种(系)的稳定时间有具体要求的,在田间栽培中应注意结合品种(系)特性,选择合适的栽培环境。

3 讨论与结论

小麦品质性状的变化,是一个复杂的调控系

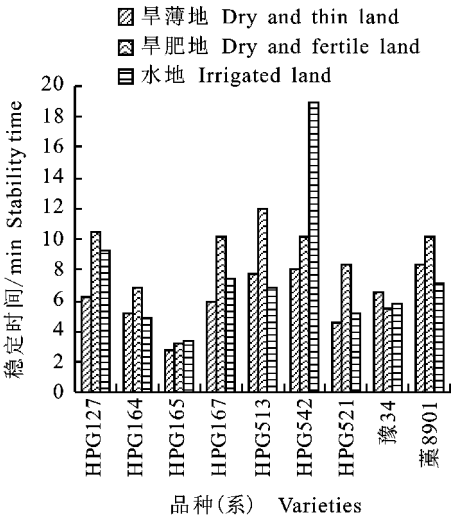


图 1 各品种(系)小麦稳定时间在不同栽培环境下比较分析

Fig. 1 Comparison of stability time of wheat under different planting conditions

统,受到小麦品种自身的遗传因素以及外部生态环境等因素共同影响。对育成品系(种)来讲,通过探索合适的栽培环境来调整其有关性状的变化,进而实现其目的性状的价值最大化是比较有效且实用的途径。已有很多栽培环境因素对品质性状影响的研究结果:如不同元素(氮、磷、钾等)肥料对小麦品质的影响不同^[20-21];灌水对小麦品质的影响在不同环境条件和不同时期对小麦籽粒性状和品质有较大影响^[22-25]等,这些研究结果都

揭示了具体环境因素对小麦品质性状的一些影响,但由于小麦遗传体系的复杂及环境因素的多样化,不同小麦品系(品种)在不同试验条件下也会表现出不同的结果。

优质小麦品系(种)的选育过程也同选育环境密切相关,生产适应性在不同栽培环境下也会有差别,其相应的产量和品质等也会因此受影响。考虑到育成品种(种)在生产推广上的要求,并结合以前的试验研究结果,本文通过对 9 个优质品系小麦在豫西地区不同栽培环境条件下的品质表现进行分析表明:千粒质量和稳定时间这两个性状受品种(系)自身的遗传背景影响比栽培环境的影响更大,但在栽培环境间也表现出一定规律性影响,千粒质量在旱薄地最大,而稳定时间在旱薄地最小,可能由于只是 1 a 的数据,此影响并没有表现出显著差异,需要进一步更多试验进行验证。体积质量、总湿面筋、总干面筋和蛋白质量分数在品种(系)和栽培环境间均表现出明显差异:体积质量在旱薄地同其他 2 个环境差异显著,而水地和旱肥地之间无差异,反映出水地和旱肥地栽培环境有降低小麦体积质量的作用,也反映出体积质量可能受肥力的影响大于灌水;蛋白质量分数在旱肥地和水地间差异显著,在旱肥地质量分数高,表明灌水不利于小麦籽粒中蛋白质质量分数的提高,这与张维军等^[18]的研究结果较一致。总湿面筋和总干面筋质量分数只在旱薄和水地间差异显著,其他栽培环境间差异不显著,说明旱薄地的栽培环境更能保证面筋质量分数。综合上述结果,优质小麦品种(系)在实际生产种植时,在保证小麦正常生长前提下,可控制灌水和施肥来保证小麦面筋质量分数,但是针对某一具体品种对灌水和施肥的具体要求还要具体进行更细致和严谨的试验,以确定其最优的栽培条件。

另外,稳定时间在栽培环境间差异不显著,但其同其他性状相比,其变异程度却最大,而且在不同栽培环境下不同品种(系)的差异表现也不全相同,在本试验所有品种(系)中,虽然大部分都在旱肥地栽培条件下表现出更长的稳定时间,但也有个别品系如‘HPG542’在水地条件下稳定时间最长,这反映出稳定时间受品种自身遗传背景和后期栽培环境的共同影响。在实际生产中对稳定时间的具体要求,也应当结合品种(系)的具体特性,选择合适的栽培环境。

由于小麦品质性状的影响比较复杂^[26-27],不

同小麦品种要充分发挥其潜力,应当考虑相应土壤质地和栽培措施的管理,以实现具体生产价值的最大化。本试验针对豫西地区部分优质品系在当地不同栽培环境措施下的品质差异进行初步探索,对于不同地区优质品种的优质高产栽培及水肥管理该如何进行,还需要设计试验进一步确定。

参考文献 Reference:

- [1] 胡新中,魏益民,罗勤贵,等.小麦单籽粒性状与品质的关系[J].麦类作物学报,2005,25(2):94-97.
HU X ZH, WEI Y M, LUO Q G, *et al.* Relationship between wheat single kernel characterization and wheat quality[J]. *Journal of Triticeae Crops*, 2005, 25(2): 94-97.
- [2] 王晨阳,郭天财,马冬云,等.环境、基因型及其互作对小麦主要品质性状的影响[J].植物生态学报,2008,32(6):1397-1406.
WANG CH Y, GUO T C, MA D Y, *et al.* Effects of genotypes and environments and their interactions on main quality traits in winter wheat[J]. *Journal of Plant Ecology*, 2008, 32(6): 1397-1406.
- [3] 袁建,汪海峰,杨晓蓉.影响小麦品质性状变异的主要因素[J].江苏农业科学,2001(2):19-22.
YUAN J, WANG H F, YANG X R. The main influence factors in the quality characters of wheat[J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2001(2): 19-22.
- [4] 李建勇,王正银.小麦品质影响因素研究进展[J].陕西农业科学,2007(6):100-104.
LI J Y, WANG ZH Y. Aspect on the factors influencing the quality of wheat[J]. *Shaanxi Journal of Agricultural Sciences*, 2007(6): 100-104.
- [5] 顾克军,杨四军,张恒敢,等.小麦品质影响因素分析及专用小麦优质栽培途径的探讨[J].安徽农业科学,2001,29(6):725-728.
GU K J, YANG S J, ZHANG H G, *et al.* Analysis of factors affecting wheat quality and cultured measure of special wheat variety[J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2001, 29(6): 725-728.
- [6] 邓志英,田纪春,胡瑞波,等.基因型和环境对小麦主要品质性状参数的影响[J].生态学报,2006,26(8):2757-2763.
DENG ZH Y, TIAN J CH, HU R B, *et al.* Effects of genotype and environment on wheat main quality characteristics[J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(8): 2757-2763.
- [7] 唐建卫,殷贵鸿,王丽娜,等.小麦湿面筋含量和面筋指数遗传分析[J].作物学报,2011,37(9):1701-1706.
TIANG J W, YIN G H, WANG L N, *et al.* Inheritance of wet gluten content and gluten index in wheat[J]. *Acta Agronomica Sinica*, 2011, 37(9): 1701-1706.
- [8] 张艳,何中虎,周桂英,等.基因型和环境对我国冬播麦区小麦品质性状的影响[J].中国粮油学报,1999,14(5):1-5.
ZHANG Y, HE ZH H, ZHOU G Y, *et al.* Genotype and environment effects on major quality characters of winter-sown Chinese wheats[J]. *Journal of The Chinese Cereals and Oils Association*, 1999, 14(5): 1-5.

- [9] 郭世华,王洪刚. 基因型和环境及其互作对我国冬小麦部分品质性状的影响[J]. 麦类作物学报, 2006, 26(1): 45-51.
GUO SH H, WANG H G. Effects of genotype, environment and G × E interaction on partial quality characteristics of Chinese winter wheat [J]. *Journal of Triticeae Crops*, 2006, 26(1): 45-51.
- [10] 李冬,张新忠,芦静,等. 基因型和环境对新疆冬小麦主要品质性状的影响[J]. 新疆农业科学, 2009, 46(1): 112-117.
LI D, ZHANG X ZH, LU J, et al. Effects of genotype and environment on major quality characters of Xinjiang wheat varieties [J]. *Xinjiang Agricultural Sciences*, 2009, 46(1): 112-117.
- [11] 朱金宝,刘广田. 基因型和环境对小麦烘烤品质的影响[J]. 作物学报, 1995, 21(6): 679-684.
ZHU J B, LIU G T. Genotype and environment effects on baking quality of wheat [J]. *Acta Agronomica Sinica*, 1995, 21(6): 679-684.
- [12] 安成立,张改生,高翔,等. 不同生态环境对强筋小麦品质的影响[J]. 中国生态农业学报, 2006, 14(1): 34-36.
AN CH L, ZHANG G SH, GAO X, et al. Effects of different eco-environments on the quality of strong-gluten wheat [J]. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2006, 14(1): 34-36.
- [13] 马冬云,朱云集,郭天财,等. 基因型和环境及其互作对河南省小麦品质的影响及品质稳定性分析[J]. 麦类作物学报, 2002, 22(4): 13-18.
MA D Y, ZHU Y J, GUO T C, et al. Effects of genotype, environment and G × E interaction on wheat quality of Henan province and the stability analysis [J]. *Journal of Triticeae Crops*, 2002, 22(4): 13-18.
- [14] 曹宏鑫,王世敬,戴晓华. 土壤基础肥力和肥水运筹对春小麦产量和品质及植株氮素状况的影响[J]. 麦类作物学报, 2003, 23(2): 52-56.
CAO H X, WANG SH J, DAI X H. Effects of soil basic fertility and fertilizer and water on yield and quality and nitrogen content and nitrate reductase in leaf in Spring wheat [J]. *Journal of Triticeae Crops*, 2003, 23(2): 52-56.
- [15] 郭天财,张学林,樊树平,等. 不同环境条件对三种筋型小麦品质性状的影响[J]. 应用生态学报, 2003, 14(6): 917-920.
GUO T C, ZHANG X L, FAN SH P, et al. Effects of different environments on qualitative characters of three gluten wheat cultivars [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2003, 14(6): 917-920.
- [16] 康立宁,魏益民,欧阳韶晖,等. 基因型与环境对小麦品种粉质参数的影响[J]. 西北植物学报, 2003, 23(1): 91-95.
KANG L N, WEI Y M, OUYANG SH H, et al. Genotype and environment effects on farinograms of winter wheat variety [J]. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica*, 2003, 23(1): 91-95.
- [17] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 中国国家标准化管理委员会. 小麦和小麦粉面筋含量. 第2部分: 仪器法测定湿面筋 GB/T 5506. 2-2008[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009: 1-12.
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China Standardization Administration of the People's Republic of China. Wheat and Wheat Flour-gluten Content. Part 1: Determination of Wet Gluten by instrument GB/T 5506. 2-2008 [S]. Beijing: China Standards Press, 2009: 1-12.
- [18] 张维军,袁汉民,陈东升,等. 水肥运筹对冬小麦品质和产量的影响[J]. 宁夏农林科技, 2009(4): 1-3.
ZHANG W J, YUAN H M, CHEN D SH, et al. Influence of irrigation and nitrogen application on yield and quality of winter wheat [J]. *Ningxia Journal of Agriculture and Forestry Science and Technology*, 2009(4): 1-3.
- [19] 吴国梁,崔秀珍,宋晓顺,等. 不同土壤肥力条件下施氮量对强筋小麦产量和蛋白质组分的影响[J]. 河南农业科学, 2004(10): 46-49.
WU G L, CUI X ZH, SONG X SH, et al. Effects of nitrogenous fertilizer application on the yield and protein component of strong gluten wheat under different soil fertilities [J]. *Journal of Henan Agricultural Sciences*, 2004(10): 46-49.
- [20] 郑建渠,刘建刚. 磷钾肥配比对小麦品质和产量的影响研究[J]. 上海农业科技, 2014(5): 116-117.
ZHENG J Q, LIU J G. Effect of P and K fertilizer combined application on yield and quality of wheat [J]. *Shanghai Agricultural Science and Technology*, 2014(5): 116-117.
- [21] 严美玲,殷岩,李林志,等. 氮肥对小麦品质的影响研究进展[J]. 河北农业科学, 2009, 13(10): 1-3, 5.
YAN M L, YIN Y, LI L ZH, et al. Research advance of effects of nitrogen fertilizer on wheat quality [J]. *Journal of Hebei Agricultural Sciences*, 2009, 13(10): 1-3, 5.
- [22] 许振柱,于振文,王东,等. 灌溉条件对小麦籽粒蛋白质组分积累及其品质的影响[J]. 作物学报, 2003, 29(5): 682-687.
XU ZH ZH, YU ZH W, WANG D, et al. Effect of irrigation conditions on protein composition accumulation of grain and its quality in winter wheat [J]. *Acta Agronomica Sinica*, 2003, 29(5): 682-687.
- [23] 季书勤,郭瑞,赵淑章,等. 肥水运筹对不同筋类小麦产量和品质的影响[J]. 麦类作物学报, 2006, 26(2): 130-134.
JI SH Q, GUO R, ZHAO SH ZH, et al. Influence of irrigation and nitrogen application on yield and quality of different gluten types of wheat [J]. *Journal of Triticeae Crops*, 2006, 26(2): 130-134.
- [24] 雷振生,吴政卿,田云峰,等. 生态环境变异对优质强筋小麦品质性状的影响[J]. 华北农学报, 2005, 20(3): 1-4.
LEI ZH SH, WU ZH Q, TIAN Y F, et al. Effects of environmental variations to main quality characters of the strong gluten wheat [J]. *Acta Agriculturae Boreali-Sinica*, 2005, 20(3): 1-4.
- [25] 王立秋,王占宇. 水肥因子对小麦籽粒及面包烘烤品质的

- 影响[J]. 中国农业科学, 1997, 30(3): 67-73.
- WANG L Q, WANG ZH Y. Effect of water and fertilizer factors on grain quality and bread baking quality of wheat [J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 1997, 30(3): 67-73.
- [26] 郭天财, 马冬云, 朱云集, 等. 冬播小麦品种主要品质性状的基因型与环境及其互作效应分析[J]. 中国农业科学, 2004, 37(7): 948-953.
- GUO T C, MA D Y, ZHU Y J, *et al.* Genotype, environment and their interactive effects on main quality traits of winter-sown wheat variety[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2004, 37(7): 948-953.
- [27] 刘爱峰, 张良臣, 王运智, 等. 基因型与环境对小麦品质性状的影响[J]. 山东农业科学, 2002(3): 4-5.
- LIU A F, ZHANG L CH, WANG Y ZH, *et al.* Effects of genotype and environment on quality characters of wheat varieties[J]. *Shandong Agricultural Sciences*, 2002(3): 4-5.

Effects of Different Planting Environments in Western Henan on Quality Traits of Strong-gluten Wheat

ZHANG Yuanfei, TIAN Wenzhong, LÜ Shuzuo, PENG Shaofeng,
DUAN Guohui, GAO Haitao and WU Shaohui

(Luoyang Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Luoyang Key Laboratory of Crop
Molecular Biology and Germplasm Enhancement, Luoyang Henan 471023, China)

Abstract To analyze the effects of different planting environments on the quality traits of strong-gluten wheat in western Henan, seven strong-gluten wheat varieties ‘HPG127’ ‘HPG164’ ‘HPG165’ ‘HPG167’ ‘HPG513’ ‘HPG542’ ‘HPG521’ were bred by Luoyang Academy of Agriculture and Forestry. Two control strong-gluten wheat varieties ‘Yumai 34’ and ‘Gaomai 8901’ as experimental materials, it was cultivated by using field plot test in three experimental planting environments, including dry and infertile land, dry and fertile land and irrigated land, the quality-traits of the harvested grains were measured. The results indicated that four quality traits of volume mass, total dry gluten mass fraction, total wet gluten mass fraction and protein mass fraction had significantly difference in different cultivation environments, it showed that the higher fertility could reduce the volume mass, more water could decrease the protein mass fraction, the irrigated land had negative effect on the gluten mass fraction. The stability time had the maximum coefficient of variation, for the further analysis, the variation trend among wheat varieties was different in three planting environments, most of the varieties could had the longest stability time in dry and fertile land, but some varieties had the longer stability time in irrigated land. Above all, cultivation of the strong-gluten wheat can keep the gluten mass fraction by controlling irrigation and fertility in western Henan, suitable cultivation environments were selected to meet the specific requirements of quality according to the characteristics of specific varieties.

Key words Strong-gluten wheat; Planting environment conditions; Quality traits; Significant difference

Received 2019-01-23

Returned 2019-02-13

Foundation item National Key Research and Development Program of China(No. 2017YFD0100706); China Agriculture (Wheat) Research System (No. CARS-E-3-35); Henan Agriculture (Wheat) Research System (No. S2010-10-02); Fund Project of Henan Agricultural Science and Technology Achievements Transformation(No. 122201110004).

First author ZHANG Yuanfei, master, research apprentice. Research area: wheat genetics and breeding. E-mail: zyf.sun@163.com

(责任编辑: 史亚歌 Responsible editor: SHI Yage)