

高类黄酮小麦品种山农 101 的创制 及其利用前景分析

王延训¹ 田纪春^{1,2} 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山东农业大学,泰安 271018)

摘要:山东农业大学小麦品质育种研究团队在广泛征集鉴定筛选小麦种质的基础上,采用有性杂交,通过单穗传法获得 181 个株系的重组自交系(RIL)群体,利用该群体进行了类黄酮主效基因分子标记定位,鉴定出 44 个高类黄酮品系,进行了产量和分子标记跟踪选择,选育出山农 101 等参加了区域和生产试验。2019 年山东省农业科学院农业质量标准与检测技术研究所测定:山农 101 类黄酮含量 1.013mg/g,比普通小麦品种高 3~5 倍。该品种 2020 年通过山东省农作物品种审定委员会审定,是山东农业大学培育的我国第 1 个高类黄酮小麦新品种,该品种的推广利用对改善亚健康人群饮食结构,提高其自身的免疫力具有重要意义。

关键词:高类黄酮;山农 101;小麦;新品种;创制;利用

Creation and Utilization Prospect of High Flavonoids Wheat Variety Shannong 101

WANG Yan-xun¹, TIAN Ji-chun^{1,2}, YANG Ming¹, PENG Li¹

(¹Shandong Tianze Taitian Seed Technology Co., Ltd., Tai'an 271000; ²Shandong Agricultural University, Tai'an 271018)

类黄酮是多酚类物质,具有抗氧化、抗炎和抗病毒特性^[1-2]。人体自由基被认为是导致退行性疾病以及加速老化的根本原因,类黄酮可以像抗氧化剂一样保护人体细胞免受自由基损害,有助于保持毛细血管和结缔组织健康^[3]。类黄酮还有助于改善胰岛素敏感性,高类黄酮饮食可以达到药食同源的作用。组胺具有负责流泪、流鼻涕,以及与不同种类过敏有关的堵塞、呼吸困难与哮喘,在过敏反应过程中,类黄酮可以帮助阻止释放组胺^[4-5]。人们还在研究类黄酮对预防心脏病、癌症、中风以及白内障的潜在好处,已有研究证明类黄酮可以促进一氧化氮合成,改善血管弹性,使血液流动更容易,降低血小板凝结,防止心脏病发作和中风。

小麦是我国主要的口粮作物,也是食品加工花样繁多、成品增值最大的粮食品类。培育高类黄酮小麦新品种,是适应我国经济发展和人民生活水平的不断提高,由吃饱、吃好,到吃健康的重大转变,这对小麦的提质增效,品种源头创新具有重要的社会和经济意义^[6-7]。2017 年我国发布的《主要农作物品种审定标准》,首次提出了特殊用途品种的新类型,使我国的农作物育种导向发生了重大变化,特殊用途品种类型的功能性小麦迎来了前所未有的发展机遇。高类黄酮小麦新品种是特殊用途功能小麦的重要类型之一。山东农业大学小麦品质育种研究团队,有关类黄酮的研究起始于 2004 级赵善仓博士的课题,并先后发表了《超高效液相色谱串联质谱法测定小麦籽粒中麦黄酮》等多篇论文^[8-10],历时 16 年培育出了山农 101(区试代号:山农黄酮麦 1 号),2020 年通过山东省农作物品种审定委员会审定(鲁审麦 20206035),是我国第一个通过审定的高类黄

基金项目:山东省农业良种工程项目(鲁农良种字[2011]7 号和鲁农良种字[2012]213 号);国家转基因生物新品种培育重大专项(2013ZX08002-003);泰安市科技创新重大专项(2022NYLZ06)

酬小麦新品种。该品种可加工外观淡黄、富含营养的健康食品,具有很大的开发利用价值。本文从该品种的亲本遗传背景、区域和生产试验产量及类黄酮含量等品质测试结果及利用前景方面进行了分析,以期为该品种的推广应用提供科学支撑。

1 品种遗传背景及创制过程

1.1 亲本及系谱

山农 101 组合为藁城 9411/ 山农 01-35。母本藁城 9411 是原河北省藁城市农业科学研究所选育的高代材料,是用 8901 作母本、安农 8455 作父本多年选育的稳定品系,2003 年通过河北省审定,命名为白硬冬 2 号。父本山农 01-35 是山东农业大学小麦品质育种研究团队选育的高代材料,用核生 2 号作母本、PH82-2-2 作父本杂交,在第 6 代稳定后,用作育种中间材料利用的优异品系。山农 101 系谱图见图 1。

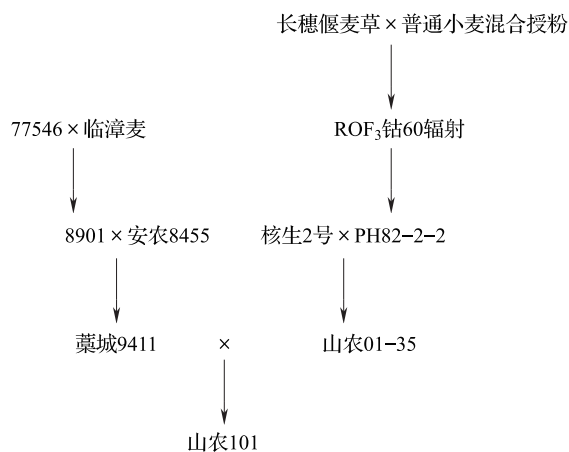


图 1 山农 101 系谱图

1.2 品种创制过程

小麦籽粒中类黄酮含量的测定数据很少,且不同研究测定的结果差异很大,Abdel-Aal 等^[11]、Knievel 等^[12]分别报道了蓝粒、紫粒小麦全粉中类黄酮含量分别为 0.212mg/g、0.095mg/g。山东农业大学小麦品质育种研究团队在前期小麦种质广泛征集鉴定筛选的基础上,2002 年根据小麦种质色素性状基因解析,采用有性杂交方法获得(藁城 9411/ 山农 01-35) F₁,2003 年获得 F₂、2004 年获得 F₃、一直到 2010 年获得 F₉,通过单穗传法获得 181 个株系的重组自交系(RIL)群体。2011 年(F₁₀)至 2013 年(F₁₂)利用该群体进行了小麦类胡萝卜素和其他色素的基因定位,在色素主效基因及其分子标记开发同时,2014-2016 年鉴定出 44 个高类黄酮小麦品系并进行了 2 年的产量比较试验和类黄酮

分子标记跟踪筛选,并且把藁城 9411/ 山农 01-35 组合中 44 个高类黄酮含量的品系,委托山东省农业科学院农业质量标准与检测技术研究所测定,类黄酮平均含量 0.391mg/g,变幅在 0.076~0.952mg/g,其中山农 101 含量最高,达到 0.952mg/g。根据测定结果选送山农 101 (山农黄酮麦 1 号)参加了 2017-2018 年度特殊用途小麦区域试验,因产量明显高于对照山农紫麦 1 号,2018-2019 年度同时晋级到区域试验和生产试验。2019 年山农 101 重复测定类黄酮含量为 1.013~1.058mg/g,为最低样本 DH81 的 15.11 倍,为 44 个高代品系平均含量的 2.59 倍,是一般小麦品种的 3~5 倍。该品种 2020 年完成试验程序,获山东省农作物品种审定委员会审定。

2 品种特征特性

2.1 农艺性状

冬性,幼苗半匍匐,株型半紧凑,叶色绿,旗叶上举,较抗倒伏,熟相好。2 年区域试验结果平均:生育期 233d,株高 82.8cm,最大分蘖数 1480.5 万 /hm²,有效穗数 612 万穗 /hm²,分蘖成穗率 43.1%,穗长方形,穗粒数 35.8 粒,千粒重 42.9g,顶芒、白壳、白粒,籽粒硬质。

2.2 抗逆鉴定

2019 年中国农业科学院植物保护研究所利用条锈菌、叶锈菌、白粉菌混合优势小种和赤霉病菌、纹枯病菌强致病力菌株在田间对山农 101 进行人工接种抗病性鉴定:中感条锈病,高感白粉病、叶锈病、赤霉病和纹枯病。2018 年河北农业大学生命科学学院抗寒性鉴定:死茎率平均为 11.3%,死株率平均为 1.1%,越冬抗寒性好。

2.3 冬春性鉴定

2019 年由山东省农业科学院作物研究所冬春性鉴定,根据错期播种试验,结合对照的抽穗情况,供试材料山农 101 鉴定为冬性品种。

2.4 类黄酮及主要品质参数

2019 年山东省农业科学院农业质量标准与检测技术研究所测定:类黄酮含量 1.013mg/g,比普通小麦品种高 3~5 倍。2019 年经农业农村部谷物及制品质量监督检验测试中心(泰安)测试结果:容重 816g/L,硬度指数 70,籽粒蛋白质 14.09%,出粉率 65.9%,湿面筋 36.0%,面筋指数 83,沉淀值 37.0mL,吸水率 62.2mL/100g,形成时间 5.1min,稳定时间 7.6min,面粉白度 75.0。

3 产量试验结果

2017-2018 年度参加特殊用途小麦区域试验,6 点汇总,每 hm² 平均产量 7071.6kg,比山农紫麦 1 号

(CK1)增产6.41%,比冀糯200(CK2)增产3.52%,居试验品种第1位;2018–2019年度续试,6点汇总,平均产量8183.4kg,比山农紫麦1号(CK1)增产4.19%,比冀糯200(CK2)增产4.68%,居试验品种第1位;2年区域试验,平均产量7627.5kg,比山农紫麦1号(CK1)增产5.3%,比冀糯200(CK2)增产4.1%。2018–2019年度晋级生产试验,平均产量8058kg/hm²,比山农紫麦1号(CK1)增产4.3%,比冀糯200(CK2)增产4.2%。

4 利用前景分析

随着我国经济和农产品未来发展趋势,农业生产进入新的发展时期,继高产、绿色之后,功能农业被认为是第三个发展阶段,消费需求和农产品市场结构将发生重大变化^[6–7]。抓住人们更加关注健康的新需求机遇,开展从“功能品种—健康食品”的全产业链研发工作具有重要的意义。人类对类黄酮物质的最初研究始于1664年,Robert Boyle在植物色素成分中第一次发现了类黄酮化合物,之后的多个世纪以来,类黄酮物质对人类营养健康的影响备受关注。现代医学研究表明:小麦黄酮具有降低心肌耗氧量,使冠脉、脑血管流量增加,抗心律失常,软化血管、降血糖、降血脂,抗氧化、抗衰老,以及增强机体免疫力的功能,被誉为21世纪的新型抗癌维生素^[3,13]。动物饲喂研究证明,类黄酮具有改善小鼠的学习记忆,抗氧化,保护糖尿病动物的神经功能,保护肾缺血等药理活性。类黄酮成分最集中的是被子植物,但是作为人类的主食谷物类作物,包括水稻、小麦和玉米等类黄酮物质含量相对较少。通过培育高类黄酮作物新品种,生产功能性食物,使人们在正常饮食中就能及时获得维持免疫系统正常运转所需的营养物质,提高自身的免疫力,具有重要的社会意义和经济价值。

黄酮醇、花青素以及原花青素是谷物籽粒中的主要类黄酮化合物。一般来说,作物籽粒中的类黄酮含量与种子颜色深度呈正相关,黑色和紫色籽粒类黄酮含量比浅色籽粒高,主要的杂粮作物(高粱和玉米)类黄酮含量高于主食作物(水稻和小麦)。人体自身不能合成的类黄酮物质,必须通过外界摄入,小麦作为人类重要的粮食作物,高类黄酮小麦品种山农101的审定和推广应用具有重要的社会和经济意义。近几年研究团队以该品种为基础成果,

研制配比出了高类黄酮水饺粉、高类黄酮馒头粉、高类黄酮面包粉、高类黄酮面条粉等,在高类黄酮小麦资源创制、品种培育和高端功能食品产业应用方面起到了引领作用。山农101是少有的高产高类黄酮小麦新品种,具有极大的开发利用价值和应用前景。2020年山农101授权山东天泽泰田种业科技有限公司独家经营,近几年在山东省定单种植2万hm²以上,与山东富世康面粉厂、莱州宏源面粉厂合作用该品种研发的高类黄酮面粉粉色黄亮,加工的食品口感筋道、麦味自然。以该品种为主要原料,加强药食同源食品的开发和应用,具有广阔的市场和巨大的社会效益。

参考文献

- [1] 徐风. 膳食与健康. 安徽:合肥工业大学出版社,2018
- [2] 郑建仙. 功能性食品(第一卷). 北京:中国轻工业出版社,1995
- [3] Balz A G, Heil E A, Jordan I. Nutrition-sensitive agriculture: new term or new concept?. *Agriculture & Food Security*, 2015, 4 (1): 6
- [4] Afshin A, Sur P J, Fay K A, Cornaby L, Murray C J L. Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990–2017: a systematic analysis for the global burden of disease study 2017. *The Lancet*, 2019, 393 (10184): 1958–1972
- [5] Ruel M T, Alderman H. Nutrition-sensitive interventions and programmes: how can they help to accelerate progress in improving maternal and child nutrition?. *The Lancet*, 2013, 382 (9891): 536–551
- [6] 卢士军, 黄家章, 吴鸣, 沈东婧, 孙君茂. 营养导向型农业的概念、发展与启示. *中国农业科学*, 2019, 52 (18): 3083–3088
- [7] 陈志钢, 毕洁颖, 聂凤英, 方向明, 樊胜根. 营养导向型的中国食物安全新愿景及政策建议. *中国农业科学*, 2019, 52 (18): 3097–3107
- [8] 赵善仓, 赵领军, 谷小红, 王宪泽, 田纪春. 超高效液相色谱串联质谱法测定小麦籽粒中麦黄酮. *分析化学*, 2009, 37 (6): 873–876
- [9] 赵善仓, 刘宾, 赵领军, 郭栋梁, 毛江胜, 郭长英, 任凤山, 王宪泽, 田纪春. 蓝、紫粒小麦籽粒花色苷组成分析. *中国农业科学*, 2010, 43 (19): 4072–4080
- [10] 付蕾, 田纪春. 抗性淀粉制备、生理功能和应用研究进展. *中国粮油学报*, 2008, 23 (2): 206–210
- [11] Abdel-Aal E S M, Young J C, Rabalski I. Anthocyanin composition in black, blue, pink, purple, and red cereal grains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2006, 54 (13): 4696–4704
- [12] Knievel D C, Abdel-Aal E S M, Rabalski I, Nakamura T, Hucl P. Grain color development and the inheritance of high anthocyanin blue aleurone and purple pericarp in spring wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Cereal Science*, 2009, 50 (1): 113–120
- [13] FAO and WHO. Second international conference on nutrition// Conference outcome document: framework for action. Rome: FAO and WHO, 2014, <http://www.Fao.org/3/a-mm215e.pdf>

(收稿日期: 2023-01-30)