

## 研究报告

## Research Report

# 泰科麦(泰山)系列审定小麦产量、农艺性状和品质演变

孙盈盈 王瑞霞 吕广德 王超 孙宪印 米勇 亓晓蕾 牟秋焕 陈永军 吴科 钱兆国\*

泰安市农业科学研究院, 泰安, 271000

\* 通信作者, qianzhaoguo@163.com

**摘要** 本研究研究了泰安市农业科学研究院自 1990 年至今三十年来通过的国家 and 山东省审定的泰科麦(泰山)系列小麦品种, 为今后小麦育种和新品种推广提供数据支撑和理论依据。本研究分析了近三十年来泰科麦(泰山)系列小麦产量、农艺性状和品质性状。结果表明: 育成品种的产量水平呈现上升趋势, 平均产量水平达到 8 016.34 kg/hm<sup>2</sup>, 超过国家和山东省近年来小麦产量平均水平, 表明育成的品种具有较高的产量水平。自 2018 年以来, 育成的品种产量增加幅度较小, 主要因为在旱地、优质以及特用小麦培育上有所突破。品质方面, 蛋白质含量相对稳定, 均值为 13.9%, 湿面筋含量和吸水量达到较高水平, 均值分别为 32.9%, 60.1 mL/100 g, 稳定时间变异系数最大, 达到 60.90%。表明在品质育种上, 育成品种稳定时间差异较大, 今后应注重提高新品种的稳定时间。四项品质指标均达到强筋水平、中强筋水平、中筋水平、弱筋水平的个数占 15 个育成品种比例分别为 6.67%、13.33%、33.33%、0%, 其余 46.67% 达不到弱筋水平, 归为中筋。育成的品种中, 中筋小麦占比较大, 强筋和中强筋品种不足。其中, 稳定时间较短、各项品质指标不协调是主要原因。因此, 在保证产量提高的基础上, 泰科麦(泰山)系列小麦品种改良的重点是提高小麦品种的品质性状, 应重点从提高稳定时间和平衡各个品质性状上进行改良。除了综合亲本的遗传背景, 重点利用品质性状优良的亲本作为育种材料, 后代注重选择综合性状优良, 品质性状突出的材料。

**关键词** 泰科麦(泰山)系列; 产量; 品质; 稳定时间

## Evolution of Yield, Agronomic and Quality Traits of Wheat Cultivars Released among Taikemai (Taishan) Series

Sun Yingying Wang Ruixia Lü Guangde Wang Chao Sun Xianyin Mi Yong Qi Xiaolei Mu Qiuhan  
Chen Yongjun Wu Ke Qian Zhaoguo\*

Taian Academy of Agricultural Sciences, Taian, 271000

\* Corresponding author, qianzhaoguo@163.com

DOI: 10.5376/mpb.cn.2021.19.0005

**Abstract** This paper studied the Taikemai (Taishan) series of wheat varieties which released in China and Shandong Province by Tai'an Academy of Agricultural Sciences in the past 30 years since 1990, providing data support and theoretical basis for wheat breeding and new variety promotion in the future. The yield, agronomic and quality traits were analyzed. The yield of cultivated varieties showed an upward trend, and the average yield reached 8 016.34 kg/hm<sup>2</sup>, which exceeded the average level both China and Shandong province in recent years. Since 2018,

本文首次发表在《分子植物育种》上, 现依据版权所有人授权的许可协议, 采用 Creative Commons Attribution License, 协议对其进行授权, 再次发表与传播

收稿日期: 2021 年 2 月 5 日; 接受日期: 2021 年 2 月 7 日; 发表日期: 2021 年 2 月 7 日

引用格式: 孙盈盈, 王瑞霞, 吕广德, 王超, 孙宪印, 米勇, 亓晓蕾, 牟秋焕, 陈永军, 吴科, 钱兆国, 2021, 泰科麦(泰山)系列审定小麦产量、农艺性状和品质演变, 分子植物育种(网络版) 19(5): 1-7 (doi: 10.5376/mpb.cn.2021.19.0005) (Sun Y.Y., Wang R.X., Lv G.D., Wang C., Sun X.Y., Mi Y., Qi X.L., Mu Q.H., Chen Y.J., Wu K., and Qian Z.G., 2021, Evolution of yield, agronomic and quality traits of wheat cultivars released among Taikemai (Taishan) series, *Fenzi Zhiwu Yuzhong (Molecular Plant Breeding (online))*, 19(5): 1-7 (doi: 10.5376/mpb.cn.2021.19.0005))

the yield of cultivated varieties increased slightly. Mainly because of breakthroughs in dry land, high quality and special purpose wheat breeding. In terms of quality, protein content was relatively stable, with an average value of 13.9%, wet gluten content and water absorption reached a high level, with an average value of 32.9%, 60.1 ml/100 g, and a largest CV of stability time, 60.90%. The result showed that the stability time of new varieties varied greatly in quality breeding, and it should be improved in the future. The number of four quality traits reached the level of strong gluten, medium strong gluten, medium gluten and soft gluten accounted for 6.67%, 13.33%, 33.33% and 0% respectively in the 15 cultivars. The remaining 46.67% didn't reach the level of soft gluten and were classified as medium gluten. Among the cultivated varieties, the proportion of medium gluten wheat was the largest, the medium and strong gluten were less. Mainly because the short stability time and the imbalance of quality traits. Therefore, on the basis of ensuring yield, improving quality is important. The point is to improve stability time and balance each quality trait. In addition to synthesize the genetic background of the parents, excellent quality traits are preferred. We should choose material with good comprehensive character and outstanding quality traits.

**Keywords** Taikemai (Taishan) series; Yield; Grain quality; Stability time

小麦(*Triticum aestivum* L.)是世界第二、中国第三大粮食作物,世界上 40%的人口以小麦为主食(刘志勇等, 2018)。小麦生产对于保障国家粮食安全具有重要意义。我国小麦发展划分为四个阶段,分别是 1949~1957 年恢复性增长、1958~1978 年稳定增长、1979~1999 年单产快速增长和 2000~2016 年产量质量同步提升(何中虎等, 2018)。小麦发展经历了由慢到快,最终到平稳的提高产量与品质的中高速增长阶段。全球范围内,小麦单产已经处于较高水平。随着人们生活水平的不断提高,对小麦品质提升提出了更高水平的要求,小麦发展结构性调整和农业供给侧改革的背景下,未来消费市场小麦育种要求不断提升,小麦发展需要高产优质抗逆协同推进(李媛等, 2019)。特别是在供给侧结构性改革推进下,小麦育种更应注重高产、高效、绿色、健康协同发展。山东省是小麦主产省,近年来,泰安市小麦单产高于山东省小麦单产水平,据 2018 年最新统计数据,小麦单产在 6 090 kg/hm<sup>2</sup>,而当年泰安市小麦单产达到 6 555 kg/hm<sup>2</sup>的水平,作为泰安市主要育种工作单位,泰安市农业科学研究院小麦研究所近年来培育的新品种为泰安市小麦生产做出了一定的贡献。同时,随着小麦育种目标的不断调整,目前优质育种也在取得不断地发展。自 1990 年至今,育成品种达到 16 个,对其育成品种产量和品质指标演变分析具有重要的参考意义。因此,本研究总结了近三十年来单位选育的通过国家和山东省小麦审定品种,对其产量、农艺性状和籽粒品质演变进行了分析,以期今后小麦高产优质育种工作和新品种推广提供数据支撑。

## 1 结果与分析

### 1.1 育成品种产量和农艺性状

近三十年来通过国家和山东省审定的泰科麦(泰山)系列小麦新品种简介(表 1)。

根据审定品种公布的数据,统计了近三十年育成的品种产量及相关农艺性状数据(表 2)。总体来看,产量、增产、穗数的变异幅度较大,超过了 10%,穗粒数、千粒重、生育期以及株高变异系数较小,未达到 10%。从产量来看,产量最大值达到 9 192.75 kg/hm<sup>2</sup>,最小值为 5 971.50 kg/hm<sup>2</sup>,平均值为 8 016.34 kg/hm<sup>2</sup>,变异系数达到了 11.67%。根据国家统计局最新统计数据(2018 年),山东省冬小麦平均单产为 6 090.00 kg/hm<sup>2</sup>,全国冬小麦平均单产为 5 497.08 kg/hm<sup>2</sup>,泰科麦(泰山)种平均值,最大值及最小值均高于全国水平,而平均值和最大值也远超过山东省水平。增产变异系数 44.93%,在产量及农艺性状中居于首位,主要是前期育成的品种、后期部分优质及早地品种增产幅度比较小。在产量构成三要素中,穗数的变异系数最大,表明在育种过程中,对穗数的选择和改良变化较大。生育期变异系数最小,集中在 228~242 d 之间。株高在 73.3~85.3 cm 之间,均值为 79.0 cm,处于中等水平,变异系数为 4.81,差距较小。

总结了育成品种产量和农艺性状演变趋势(图 1)。在 TKM31 (2018 年)之前选育的品种,产量呈增加趋势,TKM31 之后,产量变化规律不明显。从增产率来看,TS23 (2004 年)之前,增产率持续增加,TS24 (2005 年)之后,增产率呈现先降低后稳定增加的趋势,之后保持相对稳定。主要因为开始注重优质、抗

表 1 近三十年来通过审定的冬小麦泰科麦(泰山)系列品种简介

Table 1 Introduction of Taikemai (Taishan) series winter wheat cultivars released in recent thirty years

编号	品种	简称	杂交组合	审定单位	审定年份
Number	Cultivar	Abbreviation	Hybrid combination	Institution of release	Year of release
1	鲁麦 18 Lumai18	LM18	86026/8-038// 沛县 3041- 1 86026/ 8-038// Peixian3041-1	山东省 Shandong province	1993
2	泰山 21 号 Taishan21	TS21	[(26744/泰山 10 号)F1/ 鲁麦 7 号] F4/鲁麦 18 号 [(26744/Taishan10)F1/Lumai7]F4/Lumai18	中国, 山东省 China&Shandong Province	2003、2002
3	泰山 22 Taishan22	TS22	鲁麦 18/ 鲁麦 14 Lumai18/Lumai14	中国, 山东省 China&Shandong Province	2004
4	泰山 23 号 Taishan23	TS23	881414/876161	山东省 Shandong province	2004
5	泰山 24 Taishan24	TS24	904017/ 郑州 8329 904017/Zhengzhou8329	山东省 Shandong province	2005
6	泰山 9818 Taishan9818	TS9818	泰山 187/935021 Taishan187/935021	山东省 Shandong province	2006
7	泰山 27 Taishan27	TS27	泰山 651/ 藏选 1 号 Taishan651/Zangxuan1	山东省 Shandong province	2012
8	泰山 28 Taishan28	TS28	3262/ 皖麦 38 3262/Wanmai38	山东省 Shandong province	2013
9	泰科麦 31 Taikemai31	TKM31	泰山 26/ 淮麦 20 Taishan26/Huaimai20	山东省 Shandong province	2018
10	泰科麦 32 Taikemai32	TKM32	洛早 3 号 / 莱州 3279 Luohan3/Laizhou3279	山东省 Shandong province	2018
11	泰科 33 Taikemai33	TKM33	郑麦 366/ 淮阴 9908 Zhengmai366/Huaiyin9908	中国, 山东省 China&Shandong Province	2018
12	泰科麦 30 Taikemai30	TKM30	淮阴 9908/ 漯麦 9424 Huaiyin9908/Luomai9424	中国 China	2019
13	泰科紫麦 1 号 Taikezimai1	TKZM1	良星 66/ 山农紫麦 1 号 Liangxing66/Shannongzimai1	山东省 Shandong province	2019
14	泰科麦 34 Taikemai34	TKM34	泰山 28/ 济麦 22 Taishan28/Jimai22	山东省 Shandong province	2020
15	泰科麦 36 Taikemai36	TKM36	泰农 18/ 齐丰 2 号 Tainong18/Qifeng2	中国 China	2020
16	泰科麦 44 Taikemai44	TKM44	泰山 28/ 济麦 22 Taishan28/Jimai22	中国 China	2020

早节水以及特色小麦的选育,产量增加较为平缓。穗数和穗粒数分别表现为先下降后增加和先增加后下降的相反趋势,穗粒数和产量变化趋势较为一致,可见,产量的增加得益于穗粒数的逐渐增加。千粒重表现为逐渐增加后趋于平缓。生育期呈现缓慢增加而后下降的趋势,这与近年来气温逐渐升高,小麦播种时期推迟,生育进程加快有关。株高呈现下降趋势,但下降幅度趋于平缓,下降潜力不大。

## 1.2 育成品种籽粒品质性状

统计了近三十年育成品种籽粒品质性状(表 3),

其中,蛋白质含量变幅为 12.7%~15.6%,均值为 13.9%,变异系数为 5.35%,变异系数最小。湿面筋含量变幅为 28.2%~38.2%,均值为 32.9%,变异系数为 9.15%,居第二位。吸水量变幅为 51.7~66.3 mL/100 g,均值为 60.1 mL/100 g,变异系数为 6.83%,居第三位。稳定时间变幅为 1.5~11.0 min,均值为 4.5,变异系数为 60.90%,达到最大。表明近年来育成品种稳定时间差异较大,变异类型丰富,湿面筋含量其次,吸水量次之,蛋白质含量差异最小。

总结近三十年育成的小麦品种籽粒品质性状演

表 2 近三十年来育成品种产量和农艺性状统计

Table 2 Statistics analysis of yield and agronomic traits of wheat cultivars released in recent thirty years

性状 Traits	产量(kg/hm <sup>2</sup> ) Grain yield (kg/hm <sup>2</sup> )	增产(%) Yield increase (%)	穗数(×10 <sup>4</sup> /hm <sup>2</sup> ) Spike No. (×10 <sup>4</sup> /hm <sup>2</sup> )	穗粒数 Kernels per spike	千粒重(g) 1000-grain weight (g)	生育期(d) Growth period (d)	株高(cm) Plant height (cm)
平均值 Average	8 016.34	5.62	611.2	35.8	42.5	236.1	79.0
最大值 Max	9 192.75	11.38	697.5	44.1	46.6	242.0	85.3
最小值 Min	5 971.50	1.34	421.5	30.0	38.9	228.0	73.3
变异系数(%) CV (%)	11.67	44.93	11.24	9.82	5.23	1.73	4.81

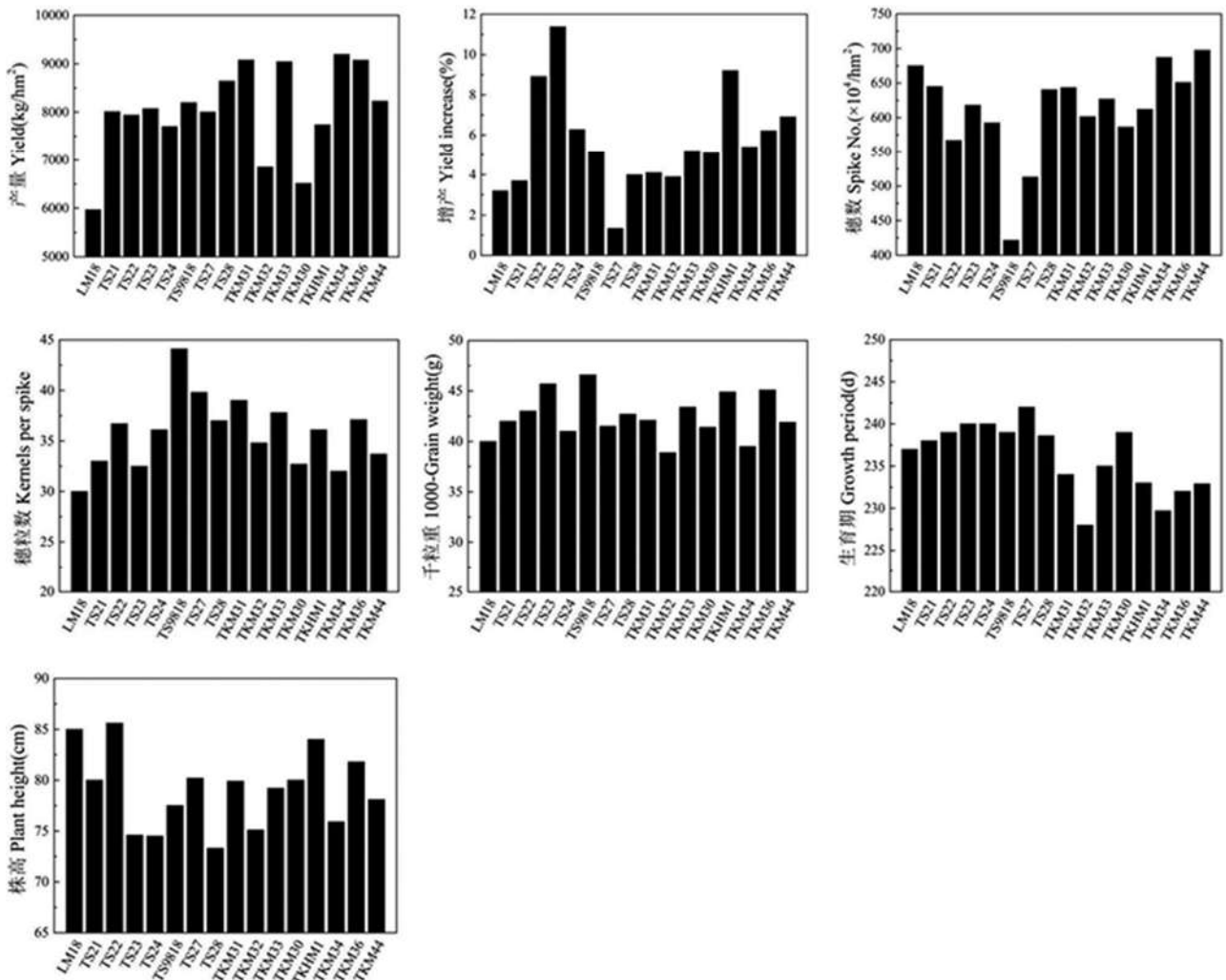


图 1 近三十年来育成品种产量和农艺性状演变

Figure 1 Evolution in yield and agronomic traits of wheat cultivars released in recent thirty years

变(图 2), 可见, 蛋白质含量表现为增加趋势, 湿面筋含量相对稳定, 吸水量变化规律不明显。稳定时间表现为增加趋势, 特别是近十年来, 育成的优质小麦品种数逐渐增加, 稳定时间作为关键参考指标, 增加趋

势较为明显。

根据国标专用小麦品种品质(GB/T 17320-2013)的规定对审定品种进行了分类(表 4)。育成品种中, 四项指标均达到强筋标准的有 1 个(泰山 27), 四项

表 3 近三十年来育成品种籽粒品质性状统计

Table 3 Statistics analysis of grain quality traits of wheat cultivars released in recent thirty years

性状 Traits	蛋白质含量(%) Protein content (%)	湿面筋含量 Wet gluten content (%)	吸水量 Water absorption (mL/100g)	稳定时间(min) Stability time (min)
平均值 Average	13.9	32.9	60.1	4.5
最大值 Max	15.6	38.2	66.3	11.0
最小值 Min	12.7	28.2	51.7	1.5
变异系数(%) CV (%)	5.35	9.15	6.83	60.9

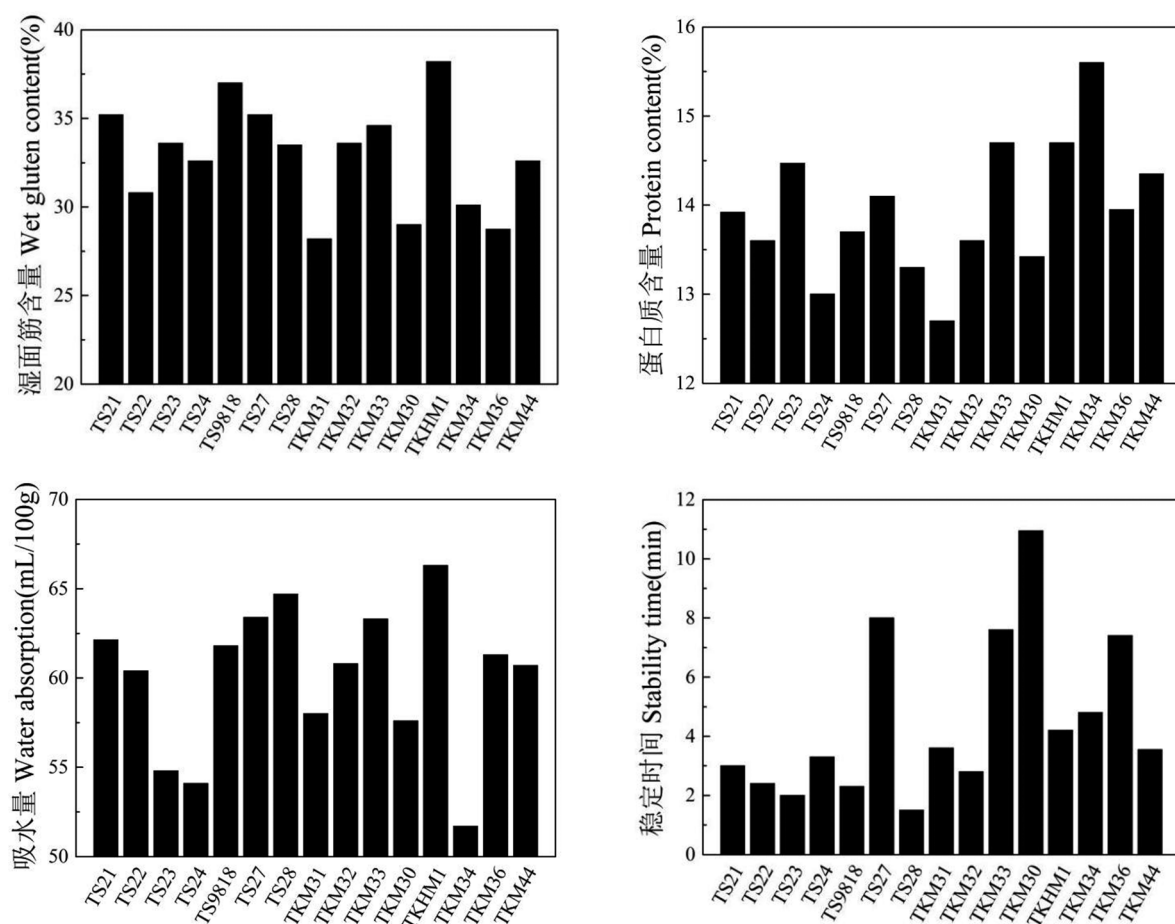


图 2 近三十年来育成品种籽粒品质性状演变

Figure 2 Evolution in grain quality traits of wheat cultivars released in recent thirty years

指标均达到中强筋品种的有 2 个(泰科麦 33, 泰科麦 36), 四项指标均达到中筋品种的有 5 个(泰山 21, 泰科麦 31, 泰科麦 30, 泰科紫麦 1 号, 泰科麦 44), 四项指标均达到弱筋标准的品种为 0 个。根据《主要农作物品种审定标准(国家级)》, 达不到弱筋要求的也为中筋小麦, 因此, 除达到强筋、中强筋和中筋标准以外的 8 个达不到弱筋要求, 归为中筋小麦。

## 2 讨论

从1990~2018年,我国冬小麦播种面积由2593万公顷降低至2274万公顷,总产由8.50×10<sup>10</sup> kg增加至1.25×10<sup>11</sup> kg,单位面积产量由3287 kg/hm<sup>2</sup>增加至5497 kg/hm<sup>2</sup>(国家统计局)。在种植面积下降的情况下,单产增加,总产上升,主要得益于高产新品

表 4 近三十年来育成品种关键品质指标达标数

Table 4 The number of the key quality traits of wheat cultivars released in recent thirty years

品质性状	强筋品种	中强筋品种	中筋品种	弱筋品种
Quality character	Strong gluten	Medium strong gluten	Medium gluten	Soft gluten
蛋白质含量(%)	6 ( $\geq 14.0$ )	8 ( $\geq 13.0$ )	1 ( $\geq 12.5$ )	0 ( $< 12.5$ )
Protein content (%)				
湿面筋含量(%)	12 ( $\geq 30$ )	3 ( $\geq 28$ )	0 ( $\geq 26$ )	0 ( $< 26$ )
Wet gluten content (%)				
吸水量(mL/100g)	10 ( $\geq 60$ )	1 ( $\geq 58$ )	1 ( $\geq 56$ )	3 ( $< 56$ )
Water absorption (mL/100g)				
稳定时间(min)	2 ( $\geq 8.0$ )	2 ( $\geq 6.0$ )	6 ( $\geq 3.0$ )	5 ( $< 3.0$ )
Stability time (min)				
四项达标	1	2	5	0
Four traits				

种选育和高效栽培技术(李振声, 2010)。研究发现, 1969~2006年山东省育成的小麦品种产量潜力年遗传进度为 0.82%或 59 kg/hm<sup>2</sup>, 其中粒数的增加, 特别是单位面积粒数的增加起到了较大的作用(Xiao et al., 2012)。通过分析 2001~2009 年间黄淮麦区区试品种, 发现产量构成三要素中, 穗粒数影响最大(王美芳等, 2013)。本研究中, 2018 年之前育成品种产量呈逐渐上升趋势, 与穗粒数、千粒重的变化趋势基本一致。这与前人的研究结果一致。2018 年(包括 2018 年)之后育成品种产量变化规律不明显, 呈现高产品种产量较为突出、优质品种数量增多、抗旱节水小麦更上台阶、特用小麦有所突破的新局面, 从穗粒数来看, 这期间品种穗粒数略有下降, 产量增加平稳。

20 世纪 80 年代初, 小麦品质改良研究开始起步, 目前我国小麦品种品质存在的主要问题是面团稳定时间不高, 或面团稳定时间、蛋白质含量、湿面筋含量这三个指标不协调(魏益民等, 2013)。针对黄淮麦区小麦品质改良, 当前改良重点是加强蛋白质质量的改良, 并平衡各个品质性状(胡卫国等, 2010)。有研究发现部分地区间存在品种间的亲缘关系较近, 遗传多样性降低的现象(刘三才等, 2000; 詹克慧等, 2006)。总体上, 审定的泰科麦(泰山)系列小麦品种, 稳定时间达到中强筋以上水平的占比仅 26.7%, 比例较低。同时满足四项指标为中强筋以上水平仅为 20.0%, 存在稳定时间短及品质指标不协调的问题。表明育成品种的在品质性状上遗传多样性有待丰富。有研究发现, 多数品种的品质指标在年度间、地点间的变化非常大(王美芳等, 2013)。例如在育成的国审品种泰科麦 30 两年的区域试验中, 稳定时间为 6.9 min 和 15 min, 存在年度间差别较大的问题。

但近几年育成的品种如泰科麦 33、泰科麦 36 各项品质指标较为平衡, 满足中强筋以上水平。可见, 目前泰安市农业科学研究院小麦育种在品质改良上有所突破, 优质品种改良潜力较大。

综上所述, 近三十年来育成的泰科麦系列小麦育种目标逐渐调整, 早熟高产逐渐调整高产早熟, 进一步为高产抗逆, 至今为高产优质、高效多抗、节本安全。同时, 育成的小麦新品种如泰科麦 33、泰科麦 36 等, 其产量和籽粒品质性状优良, 各项指标较为均衡, 可作为高产优质小麦亲本用于小麦高产优质育种。

### 3 材料与方法

#### 3.1 选用材料基本情况

以泰安市农业科学研究院小麦研究所近三十年来审定的小麦品种为研究对象(表 1), 品种的产量和品质数据来源于中国种业大数据平台、中国知网、山东省小麦品种审定公告(按照审定年份排序)。在育成的 16 个品种中, 包括 13 个水地品种(除旱地、紫小麦品种之外的均为水地品种), 2 个旱地品种(泰科麦 30、泰科麦 32), 1 个紫小麦品种(泰科紫麦 1 号)。由于早年育成的鲁麦 18 审定时没有做相关品质分析, 因此只做产量及农艺性状数据整理和分析, 后期育成的国审品种缺少沉降值相关数据。故除鲁麦 18 不做品质分析之外, 其余 15 个品种做蛋白质含量、湿面筋含量、吸水量及稳定时间这四类品质方面的分析。

#### 3.2 数据分析

采用 Microsoft office Excel 2007 及 SPSS18.0 软件处理与分析数据, Origin 9.0 软件作图。

## 作者贡献

孙盈盈是本研究的实验设计者和实验研究的执行人,完成数据分析、论文初稿的写作;王瑞霞、吕广德、王超、孙宪印、米勇、亓晓蕾、牟秋焕、陈永军、吴科参与实验设计和实验结果分析;钱兆国是项目的构思者及负责人,指导实验设计、数据分析、论文写作与修改。全体作者都阅读并同意最终的文本。

## 致谢

本研究由山东省良种工程项目“优质专用新品种培育”(2019LZGC001-3)、泰安市科技计划引导计划(2019NS094)、国家小麦现代农业产业技术体系-泰安综合试验站(CARS-3-2-21)和山东省现代农业产业体系小麦创新团队“遗传育种岗位”(SDAIT-01-05)共同资助。

## 参考文献

- He Z.H., Zhuang Q.S., Cheng X.H., Yu Z.W., Zhao Z.D., and Liu X., 2018, Wheat production and technology improvement in China, *Nongxue Xuebao (Journal of Agriculture)*, 8(1): 99-106 (何中虎, 庄巧生, 程顺和, 于振文, 赵振东, 刘旭, 2018, 中国小麦产业发展与科技进步, *农学学报*, 8(1): 99-106)
- Hu W.G., Zhao H., Wang X.C., Qiu J., Cao Y.J., and Cao Y.N., 2010, Quality improvement of winter wheat in Yellow and Huai river wheat zone, *Mailei Zuowu Xuebao (Journal of Triticeae Crops)*, 30 (5): 936-943. (胡卫国, 赵虹, 王西成, 邱军, 曹廷杰, 曹颖妮, 2010, 黄淮冬麦区小麦品种品质改良现状分析, *麦类作物学报*, 30(5): 936-943)
- Li Y., Wang X.D., Yan Y., and Han X.R., 2019, Study on the development of wheat varieties in Huang-Huai-Hai region from perspective of supply-side reform, *Zhongguo Nongye Ziyuan Yu Quhua (Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning)*, 40(11): 224-229 (李媛, 王秀东, 闫琰, 韩昕儒, 2019, 供给侧改革视角下黄淮海地区小麦品种发展研究, *中国农业资源与区划*, 40(11): 224-229)
- Li Z.S., 2010, Retrospect and prospect of wheat breeding in China, *Zhongguo Nongye Keji Daobao (Journal of Agricultural Science and Technology)*, 12(2): 1-4. (李振声, 2010, 我国小麦育种的回顾与展望, *中国农业科技导报*, 12(2): 1-4)
- Liu S.C., Zheng D.S., Cao Y.S., Song C.H., and Chen M.Y., 2000, Genetic diversity of landrace and bred varieties of wheat in China, *Zhongguo Nongye Kexue (Scientia Agricultura Sinica)*, 2000(4): 20-24. (刘三才, 郑殿升, 曹永生, 宋春华, 陈梦英, 2000, 中国小麦选育品种与地方品种的遗传多样性, *中国农业科学*, 2000(4): 20-24)
- Liu Z.Y., Wang D.W., Zhang A.M., Liang H.W., Lv H.Y., Deng X.d., Ge Y.Q., Wei X., and Yang W.C., 2018, Current status and perspective of wheat genomics, genetics and breeding, *Zhiwu Yichuan Ziyuan Xuebao (Journal of Plant Genetic Resources)*, 19(3): 430-434. (刘志勇, 王道文, 张爱民, 梁翰文, 吕慧颖, 邓向东, 葛毅强, 魏珣, 杨维才, 2018, 小麦育种行业创新现状与发展趋势, *植物遗传资源学报*, 19(3): 430-434)
- Wang M.F., Lei Z.S., Wu Z.Q., Yang H.M., Yang P., Xu X.F., and Liu J.P., 2013, Current Situation of Wheat Yield and Quality Improvement in Huang-huai Winter Wheat Region, *Mailei Zuowu Xuebao (Journal of Triticeae Crops)*, 33(02): 290-295. (王美芳, 雷振生, 吴政卿, 杨会民, 杨攀, 徐福新, 刘加平, 2013, 黄淮冬麦区小麦产量及品质改良现状分析, *麦类作物学报*, 33(02): 290-295)
- Wei Y.M., Zhang B., Guan E.Q., Zhang G.Q., Zhang Y.Q., and Song Z.M., 2013, Advances in study of quality property improvement of winter wheat in China, *Zhongguo Nongye Kexue (Scientia Agricultura Sinica)*, 46(20): 4189-4196. (魏益民, 张波, 关二旗, 张国权, 张影全, 宋哲民, 2013, 中国冬小麦品质改良研究进展, *中国农业科学*, 46(20): 4189-4196)
- Xiao Y.G., Qian Z.G., Wu K., Liu J.J., Xia X.C., Ji W.Q., and He Z.H., 2012, Genetic gains in grain yield and physiological traits of winter wheat in Shandong province, China, from 1969 to 2006, *Crop Science*, 52(1):44
- Zhan K.H., Wang L.H., Cheng X.Y., Xu H.X., and Dong Z.D., 2006, Genetic difference of some germplasm resources of wheat based on SSR markers in Huang-Huai area, *Nongye Shengwu Jishu Xuebao (Journal of Agricultural Biotechnology)*, 2006 (04): 578-584. (詹克慧, 王林海, 程西永, 许海霞, 董中东, 2006, 黄淮麦区部分小麦种质资源的遗传差异分析, *农业生物技术学报*, 2006(04): 578-584)