

不同农艺措施对强筋小麦产量及品质指标的影响

张慎举¹, 侯乐新², 王绍中³

(1. 商丘职业技术学院, 河南 商丘 476100; 2. 商丘市睢阳区农科所, 河南 商丘 476100; 3. 河南省农业科学院小麦研究所, 河南 郑州 450002)

摘要: 采用 5 因素二次通用旋转组合设计, 研究了强筋小麦的播期、基本苗、施氮量、施磷量和施钾量等 5 项农艺措施与产量和品质的关系及其交互作用; 建立了产量、粗蛋白质含量、湿面筋含量、吸水率、面团形成时间、面团稳定性和弱化度等 7 个目标性状的数学模型; 实现 7 500 kg/hm² 以上产量水平、品质指标达国家强筋小麦二级以上标准的最佳农艺措施方案为: 播期 10 月 6~7 日, 基本苗 104.8~106.8 万/hm², 施氮(N)量 294.9~308.0 kg/hm², 施磷(P₂O₅)量 139.2~152.2 kg/hm², 施钾(K₂O)量 180.1~200.3 kg/hm²; 经在同样生态类型区 45.9 hm² 麦田示范应用, 效果非常显著。

关键词: 强筋小麦; 农艺措施; 产量; 品质; 技术模式

中图分类号: S512.1 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2006)04-0062-05

The Effect of the Different Agronomy Measures on the Yield and Quality Level of Strong Gluten Wheat

ZHANG Sheng ju¹, HOU Le xin², WANG Shao zhong³

(1. Shangqiu Vocational and Technical College, Shangqiu 476100, China;

2. Suyang Institute of Agricultural Sciences, Shangqiu 476100, China;

3. Wheat Institute, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: By using five elements two times all purpose gyration combination design, a study was conducted on the relationship among strong gluten wheat yield, quality level and the five agronomy measures, such as the sowing time, basic seeding, application of N-norm, P-norm, as well as K-norm, and their interactive effect. The mathematics models were set up in its yield, crude protein content, wet wheat gluten content, water absorption rate, the time of dough formation and dough steadiness and weakening grade. To realize the yield of over 7 500 kg/ha and the quality level which is up to two grade national standard of strong gluten wheat, the finest agronomy measures were: the sowing time being Oct. 6-7, basic seeding being 1 048 000~1 068 000/ha, application N-norm being 294.9~308.0 kg/ha, application P₂O₅ being 139.2~152.2 kg/ha, application K₂O being 180.1~200.3 kg/ha. It was applied by demonstration in wheat fields of 45.9 ha in the same ecotype area, showing a significant result.

Key words: Strong gluten wheat; Agronomy measures; Yield; Quality; Technique mode

小麦子粒品质的形成, 不仅取决于品种的遗传特性, 而且受气候、土壤条件和栽培技术的影响, 就此人们曾做过一些研究^[1~3], 但就诸多农艺措施对强筋小麦产量和品质指标综合效应的影响, 相应研究报道较少^[4]。为此, 作者根据豫东平原优质专用小麦生产的生态及技术条件, 有针对性地探讨了强筋小麦产量和品质指标与播期、基本苗、氮肥、磷肥、钾肥施用量等 5 项农艺措施应用水平的量化关系, 旨在为强筋小麦高

产优质规范化栽培提供一定依据。

1 材料和方法

1.1 试验地基本情况及试验设计

试验于 2002-2003 年在商丘职业技术学院试验基点进行, 土壤类型为黄潮土, 土质中壤。前茬夏玉米产量 7 219.5 kg/hm²。耕层(0-20 cm)土壤主要养分含量分别为: 有机质 9.05 g/kg, 全氮(N) 0.82

收稿日期: 2005-12-20

基金项目: 河南省科技攻关计划项目(0424020024)资助

作者简介: 张慎举(1955-), 男, 河南睢县人, 副教授、副院长, 主要从事土壤肥料及作物栽培等方面的教学与研究工作。

g/kg, 碱解氮(N) 78.6 mg/kg, 速效磷(P_2O_5) 12.8 mg/kg, 速效钾(K_2O) 95.5 mg/kg。试验采用 5 因素二次通用旋转组合设计^[5], 共设置 32 个试验小区, 各试验因素水平及编码值如表 1。试验小区面积 12 m², 供试小麦品种为豫麦 47 号, 试验用肥为尿素(含 N46%), 过磷酸钙(二级品, 含 P_2O_5 16%), 氯化钾(含 K_2O 60%), 磷钾肥全部作基肥, 氮肥 60% 作基肥, 40% 拔节初期追施。考查测定项目主要有产量

构成因素及品质性状等。

1.2 信息反馈示范方案

2003– 2005 年, 将稍作修正的优化方案分别在商丘市睢阳区、梁园区优质专用小麦田进行了信息反馈试验, 面积共 45.9 hm², 示范方案内容为: 播期 10 月 5~ 10 日, 基本苗 100~ 110 万/hm², 基肥施用尿素 420~ 440 kg/hm²、二级品过磷酸钙 870~ 950 kg/hm²、氯化钾 300~ 340 kg/hm², 拔节初期追施尿素 220~ 230 kg/hm²。

表 1 试验因素水平及编码值

Tab 1 Experimental element levels and coded values

试验因素 Experimental element	变化因素 Changeable shuttle	自变量设计水平 r= 2 Self changeable design level				
		- 2	- 1	0	1	2
播期(X_1 , 月- 日) Sowing date	05	10- 05	10- 10	10- 15	10- 20	10- 25
基本苗(X_2 , 万/ hm ²) Basical seeding	60	60	120	180	240	300
施 N 量(X_3 , kg/ hm ²) Application N nom.	60	120	180	240	300	360
施 P_2O_5 量(X_4 , kg/ hm ²) Application P_2O_5 nom.	45	45	90	135	180	225
施 K_2O 量(X_5 , kg/ hm ²) Application K_2O nom.	60	30	90	150	210	270

2 结果与分析

2.1 试验结果与统计分析

将 2002– 2003 年试验、观测结果列于表 2。经统计分析, 获得了 7 个目标性状与 5 项农艺措施的反应模型(表 3)。对模型进行方差分析可知, 7 个目标性状 F_1 均不显著, 说明未知试验因素对试验结果影响较小。 F_2 除吸水率没达显著水平外, 其余 6 个目标性状均达显著或极显著水平, 说明这些性状与实测值拟合较好, 而且农艺措施与 6 个目标性状间存在着明显的函数关系。

2.2 模型分析

2.2.1 主因素效应分析 为了正确判断 5 项农艺

措施对目标性状影响作用的大小, 采用贡献率法^[6], 求得 7 个目标性状各因素贡献率数值(表 4)。从表 4 可看出, 在本试验条件下, 影响强筋小麦产量的农艺措施依次为施氮量> 基本苗> 施磷量> 播期> 施钾量。播期对粗蛋白质、湿面筋、吸水率和面团形成时间的作用较大, 面团稳定时间受施氮量的影响较大, 施磷量对湿面筋的影响效应也较明显, 施钾量对弱化度的影响最大。7 个目标性状 5 项农艺措施综合值依次为播期> 施氮量> 基本苗> 施磷量> 施钾量。由此来看, 在当地中等以上地力的麦田, 强筋小麦高产优质栽培首先要注意适期播种, 其次是合理施用氮肥和确定适宜的群体结构, 并适量配施磷、钾肥。

表 2 试验因素水平与强筋小麦产量及品质指标观测结果

Tab 2 Observed results from experimental element levels, strong gluten wheat's yield and quality level

区号 Code	栽培措施 Cultivation measures					产量 (kg/ hm ²) Yield	粗蛋白 (%) Crude protein	湿面筋 (%) Wet wheat gluten	吸水率 (%) Absorption rate	形成时间 (min) Forming time	稳定时间 (min) Stabilizing time	弱化度 (BU) Grade of weakening
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5							
1	- 1	- 1	- 1	- 1	1	6 882.9	15.1	37.7	62.6	4.5	10.5	35.2
2	- 1	- 1	- 1	1	- 1	7 027.3	15.0	35.1	62.0	4.5	11.5	25.0
3	- 1	- 1	1	- 1	- 1	7 313.0	14.6	34.7	62.2	5.0	12.5	23.6
4	- 1	- 1	1	1	1	7 710.5	14.6	36.2	62.2	4.5	12.0	32.8
5	- 1	1	- 1	- 1	- 1	6 409.0	14.7	37.4	62.0	4.0	7.5	42.3
6	- 1	1	- 1	1	1	6 542.5	14.5	35.2	62.0	4.5	10.0	35.0
7	- 1	1	1	- 1	1	7 069.3	14.6	37.4	62.2	4.5	8.0	30.0
8	- 1	1	1	1	- 1	7 277.1	14.5	35.2	62.0	4.0	7.0	49.7
9	1	- 1	- 1	- 1	- 1	6 077.1	15.0	38.3	62.2	5.0	10.5	35.2
10	1	- 1	- 1	1	1	6 745.0	15.3	37.9	63.0	5.0	8.5	44.0

续表

区号 Code	栽培措施 Cultivation measures					产量 (kg/hm ²) Yield	粗蛋白 (%) Crude protein	湿面筋 (%) Wet wheat gluten	吸水率 (%) Absorption rate	形成时间 (min) Forming time	稳定时间 (min) Stabilizing time	弱化度 (BU) Grade of weakening
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅							
11	1	- 1	1	- 1	1	6 573. 1	15. 2	37. 1	63. 0	4. 5	10. 5	31. 3
12	1	- 1	1	1	- 1	6 958. 6	15. 3	37. 9	63. 2	4. 5	9. 0	30. 6
13	1	1	- 1	- 1	1	6 334. 5	15. 2	37. 3	62. 2	4. 5	9. 5	33. 0
14	1	1	- 1	1	- 1	6 832. 1	15. 2	38. 3	62. 2	5. 0	12. 6	23. 6
15	1	1	1	- 1	- 1	6 705. 7	15. 3	37. 5	63. 0	5. 0	7. 5	38. 3
16	1	1	1	1	1	7 058. 0	15. 6	36. 7	63. 0	5. 0	7. 8	57. 2
17	- 2	0	0	0	0	7 592. 0	14. 8	38. 0	62. 6	4. 5	9. 4	44. 6
18	2	0	0	0	0	6 795. 8	15. 7	41. 0	64. 2	5. 0	10. 0	36. 3
19	0	- 2	0	0	0	7 082. 5	15. 0	37. 4	62. 6	4. 5	11. 5	24. 5
20	0	2	0	0	0	6 625. 3	14. 7	38. 2	62. 4	4. 5	7. 0	38. 6
21	0	0	- 2	0	0	5 813. 6	15. 0	37. 3	63. 4	4. 5	8. 2	28. 5
22	0	0	2	0	0	7 282. 5	14. 7	36. 8	62. 6	4. 0	7. 5	44. 0
23	0	0	0	- 2	0	6 485. 0	15. 6	37. 6	63. 0	4. 5	8. 0	38. 0
24	0	0	0	2	0	7 072. 0	15. 0	35. 8	62. 8	4. 5	8. 6	33. 0
25	0	0	0	0	- 2	6 728. 3	15. 2	37. 6	62. 6	4. 5	9. 0	22. 8
26	0	0	0	0	2	7 556. 0	15. 1	36. 7	62. 6	4. 5	10. 5	28. 5
27	0	0	0	0	0	7 394. 5	15. 0	37. 2	63. 2	4. 5	9. 5	32. 5
28	0	0	0	0	0	7 169. 0	14. 9	36. 9	63. 0	4. 5	9. 2	36. 3
29	0	0	0	0	0	7 336. 3	15. 0	37. 0	63. 2	4. 5	9. 3	38. 6
30	0	0	0	0	0	7 582. 9	15. 1	37. 5	63. 4	4. 5	10. 0	40. 6
31	0	0	0	0	0	7 082. 4	14. 9	36. 9	63. 0	4. 5	8. 5	35. 9
32	0	0	0	0	0	7 623. 6	15. 0	38. 0	64. 2	5. 0	10. 5	40. 1

表 3 目标性状的数学模型及显著性检验

Tab 3 Mathematics models of targeted properties and significant tested regression items

回归项 Regression items	产量 Yield	粗蛋白质 Crude protein	湿面筋 Wet wheat gluten	吸水率 Absorption rate	形成时间 Forming time	稳定时间 Stabilizing time	弱化度 Grade of weakening
	y ₁	y ₂	y ₃	y ₄	y ₅	y ₆	y ₇
B ₀	7354. 68	15. 04	37. 40	63. 37	4. 56	9. 34	35. 37
B ₁	- 189. 99* *	0. 26* *	0. 75*	0. 34* *	0. 17* *	- 0. 08	- 0. 13
B ₂	- 81. 40	- 0. 05	0. 07	- 0. 11	- 0. 04	- 1. 00* *	3. 07* *
B ₃	280. 53* *	- 0. 04	- 0. 23	0. 03	- 0. 04	- 0. 39	1. 88
B ₄	164. 18* *	- 0. 04	- 0. 37*	- 0. 03	0. 00	0. 13	0. 54
B ₅	82. 97	0. 01	- 0. 03	0. 04	0. 00	0. 07	1. 48
B ₁₂	139. 52* *	0. 09	- 0. 18	- 0. 04	0. 13*	0. 81* *	- 2. 21
B ₁₃	- 76. 34	0. 11*	- 0. 04	0. 14	- 0. 06	- 0. 39	1. 06
B ₁₄	62. 51	0. 07	0. 38	0. 09	0. 06	- 0. 13	0. 01
B ₁₅	- 1. 36	0. 03	- 0. 44	- 0. 04	- 0. 06	- 0. 33	2. 46
B ₂₃	11. 82	0. 07	0. 11	0. 09	0. 06	- 0. 77* *	3. 53*
B ₂₄	- 24. 01	- 0. 07	- 0. 22	- 0. 01	0. 06	0. 49*	0. 55
B ₂₅	- 48. 44	- 0. 01	- 0. 29	- 0. 04	0. 06	0. 17	- 2. 10
B ₃₄	- 7. 52	0. 02	0. 22	0. 01	- 0. 13*	- 0. 46	3. 70*
B ₃₅	1. 07	0. 01	0. 19	- 0. 06	0. 00	0. 37	- 1. 13
B ₄₅	- 23. 38	- 0. 03	- 0. 13	0. 04	0. 13*	- 0. 14	2. 75*
B ₁₁	- 32. 62	0. 04	0. 41* *	- 0. 02	0. 07	0. 20	1. 49
B ₂₂	117. 62*	- 0. 06	- 0. 02	- 0. 25*	0. 01	0. 09	- 0. 74
B ₃₃	- 194. 08* *	- 0. 06	- 0. 20	0. 03	- 0. 07	- 0. 26	0. 44
B ₄₄	- 136. 47* *	0. 05	- 0. 32*	- 0. 03	0. 01	- 0. 15	0. 25
B ₅₅	- 45. 56	0. 01	- 0. 18	- 0. 32* *	0. 01	0. 22	- 2. 21
F ₁	1. 09	3. 21	3. 64	0. 88	0. 87	1. 85	1. 16
F ₂	6. 14* *	44. 20* *	4. 29* *	2. 27	2. 75*	4. 87* *	3. 19*

表 4 5 项农艺措施对 7 个目标性状贡献率的比较

Tab 4 Comparison between five agronomy measures and contribution rate of seven targeted properties

试验因素 Experimental element	产量 Yield	粗蛋白质 Crude protein	湿面筋 Wet wheat gluten	吸水率 Absorption rate	形成时间 Forming time	稳定时间 Stabilizing time	弱化度 Grade of weakening	综合值 Comprehensive values
播期 Sowing date	1. 71	2. 36	2. 77	1. 12	2. 15	1. 55	1. 39	13. 55
基本苗 Basic seedling	1. 99	1. 83	0. 61	1. 12	1. 06	2. 31	2. 04	10. 96
施氮量 Application N norm.	2. 17	1. 56	1. 59	0. 74	1. 46	2. 92	1. 62	12. 06
施磷量 Application P norm.	1. 94	0. 99	2. 52	0. 69	1. 23	0. 81	0. 85	9. 03
施钾量 Application K norm.	0. 89	0. 00	1. 39	0. 94	0. 81	1. 13	2. 54	7. 70

2.2.2 单因素效应分析 产量: 在本试验范围内, 强筋小麦产量随播期推迟而降低; 基本苗与产量呈二次曲线关系, 产量峰值在- 1~ 0 水平之间; 增施氮、磷、钾肥都有显著的增产效果, 尤其是氮肥的增产效应更为突出, 但施氮量达 1 水平后产量反而下降。粗蛋白质: 粗蛋白质含量随播期推迟而显著增加; 在- 2~ 0 水平范围内, 随基本苗和施氮量的增加粗蛋白质含量提高, 当二者峰值都达 0 水平后, 粗蛋白质含量又呈下降趋势, 在 5 项农艺措施中, 以播期对粗蛋白质含量的增效最大。湿面筋: 播期对湿面筋的增效最大, 湿面筋在 0 水平以上时, 随播期推迟近似直线上升, 这与粗蛋白质受播期影响的效应相似。增施氮磷钾肥对湿面筋都有一定增效, 峰值在- 1~ 0 水平之间, 超过此值均呈下降趋势。面团稳定时间: 基本苗对面团稳定时间的影响最大, 随基本苗增加面团稳定时间显著缩短, 似呈直线下降趋势。面团稳定时间随施氮量增加而延长, 0 水平以后逐渐缩短。其余 3 项措施对面团稳定时间影响较小。

2.2.3 因素互作效应分析 播期与基本苗的交互作用对产量的影响: 适期早播, 基本苗适当减少增效显著, 迟播低密度产量也必然最低。播期与基本苗对子粒粗蛋白质含量的影响: 在早播情况下, 无论基本苗多少都对粗蛋白含量的影响较小, 随着播期的推迟, 基本苗的增加粗蛋白质含量逐渐提高, 当播期在 1 水平, 基本苗达 2 水平时, 子粒粗蛋白质含量达

15. 8% 为最高。基本苗与播期对面团稳定时间的效应: 早播基本苗较少时, 面团稳定时间显著延长, 二者都达到- 2~ - 1 水平时, 是面团稳定时间最大值范围, 生产上以选择二者都在- 1 水平时较为适宜。播期与施氮量对面团稳定时间的交互作用: 晚播低氮时面团稳定时间延长, 晚播高氮时却显著缩短, 因此在强筋小麦生产中应采取早播高氮, 晚播低氮的措施。播期与施氮量对面团形成时间的影响: 随着播期的推迟, 施氮量的增加面团形成时间显著延长, 二者在 2 水平时达最高值。

2.2.4 农艺措施优化方案及示范验证 根据目标性状数学模型, 通过微机选优可求得最优解, 采用频数分析法进行运算, 其中大于 7 500 kg/hm² 的产量组合有 107 套, 占总方案的 5. 3%, 各因素措施 95% 置信域的最佳组合值是: 播期 10 月 6~ 7 日; 基本苗 104. 8~ 106. 8 万/hm²; 施氮(N) 量 294. 9~ 308. 0 kg/hm²(折合尿素实物量 641. 1~ 669. 6 kg/hm²); 施磷(P₂O₅) 量 139. 3~ 152. 2 kg/hm²(折合二级品普钙实物量 870. 6~ 951. 3 kg/hm²); 施钾(K₂O) 量 180. 1~ 200. 3 kg/hm²(折合氯化钾实物量 300. 2~ 333. 8 kg/hm²), 其氮、磷、钾施用比例(N: P₂O₅: K₂O) 约为 1 : 0. 48 0. 63, 与过去同样生态类型区一般麦田氮磷钾肥施用比例相比似乎变化趋势不大^[7], 但施肥水平却明显提高, 并且各项品质指标均达二级以上强筋小麦的要求, 表明优化方案可行。2003- 2005 年的示范应用结果如表 5。

表 5 示范验证产量构成因素及增产效果

Tab 5 Increased effect of yield-forming element by demonstration

年份 Year	方案 Plan	有效穗 (万/hm ²) Effective ear	穗粒数 Grain number	千粒重(g) Weight of every one thousand grain	产量 (kg/hm ²) Yield	比对照增产(%) Increases in output by comparison
2003~ 2004	优化 Better than ck	536. 8	38. 6	43. 2	7 875. 5	8. 3
		528. 3	36. 8	42. 3	7 273. 5	-
2004~ 2005	优化 Better than ck	553. 6	37. 2	42. 5	7 695. 8	10. 7
		532. 2	35. 6	41. 2	6 950. 7	-

3 结论

应用二次通用旋转组合设计,建立了强筋小麦产量及品质目标性状数学模型。在 5 项农艺措施中以播期对强筋小麦产量及品质的影响最大,其次是施氮量和基本苗,施磷、钾量的效应相应较小。本试验条件下的最佳农艺措施方案为:播期 10 月 6~7 日,基本苗 104.8~106.8 万/hm²,施氮(N)量 294.9~308.0 kg/hm²,施磷(P₂O₅)量 139.2~152.2 kg/hm²,施钾(K₂O)量 180.1~200.3 kg/hm²。实施结果可获得 7 500 kg/hm² 以上的产量,各项品质指标也均符合强筋小麦二级以上质量标准要求。虽然该方案经示范应用效果显著,但在生产实践中仍需不断地修正和完善,以便为持续实现强筋小麦高产优质高效栽培提供新的依据。

参考文献:

- [1] 胡廷积. 河南小麦生产发展分析与展望[J]. 河南农业大学学报, 1999, 33(4): 326-332.
- [2] 王绍中, 李春喜, 季书勤, 等. 小麦品质生态及品质区划研究[J]. 河南农业科学, 1995, (9): 3-6.
- [3] 毛凤梧, 赵余杰, 徐立新, 等. 水肥运筹对小麦品质形成的调控效应[J]. 河南农业大学学报, 2001, 35(1): 13-15.
- [4] 于振文. 优质专用小麦品种及栽培[M]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 3-9.
- [5] 茆诗松, 丁 昆, 周纪芗, 等. 回归分析及其试验设计[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 1981: 194-254.
- [6] 徐中儒. 农业试验最优回归设计[M]. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 1988: 387-408.
- [7] 张慎举, 田 伟. 豫东潮土区小麦施钾技术与应用[J]. 土壤肥料, 1994, (5): 37-39.

《华北农学报》征订启事

《华北农学报》于 1986 年创刊, 由北京、天津、河北、山西、河南、内蒙古六省市农科院和农学会联合主办的大农业学术刊物。本刊立足华北, 面向全国和全世界。主要刊载农业各学科的学术论文、研究报告以及科研简报, 报道农业学术动态。主要服务于农业高等院校师生和农业科研机构的研究人员。加强农业学术交流, 推动农业科技进步。

本刊是中国科学引文数据库核心期刊, 全国综合性农业核心期刊, 中国自然科学核心期刊。曾荣获全国优秀科技期刊三等奖、全国农口学会优秀期刊奖、华北优秀科技期刊奖、北方优秀科技期刊奖和河北省优秀期刊奖。

《华北农学报》国内外公开发行, 国内统一刊号: CN13-1101/S, 国际标准刊号: ISSN1000-7091, 邮发代号 18-10。双月 28 日出版, 大 16 开, 136 页, 每期定价 5.00 元, 全年 30.00 元。全国各地邮局均可订阅, 邮失可补, 可随时汇款到编辑部订阅。欢迎订阅、欢迎投稿。

通信地址: 石家庄市和平西路 598 号《华北农学报》编辑部

联系人: 孙丽敏、胡景辉

邮编: 050051

电话: 0311-87652166

E-mail: hbrxb@163.com 或 hbrxb@sohu.com