

高花青素小麦新品种山农蓝麦 1 号的 选育及功能营养分析

王延训¹ 孙美芝² 田纪春^{1,3} 杨明¹ 彭莉¹

(¹ 山东天泽泰田种业科技有限公司,泰安 271000; ² 山东省莱州市农业技术推广中心,烟台 261400;

³ 山东华田农业科技有限公司,泰安 271604)

摘要:利用蓝矮败选育的蓝色籽粒小麦新品种山农蓝麦 1 号,2020 年通过山东省农作物品种审定委员会审定(鲁审麦 20206033),是山东省审定的第 1 个营养功能性蓝色籽粒小麦品种,其籽粒钙、铁、锌、钾、镁、锰含量分别比普通小麦高 12%~130%,维生素 E、维生素 B 含量高,富含多种色素,花青素含量 4.72mg/100g,抗氧化能力强,适宜功能性食品的加工利用。

关键词:高花青素;小麦新品种;山农蓝麦 1 号;选育;功能营养

Breeding and Functional Nutrition Analysis of a New Wheat Variety with High Anthocyanins Shannonglanmai No. 1

WANG Yan-xun¹, SUN Mei-zhi², TIAN Ji-chun^{1,3}, YANG Ming¹, PENG Li¹

(¹Shandong Tianze Taitian Seed Technology Co., Ltd., Tai'an 271000, Shandong; ²Laizhou Agricultural Technology Extension Center, Yantai 261400, Shandong; ³Shandong Huatian Agricultural Technology Co., Ltd., Tai'an 271604, Shandong)

一般认为小麦籽粒颜色常常受到环境条件,如淋雨、光照、温度、浇水和施肥等外在因素的影响,但主要还是由遗传基因决定^[1-2]。蓝色籽粒小麦属于特殊用途彩色小麦品种,富含天然花色苷和蛋白质,大量研究表明花色苷可以作为辐射防护剂及抗炎剂,能够改善或治疗糖尿病引起的视网膜病变和乳房囊肿,还能够治疗由毛细血管脆弱引发的微循环疾病^[3-5]。彩色小麦富含有益人体的微量元素,锌、钙、镁、铁、锰、钾等含量都大大高于普通小麦,经常性有意识地食用彩色小麦制品,能对人体起到进补和食疗保健作用^[6-7]。研究认为蓝粒小麦籽粒呈蓝色主要因为籽粒糊粉层中富含蓝色的花色苷类化合物,蓝粒小麦色素基因来源于长穗偃麦草、野生一粒小麦,天蓝偃麦草中也有蓝色籽粒小麦存在,国内外著名专家学者均从长穗偃麦草与普通小麦的杂交后代中获得了蓝色籽粒小麦,并证明了长穗偃麦草的 4E 染色体携带有蓝色糊粉层基因^[10-11]。一粒小麦的染色体携有蓝色糊粉层基因,由一粒小麦衍生

出的 Bloukorn 系列,是普通小麦的 4A 或 4B 染色体被一粒小麦的一对染色体代换后形成的^[10-12]。据报道已经定位的小麦蓝色糊粉层基因有 *Ba1* 和 *Ba2*,前者来源于长穗偃麦草的 4E 染色体;后者位于长穗偃麦草 4A 染色体长臂上,与 SSR 分子标记 *Xcdo1387-4A*、*Xmwig677-4A* 和 *Xbcd1092-4A* 紧密连锁^[9]。

山农蓝麦 1 号是山东农业大学利用蓝矮败育成的特殊用途蓝色籽粒小麦新品种。1972 年山西省太谷县的高忠丽发现“太谷核不育”小麦不育植株,在 20 世纪 90 年代,中国农业科学院刘秉华研究员等带领团队将太谷核不育基因 *Ms2* 和矮秆基因 *Rht10* 连锁到 4D 染色体短臂上,培育出获国家科技进步一等奖的矮败小麦,并在育种界广泛应用。四川的田宁、蒲宗君等人将蓝粒性状基因导入矮败小麦中,于 1997 年育成了蓝矮败,其表现为蓝粒、矮秆且花药败育,可以在种子播种前明显区分可育与不育。但是蓝矮败为偏春性,不能在我国冬麦区或半冬性麦区推广应用。2008 年山东农业大学小麦品

质育种研究团队引进了蓝矮败,为了将偏春性的蓝矮败转育成冬性或半冬性、适宜黄淮麦区生产种植的种质,研究团队利用自育或强冬性种质做了大量的回交转育组合,成功转育、筛选、鉴定培育出了特殊用途蓝色籽粒小麦新品种山农蓝麦1号。本文对山农蓝麦1号的遗传背景、选育过程、特征特性和主要功能营养成分等方面进行了阐述,以期为该品种的推广利用提供参考。

1 遗传背景及创制过程

1.1 品种来源 山农蓝麦1号是山东农业大学以四川农业大学提供的蓝矮败小麦为母本,以自育含有长穗偃麦草基因的PH85-16为父本有性杂交,采用系谱法结合分子标记选育而成。蓝矮败小麦是利用蓝粒太谷核不育硬粒小麦和普通小麦杂交、回交产生的蓝粒可育株,再与刘秉华研究员团队的矮败材料杂交、回交转育而成的。PH85-16是山东农业大学小麦品质育种研究室选育而成的高产、优质、多抗、冬小麦品系。

1.2 育种过程 2009年进行有性杂交,2010年种植收获杂交 F_1 ,2011年在 F_2 籽粒中获得蓝粒可育株,2012-2015年 F_3 - F_5 分离世代采用系谱法选育加分子标记辅助选择,2015年通过产量鉴定选育出产量接近普通小麦的11个蓝粒新品系,2016年进行了11个品系的产量比较试验。2017年秋种选择产量性状最好的1个品系参加了山东农业大学特殊用途小麦品种自主试验第1年区域试验,2019年完成了第2年区域试验,2020年完成生产试验,获山东省审定(鲁审麦20206033),定名为山农蓝麦1号。

2 品种特征特性

2.1 农艺表现 该品种为半冬性,幼苗半匍匐,株型较紧凑,叶色深绿,抗倒伏,熟相较好。山东省特殊用途小麦品种自主试验2年度区域试验中,平均生育期232d,熟期和对照品种济南17相当;株高80.0cm,每 hm^2 最大分蘖数1264.5万个,有效穗数561万穗,分蘖成穗率40.6%;穗长方形,穗粒数38.5粒,千粒重40.5g,容重784.3g/L;长芒、白壳、蓝粒,籽粒角质,高抗穗发芽。

2.2 抗逆鉴定 2019年委托中国农业科学院植物保护研究所接种鉴定,表现为中抗白粉病、慢条锈病,中感赤霉病和纹枯病,高感叶锈病。抗寒性鉴定委托河北省遵化市国家农作物品种区域试验站完

成,表现为越冬抗寒性中等。

2.3 产量试验 在2017-2019年2年度山东农业大学特殊用途小麦品种自主区域试验中,每 hm^2 平均产量7327.5kg,比对照品种济南17增产2.0%;2019-2020年度生产试验中,平均产量7533.0kg,比对照品种济南17增产2.1%。

3 主要功能营养成分分析

2019-2022年度山农蓝麦1号分别经农业农村部谷物品质监督检验测试中心(泰安)、作物生物学国家重点实验室(泰安)、泰安市谷物功能物质分析及高端食品研发重点实验室测试,籽粒蛋白质含量18.9%,湿面筋含量44.2%,沉淀值24.0mL,吸水率60.3mL/100g,稳定时间0.6min,面粉白度74.5。

山农蓝麦1号主要营养品质指标检测结果(表1)显示:维生素C含量3.47mg/100g,维生素E含量1.68mg/100g,维生素B1含量0.256mg/100g,维生素B2含量0.242mg/100g,维生素B6含量0.396mg/100g,表现比普通小麦高15%~50%。钙、铁、锌、钾、镁、锰含量分别比普通小麦高12%~130%。

花青素是一大类主要的水溶性植物色素,主要以糖苷的形式存在,其结构为2-苯基吡喃,能清除人体内的自由基,具有抗氧化、抑菌、降低血压、降低血脂、降低血糖、增强人体免疫性功能^[2,6-7]。普通小麦抗氧化功能性活性成分花青素含量一般为1mg/100g左右,山农蓝麦1号花青素含量大幅度高于普通小麦,是普通小麦的4~5倍。张敏敏等^[8]对近25年我国审定的彩色小麦农艺性状及品质特性进行分析,根据各主成分的特征向量,计算出56个彩色小麦品种的主成分因子得分,再以每个主成分的贡献率为权重,构建出了不同彩色小麦品种的综合评价模型: $F=0.29Y1+0.21Y2+0.18Y3$ 。在56个彩色小麦品种中,综合得分较高的品种为山农蓝麦1号,其 F 值最高(1.02)。聚类分析在距离为12.5时将56个彩色小麦分为4个类群,其中山农蓝麦1号属于综合性状好的第1类群,品质聚类属于高品质品种。该研究与山农蓝麦1号多年生产表现和品质测定结果一致。

4 结语

随着社会和科学水平的发展,小麦从高产育种过度到品质育种,人们的需求从吃饱进入到吃好。小麦作为人类的主要粮食作物,满足了大多数人的

表1 山农蓝麦1号小麦品种主要功能营养成分测定结果

(mg/100g)

维生素 C	维生素 E	维生素 B1	维生素 B2	维生素 B6	钙	铁	锌	钾	镁	锰	磷	花青素
3.47	1.68	0.256	0.242	0.396	51.2	5.87	4.68	387	139	6.75	340	4.72

温饱需求和饮食喜好,品质优良的小麦品种可以加工出花样繁多的食品类型供给不同喜好的人群享用,但是在满足人们温饱需求和色香味等品质需求的同时也带来了高糖、高脂、高蛋白等问题,导致了多种健康风险。缺铁性贫血和缺锌引发的营养不良、生长发育迟缓、免疫力弱、智力低下和内分泌、心脑血管疾病,一系列与微量元素缺乏有关的病症日趋严重,国内外对食品营养的关注日趋加强。吃饱、吃好并不等于吃得健康,要吃得健康,品种自身含有丰富而全面、均衡的营养素尤为重要,高产品种和优质品种远远不能满足人们正常的营养需求,培育和开发利用高营养小麦新品种意义重大。2017年《中共中央 国务院关于深入推进农业供给侧结构性改革加快培育农业农村发展新动能的若干意见》提出“加强新食品原料、药食同源食品开发和应用”。同年,农业农村部《主要农作物品种审定标准》(国审[2017]1号)将小麦品种首次分为“高产稳产、绿色优质和特殊用途”三大类。2018年山东省印发的国民营养计划(2018-2030年)通知指出,构建以营养需求为导向的现代食品产业体系,着力发展低血糖指数食品,改善国民微量营养缺乏状况。以上均说明功能性小麦品种的选育已经成为社会发展需求的新类型,“农业-营养-健康”已经成为政府倡导的新理念。山东农业大学培育的山农蓝麦1号籽粒富含花青素、多种微量元素和维生素E、维生素B,适宜功能性食品的加工利用。该品种的推广和集约化种植,可以为农民、食品加工者和销售商提高利润。通过特色小麦形成特色产业,加强功能性食品的开发和应用,可以满足我国消费者日益增长的对食品营养、功能性及健康性的需求,尤其是可以提升微量营养元素的有效供给,具有广阔的市场和巨大的社会及经济效益。

参考文献

- [1] 白云凤,李文德,孙善澄,孙玉,Harold Corke,裴自友. 黑粒小麦76号的营养品质及其几个理化特性. 中国粮油学报,2000,15(2): 6-9
- [2] 方忠祥,倪元颖. 花青素生理功能研究进展. 广州食品工业科技, 2001,17(3): 60-62

- [3] 李杏普,兰素缺,刘玉平. 蓝、紫粒小麦籽粒色素及其相关生理生化特性的研究. 作物学报,2003,29(1): 157-158
- [4] 裴自友,温辉芹,任永康,王晋. 蓝·紫粒小麦新品种(系)籽粒色素研究初报. 安徽农业科学,2008,36(9): 3713-3714
- [5] 宋伟,孙兰珍,赵爱红,刘青. 外源DNA导入普通小麦变异后代彩色小麦的营养品质分析和验证. 西北植物学报,2004,24(6): 966-970
- [6] 杨秀娟,赵晓燕,马越,吴秋波,马荣山. 花青素研究进展. 中国食品添加剂,2005,4(1): 40-42
- [7] 宗学风,张建奎,李帮秀,余国东,石有明,王三根. 小麦籽粒颜色与抗氧化作用. 作物学报,2006,32(2): 237-242
- [8] 张敏敏,闫秋艳,董飞,申艳婷,贾亚琴,闫双堆,鲁亚秀,杨峰,李峰,蔡岳,于章龙,宋昱,祁琛,吴林甲. 近25年我国审定的彩色小麦农艺性状及品质特征分析. 植物遗传资源学报,2023,24(2): 458-473
- [9] 徐萍,张正斌,张锦鹏,李芙蓉. 彩色小麦基因发掘和种质资源育种利用. 植物遗传资源学报,2022,23(6): 1549-1571
- [10] Knott D R. The inheritance in wheat of a blue endosperm color derived from *Agropyron elongatum*. Canadian Journal of Botany, 1958(36): 571-574
- [11] Sharman B. Purple Pericarp: A monofactorial dominant in tetraploid wheats. Nature, 1958, 181: 929
- [12] Li Z S, Mu S M, Zhou H P, Wu J. The establishment and application of blue-grained monosomics in wheat chromosome engineering. Cereal Research Communications. 1986, 14: 133-137

(收稿日期: 2023-03-08)

新书推荐

《种子法律实务一本通： 145个实务问答与38个植物 新品种典型案例精解》 签名版

实务问题+案例解析,一本书读懂《种子法》相关问题!本书以《种子法》的第四次修改为背景,立足行业实际,对实务中的普遍性、多发性问题进行了解答,同时筛选38个典型案例,对实践中的司法适用问题及争议解决方式等进行了深入分析。2022年6月由中国法制出版社出版。

书籍信息及购买方式

王海阳著,中国法制出版社出版,定价:89.00元/本,中国种业读者优惠购买76元/本。

联系人:逯锐,手机:15510281796(微信同号)