

王伟, 钮力亚, 于亮, 等. 小麦叠氮化钠诱变群体籽粒品质性状的遗传特性分析[J]. 江苏农业科学, 2019, 47(6): 58-60.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.06.013

# 小麦叠氮化钠诱变群体籽粒品质性状的遗传特性分析

王伟<sup>1</sup>, 钮力亚<sup>1</sup>, 于亮<sup>1</sup>, 王伟伟<sup>1</sup>, 陆莉<sup>1</sup>, 李粲<sup>2</sup>, 赵松山<sup>1</sup>, 王奉芝<sup>1</sup>, 徐辰武<sup>3</sup>

(1. 沧州市农林科学院, 河北沧州 061000; 2. 沧州市农牧局, 河北沧州 061000;

3. 扬州大学农学院, 江苏扬州 225009)

**摘要:**以 72 个小麦叠氮化钠诱变品系为试验材料, 检测该群体的蛋白质含量、湿面筋含量、沉降值和淀粉含量 4 项籽粒品质指标, 分析该群体的遗传多样性及相关性, 并估计其遗传参数。结果表明, 籽粒淀粉含量的多样性指数最高, 为 1.783 7, 其后遗传多样性指数由大到小依次是蛋白质含量 > 沉降值 > 湿面筋含量, 蛋白质含量和湿面筋含量的变异系数比沉降值和淀粉含量的大。4 个籽粒品质性状间的简单相关和偏相关均极显著。只是蛋白质含量和沉降值简单相关系数为 -0.967 9, 而其偏相关系数为 0.546 2, 湿面筋含量和淀粉含量之间简单相关系数为 0.932 0, 偏相关系数却是 -0.685 8。蛋白质含量、湿面筋含量、沉降值的选择潜力比淀粉含量大, 更有可能从该群体中选出偏离平均数大的家系类型。

**关键词:**小麦; 叠氮化钠诱变; 品质性状; 遗传特性

**中图分类号:** S512.103.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)06-0058-02

小麦在全球的种植面积广泛, 在我国农业生产中占重要地位。诱变育种是小麦新品种选育和种质资源创新的重要手段。化学方法诱发基因突变是小麦遗传改良的重要途径之一<sup>[1]</sup>。叠氮化钠( $\text{NaN}_3$ )是应用于植物化学诱变的高效低毒的化学诱变剂之一。近年来, 叠氮化钠在应用于小麦<sup>[2]</sup>、大麦<sup>[3]</sup>、大豆<sup>[4]</sup>等诱变育种方面取得显著效果。张希太等研究小麦叠氮化钠诱变后代在株高、芒型、穗型等的变异特征, 并从分子水平证明了叠氮化钠对小麦的诱变效果<sup>[5-7]</sup>。但是, 关于小麦叠氮化钠诱变群体后代籽粒品质性状的遗传特征还未见文献报道。

小麦作为国际主要粮食作物之一, 也是食品工业的重要原料, 其价值与用途主要取决于它的品质。蛋白质含量决定加工营养品质, 湿面筋含量基本上代表蛋白质含量水平, 而沉降值综合反映面筋的质和量<sup>[8-9]</sup>。小麦籽粒各品质性状之间具有极强的相关性。蛋白质含量、面筋含量、沉降值之间呈极显著正相关, 三者与淀粉含量呈负相关<sup>[10]</sup>。沧麦 6005 是抗旱耐盐碱的 1 个小麦品种, 本试验采用叠氮化钠诱变沧麦 6005, 形成 72 个变异新品系, 进而对家系群体的籽粒品质性状进行遗传特性分析。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

2016 年 10 月, 试验材料采用沧麦 6005 叠氮化钠诱变群

收稿日期: 2017-12-12

基金项目: 国家小麦产业技术体系项目(编号: CARS3-2-5); 河北省科技支撑计划(编号: 16226320D); 河北省沧州市农林科学院科研专项人才培养项目。

作者简介: 王伟(1979—), 女, 山东东平人, 博士, 助理研究员, 主要从事小麦分子育种研究。E-mail: stddev@163.com。

通信作者: 王奉芝, 研究员, 主要从事小麦遗传育种研究。E-mail: wfh8502@163.com。

体, 共 72 个新品系, 种于河北省沧州市农林科学院前营试验站。采用完全随机试验设计, 2 次重复。2017 年 7 月收获后, 采用 FOSS Infratec 1241 近红外谷物分析仪, 测定 72 个品系籽粒的蛋白质含量、湿面筋含量、沉降值和淀粉含量 4 个品质指标。

### 1.2 试验方法

$\text{NaN}_3$  由美国西格玛(Sigma)公司生产。2010 年 12 月, 本试验方法参照  $\text{NaN}_3$  在大麦中的处理方法<sup>[11]</sup>。待处理沧麦 6005 种子浸入自来水, 先后在 4 °C 浸泡 16 h, 20 °C 浸泡 4 h, 然后加入适量 1 mol/L  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (pH 值 = 3), 摇匀。于通风橱中加入 5.0 mL 1 mol/L  $\text{NaN}_3$ , 混合充分。20 °C 轻柔振动 2 h, 处理结束后在自来水下彻底冲洗 1 h, 于通风橱中用纸巾晾干种子, 过夜。废液用过量次氯酸钠处理后倾倒入水槽。叠氮化钠诱变群体经过多年自然及人工选择, 形成 72 个新品系。

### 1.3 分析方法

数据采用 Excel 软件和 SPSS 软件进行统计分析, 不同品系间性状的差异采用变异系数表示, 遗传多样性指数采用 Shannon-Weaver 信息指数, 计算公式:  $H' = -\sum P_i \ln P_i$ , 其中  $P_i$  为某一性状第  $i$  个级别出现的概率<sup>[12-13]</sup>。为了便于统计分析, 将小麦籽粒品质性状进行分级, 进而计算遗传多样性指数, 同时进行相关分析及诱变群体遗传参数估计。

## 2 结果与分析

### 2.1 小麦叠氮化钠诱变群体籽粒品质性状描述性统计分析

对现有的沧麦 6005 叠氮化钠诱变群体 72 个品系 4 个籽粒品质性状的基本统计结果(表 1)表明, 籽粒淀粉含量的多样性指数最高, 为 1.783 7, 其后遗传多样性指数由大到小依次是蛋白质含量 > 沉降值 > 湿面筋含量。不同品系间的变异系数存在很大差异: 蛋白质含量和湿面筋含量的变异系数较大, 分别为 6.519 8% 和 6.955 5%, 两者相差不多, 变幅分别为 12.015 9~16.365 6 和 30.051 2~40.306 8; 其次为沉降

表1 小麦叠氮化钠诱变群体籽粒品质性状的遗传多样性分析

性状	统计量						
	平均值	最小值	最大值	标准差	极差	变异系数(%)	遗传多样性指数 $H'$
蛋白质含量(%)	14.210 2	12.015 9	16.365 6	1.056 9	4.349 7	6.519 8	1.440 5
湿面筋含量(%)	35.735 0	30.051 2	40.306 8	2.833 3	11.255 6	6.955 5	0.850 1
沉降值(mL)	61.611 3	49.775 5	67.870 2	3.581 8	18.094 7	5.813 5	1.124 5
淀粉含量(%)	64.033 2	60.514 7	67.612 7	1.680 2	7.098 0	2.624 0	1.783 7

值,变异系数为5.813 5%,变幅为49.775 5~67.870 2;籽粒淀粉含量的变异系数较小,为2.624 0%,变幅为60.514 7~67.612 7。

### 2.2 小麦叠氮化钠诱变群体籽粒品质性状间的简单相关分析

对72个沧麦6005诱变群体的籽粒品质性状进行简单相关分析,结果(表2)表明,蛋白质含量、湿面筋含量、沉降值和淀粉含量4个籽粒品质性状间均极显著简单相关。表明72个品系的这4个籽粒品质性状综合线性相关关系极显著存在。

表2 小麦叠氮化钠诱变群体籽粒品质性状间的简单相关分析

性状	蛋白质含量	湿面筋含量	沉降值
湿面筋含量	-0.944 5**		
沉降值	-0.967 9**	0.976 8**	
淀粉含量	-0.998 7**	0.932 0**	0.963 8**

注:“\*\*”表示极显著( $P < 0.01$ )相关。表3同。

### 2.3 小麦叠氮化钠诱变群体籽粒品质性状间的偏相关分析

对72个沧麦6005诱变群体的籽粒品质性状进行偏相关分析,结果(表3)表明,蛋白质含量、湿面筋含量、沉降值和淀粉含量4个籽粒品质性状间均极显著偏相关。但是蛋白质含量和湿面筋含量、蛋白质含量和淀粉含量以及湿面筋含量和淀粉含量之间呈极显著负相关,其他性状之间呈正向极显著偏相关。

表3 小麦叠氮化钠诱变群体籽粒品质性状间的偏相关分析

性状	蛋白质含量	湿面筋含量	沉降值
湿面筋含量	-0.346 9**		
沉降值	0.546 2**	0.641 4**	
淀粉含量	-0.862 5**	-0.685 8**	0.591 6**

### 2.4 小麦叠氮化钠诱变群体籽粒品质性状的遗传参数

对72个诱变品系的籽粒品质性状进行方差分析,结果(表4)表明,蛋白质含量、湿面筋含量、沉降值和淀粉含量4个籽粒品质性状家系间均差异极显著。进而依据随机模型估计该群体的遗传参数(表5)。其中,蛋白质含量、湿面筋含量、沉降值和淀粉含量的广义遗传力( $h_g^2$ )分别为0.936 6、0.984 0、0.991 0和0.965 8,4个性状广义遗传力均比较高,说明变异绝大部分是由遗传原因造成的。蛋白质含量、湿面筋含量、沉降值和淀粉含量的遗传变异系数(GCV)分别为6.535 9、6.963 2、5.805 0和2.624 6。蛋白质含量、湿面筋含量、沉降值的选择潜力比淀粉含量大,更有可能从该群体中选出偏离平均数大的家系类型。

## 3 讨论与结论

1个多变量资料中,各个变数间经常存在着不同程度的相关。所以,只有偏相关系数才能正确地评定任2个变数间

表4 小麦叠氮化钠诱变群体籽粒品质性状方差分析

性状	变异来源	自由度	平方和	方差	F值
蛋白质含量	家系间	71	164.780	2.321	30.447**
	误差	72	5.488	0.076	
	总变异	143	170.268		
湿面筋含量	家系间	71	1151.729	16.222	124.090**
	误差	72	9.412	0.131	
	总变异	143			
沉降值	家系间	71	1824.638	25.699	221.768**
	误差	72	8.344	0.116	
	总变异	143			
淀粉含量	家系间	71	408.171	5.749	57.372**
	误差	72	7.215	0.100	
	总变异	143			

注:“\*\*”表示差异极显著( $P < 0.01$ )。

表5 小麦叠氮化钠诱变群体籽粒品质性状遗传参数

参数	品质性状			
	蛋白质含量	湿面筋含量	沉降值	淀粉含量
误差方差( $\sigma_e^2$ )	0.076 0	0.131 0	0.116 0	0.100 0
家系方差( $\sigma_a^2$ )	1.122 5	8.045 5	12.791 5	2.824 5
表型方差( $\sigma_p^2$ )	1.198 5	8.176 5	12.907 5	2.924 5
广义遗传力( $h_g^2$ )	0.936 6	0.984 0	0.991 0	0.965 8
遗传变异系数(GCV)	6.535 9	6.963 2	5.805 0	2.624 6

的线性相关程度;单相关系数所表示的只是表面的、非本质的相关系数<sup>[14]</sup>。蛋白质和沉降值简单相关系数为-0.967 9,而其偏相关系数为0.546 2,说明两者之间本质上是相互促进的,而从数据表面上看呈负相关。同样,湿面筋含量和淀粉含量之间简单相关系数为0.932 0,偏相关系数却是-0.685 8,说明两者之间本质上是负向相关关系,而表面上看却为正相关。

叠氮化钠是一种高效且对哺乳类动物无毒害作用的植物化学诱变剂。利用叠氮化钠进行化学诱变的方法是创造小麦新种质、选育小麦新品种的有效途径之一,在扩大遗传变异、加速提高育种效率、改进育种方法等方面有着很大发展潜力。本研究提及的72个叠氮化钠诱变群体的蛋白质含量、湿面筋含量、沉降值和淀粉含量4个籽粒品质性状均具有较高的遗传力,而遗传变异系数相对较小,说明蛋白质含量、湿面筋含量、沉降值和淀粉含量遗传变异不大,从该群体选择的极端类型可能与平均数相差不大,该群体的4个籽粒品质性状选择潜力中等。

### 参考文献:

- [1]王琳清,陈秀兰,柳学余. 小麦突变育种学[M]. 北京:中国农业科学技术出版社,2004:35-88.
- [2]张超美. 叠氮化钠对小麦的诱变效应[J]. 湖北农学院学报,1994,14(3):56-60.

孙彦铭,黄少辉,刘克桐,等. 河北省冬小麦施肥效果与肥料利用率现状[J]. 江苏农业科学,2019,47(6):60-65.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.06.014

# 河北省冬小麦施肥效果与肥料利用率现状

孙彦铭<sup>1</sup>, 黄少辉<sup>1</sup>, 刘克桐<sup>2</sup>, 杨云马<sup>1</sup>, 杨振立<sup>3</sup>, 贾良良<sup>1</sup>

(1. 河北省农林科学院农业资源环境研究所,河北石家庄 050051; 2. 河北省土壤肥料总站,河北石家庄 050031; 3. 河北省农林科学院,河北石家庄 051000)

**摘要:**为明确河北省冬小麦施肥效果和肥料利用率现状,通过对河北省2005—2014年测土配方施肥项目中的2794个冬小麦“3414”田间试验进行分析,明确了氮肥、磷肥、钾肥对河北省冬小麦产量的影响,测算了氮肥、磷肥、钾肥的利用效率。结果表明,在当前生产条件下,河北省冬小麦不施化肥时产量为4.16 t/hm<sup>2</sup>,配方施肥显著提升产量至6.83 t/hm<sup>2</sup>,在其他肥料施用的基础上,氮肥、磷肥、钾肥分别使小麦增产1.77、1.31、0.90 t/hm<sup>2</sup>。肥料对河北省冬小麦产量的平均贡献率为39.3%,其中氮肥、磷肥、钾肥的平均贡献率分别为25.7%、18.8%、13.1%;河北省冬小麦肥料偏生产力平均值为15.0 kg/kg,氮肥、磷肥、钾肥偏生产力平均值分别为36.1、50.9、60.2 kg/kg;冬小麦肥料农学效率平均值为5.9 kg/kg,氮肥、磷肥、钾肥农学效率分别为9.2、9.5、7.7 kg/kg。河北省冬小麦肥料利用效率总体处于中等偏低水平,需要进一步推进土壤培肥、平衡施肥技术的应用,提高养分资源管理水平,实现小麦产量与养分效率的同步提升。

**关键词:**冬小麦;肥料利用率;肥料效果;测土配方施肥;河北省

**中图分类号:** S147.5;S512.1<sup>+</sup>10.6 **文献标志码:** A **文章编号:**1002-1302(2019)06-0060-06

河北省是我国重要的冬小麦主产区,年播种面积超过240万hm<sup>2</sup>,占全国总播种面积的9.7%<sup>[1]</sup>。施肥是提高小麦产量的重要手段,在保证粮食安全中发挥了重大的作用。据联合国粮食及农业组织(FAO)统计,在世界范围内,化肥对粮食作物产量的贡献率均占到30%~50%<sup>[2]</sup>,全国化肥试验网统计的20世纪80年代的研究结果也表明,化肥对我国粮食产量的贡献率为40.8%<sup>[3]</sup>。随着社会的发展,我国化肥投入量与20世纪80年代相比已经有了明显的增加<sup>[4]</sup>。与此同时,我国粮食增长率在2000—2003年间已下降到-4%<sup>[5]</sup>,化

肥效率下降引起了国内外广泛关注。因此,明确当前农业生产中化学肥料对产量的贡献率、化肥利用率等对当前正在开展的化学肥料减施增效等具有十分重要的意义。

自2005年,国家在全国范围内开展测土配方施肥项目,以推动粮食增产、农民增收和生态环境保护。众多学者对测土配方数据进行研究,获得了许多成果,单燕等通过对陕西省测土配方施肥项目数据的分析,评价了陕西省玉米施肥效果<sup>[6]</sup>。王寅等通过对吉林省测土配方数据的总结,得出吉林省春玉米肥料贡献率为34%,相比全国水平较高<sup>[7]</sup>。武金果利用河南省“3414”试验数据分析了河南省小麦施肥状况和肥料贡献率<sup>[8]</sup>。刘芬等通过总结测土配方肥料试验,研究了关中地区冬小麦施用氮肥、磷肥、钾肥的增产效果以及肥料利用效率现状<sup>[9]</sup>。张文婧等基于测土配方肥料试验,对四川省主要作物的施肥现状和养分效率进行了分析<sup>[10]</sup>。本研究通过整理河北省测土配方施肥项目,在河北省布置大量“3414”田间试验,对河北省当前生产条件下的肥料增产效果、肥料利

收稿日期:2017-12-11

基金项目:河北省科技支撑项目(编号:16226407D);河北省农林科学院青年创新团队;河北省肥料技术工程中心项目。

作者简介:孙彦铭(1974—),女,河北衡水人,副研究员,主要从事农田养分管理研究。E-mail:sunym74@hotmail.com。

通信作者:贾良良,博士,研究员,主要从事农田土壤培肥与养分资源管理研究。E-mail:jiall990@126.com。

[3]曹欣,杨煜峰,钱强华. 叠氮化钠对不同大麦品种的诱变效应[J]. 浙江农业学报,1991,3(3):143-146.

[4]姜振峰,刘志华,李文滨,等. 叠氮化钠对大豆M1的生物学诱变效应[J]. 核农学报,2006,20(3):208-210.

[5]张希太. Na<sub>3</sub> 诱变小麦矮抗58后代变异的研究及SSR分析[J]. 作物研究,2011,25(3):189-192.

[6]张希太,谢淑芹,张彦波,等. 利用Na<sub>3</sub> 诱变“中育5号”选育变异种质系及SSR分析[J]. 西南农业学报,2011,24(4):1239-1242.

[7]张希太. Na<sub>3</sub> 诱变小麦山农8355后代变异的研究及SSR分析[J]. 农业与技术,2011,31(2):38-42.

[8]张华文,田纪春,刘艳玲. 小麦品种间籽粒品质性状表现及其相关性分析[J]. 山东农业科学,2004(6):10-12,28.

[9]荆奇. 小麦籽粒品质性状的变异及评价指标研究[D]. 南京:南京农业大学,2001.

[10]徐翠莲,杨衍菊,王瑞清. 冬小麦籽粒品质性状与农艺性状间的相关分析[J]. 种子,2013,32(2):85-88.

[11]Talame V, Bovina R, Sanguineti M C, et al. TILLMore, a resource for the discovery of chemically induced mutants in barley[J]. Plant Biotechnology Journal, 2008, 6(5):477-485.

[12]张礼凤,李伟,王彩洁,等. 山东大豆种质资源形态多样性分析[J]. 植物遗传资源学报,2006,6(4):450-454.

[13]郝黎仁,樊元,郝哲欧,等. SPSS实用统计分析[M]. 北京:中国水利水电出版社,2002:280-285.

[14]莫惠栋. 农业试验统计[M]. 上海:上海科学技术出版社,1984:561-562.