

李 曼,陆成彬,江 伟,等. 江苏淮南麦区小麦品质特性与饼干品质的关系[J]. 江苏农业科学,2021,49(12):145-150.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.12.024

江苏淮南麦区小麦品质特性与饼干品质的关系

李 曼,陆成彬,江 伟,刘大同,朱冬梅,张 晓

(江苏里下河地区农业科学研究所/农业部长江中下游小麦生物学与遗传育种重点实验室/国家小麦改良中心扬州分中心,江苏扬州 225007)

摘要:为了解江苏淮南麦区主推小麦品种的品质表现并明确小麦关键品质选择指标,为小麦品质育种的简单快速选择提供思路和方法,以江苏淮南麦区的 14 个小麦主栽品种为供试材料,进行连续 2 年种植试验,测定其籽粒蛋白质含量、硬度、湿面筋含量、面筋指数和溶剂保持力等面粉理化指标,及反应面团流变学特性的粉质仪参数,并在实验室制作曲奇饼干。结果表明,供试品种籽粒蛋白质含量变幅为 12.07%~14.88%,籽粒硬度指数为 15.56~64.42,湿面筋含量为 24.36%~32.89%,水溶剂保持力(solvent capacity retention, SRC)为 53.67%~86.73%,碳酸钠 SRC 为 74.09%~116.84%,吸水率为 55.05%~65.30%,形成时间为 1.55~3.10 min,稳定时间为 1.70~6.30 min,饼干直径为 14.54~17.23 cm,品种间除稳定时间外各品质指标均存在显著差异。硬度、水 SRC、碳酸钠 SRC 和吸水率与饼干直径相关程度高;多元回归方程显示,硬度能解释饼干直径变异 63.7%,是决定饼干品质的重要指标;蛋白质含量、湿面筋含量与其他品质参数相关性弱,硬度、溶剂保持力及粉质仪各参数与其他各品质参数相关性较高。综合分析,硬度、水 SRC、碳酸钠 SRC、吸水率、饼干直径可作为饼干专用小麦的筛选指标。聚类分析将供试品种分为 2 类,宁麦 13、扬麦 16、扬麦 25、扬麦 23、镇麦 9 号为一类,这类品种蛋白质含量高、硬度指数大、溶剂保持力高、吸水率高、饼干直径小;其他小麦品种为一类,这类品种蛋白质含量低、硬度指数小、溶剂保持力低、吸水率低、饼干直径大。

关键词:小麦;江苏淮南麦区;品质;曲奇饼干;相关性分析

中图分类号:TS213.22 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2021)12-0145-06

江苏省淮南麦区位于淮河与苏北灌溉总渠以南,包括太湖、里下河、沿江、丘陵、高沙土及沿海旱地等 5 个麦作亚区^[1],常年小麦种植面积 100 万~120 万 hm^2 ,占全省小麦种植面积的 50%~60%^[2]。该区域气候湿润,灌浆期间降水量较多,品质类型以弱筋和中筋为主;生育后期多连阴雨易发生穗发芽、烂麦场,以抗穗发芽的红粒小麦为主,是我国红粒冬小麦的主要产区,约占我国南方红粒冬小麦的 1/3。目前,江苏淮南麦区小麦主推品种包括江苏里下河地区农业科学研究所育成的“扬麦”“扬辐麦”系列、江苏省农业科学院育成的“宁麦”系列和江苏丘陵地区镇江农业科学研究所育成的“镇麦”系列。扬麦系列品种常年种植面积约占该麦区的 1/2,是很多育种单位小麦育种的重要亲本和遗传、栽培、

生理研究的重点材料^[3]。宁麦 13 具有丰产性好、适应性强等优点,已在淮南地区连续大面积推广多年^[4]。镇麦 9 号是镇麦系列强筋红皮小麦代表性品种,具有优质、综合抗性强等特点^[5]。当前我国小麦生产在稳产保供基础上亟需调优品种结构,提高产品品质,缓解结构性供需矛盾。因此,系统开展江苏淮南麦区主推小麦品种品质研究对江苏淮南麦区小麦品质遗传育种和品质提升具有重要意义。

弱筋小麦是制作饼干、糕点、南方馒头以及酿酒的优质原料。《中国小麦品质区划》和《专用小麦优势区域发展规划》中,江苏淮南麦区被农业农村部列为我国唯一弱筋小麦优势产业带的核心区域。有关饼干品质与小麦理化品质的关系,姚金宝等认为,碳酸钠溶剂保持力(solvent capacity retention, SRC)、水 SRC、蔗糖 SRC 可作为饼干品质的筛选指标^[6]。张岐军等提出,籽粒硬度、籽粒蛋白质含量、水 SRC、碳酸钠 SRC、乳酸 SRC、蔗糖 SRC、饼干直径等可作为饼干品种的筛选指标^[7]。杭雅文等筛选出水 SRC、蔗糖 SRC、出粉率、稳定时间、硬度、弱化度、粉质质量指数、饼干厚度、饼干延展系数作为弱

收稿日期:2021-04-21

基金项目:国家自然科学基金(编号:32071999);扬州市科技计划(编号:YZ2020033)。

作者简介:李 曼(1988—),女,江苏涟水人,硕士,助理研究员,主要从事小麦品质研究。E-mail:506119447@qq.com。

通信作者:张 晓,硕士,副研究员,主要从事小麦品质育种研究。
E-mail:zx@wheat.org.cn。

筋小麦评价的重要指标^[8]。张平等认为,水溶剂保持力、乳酸溶剂保持力和揉面仪参数是软麦育种最重要的筛选指标^[9]。上述研究涉及到的小麦品质指标较多且不同研究存在差异。确定与终端产品品质密切相关的核心指标将会极大提高育种效率,因此本研究在对江苏淮南麦区小麦品种理化特性研究基础上进行了饼干品质的系统研究,进一步确定影响饼干品质的关键指标,为小麦品质育种尤其是饼干专用小麦品种选育提供理论支撑。

前人对江苏淮南麦区品种的研究多是建立在单个或是少数几个品种基础上,且多集中在产量、农艺性状方面的比较,对江苏淮南麦区小麦品种品质的系统研究较少。本研究对 14 个江苏淮南麦区品种进行连续 2 年统一种植试验,测定其面粉理化品质、面团特性和饼干加工品质,并进行相关分析、回归分析和聚类分析,充分了解江苏淮南麦区小麦品种的品质特性,确立评价小麦的品质选择指标尤其是与饼干品质密切相关的核心指标,为江苏淮南麦区小麦品质改良提供理论支撑。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料为生产上推广应用的 14 个小麦品种,其中弱筋小麦品种有:扬麦 9 号、扬麦 13、扬麦 15、扬麦 18、扬麦 19、扬麦 20、扬麦 21、扬麦 22、扬麦 24、宁麦 13;中筋小麦品种有:扬麦 16、扬麦 25;强筋小麦品种有:扬麦 23、镇麦 9 号。

1.2 试验设计

试验分别于 2018—2019 年度,2019—2020 年度共 2 个年度种植于江苏里下河地区农业科学研究所万福试验基地(119°26'E,32°24'N),前茬为水稻,土壤为沙壤土 0 ~ 20 cm 土层硝态氮含量 28.29 mg/kg,铵态氮含量 1.57 mg/kg,速效磷含量 11.67 mg/kg,速效钾含量 46.20 mg/kg,有机质含量 21.05 g/kg。试验采用随机区组设计,每个供试品种 2 次重复,小区面积 6.67 m²,机械条播。播期 11 月 2 日左右,基本苗 225 万/hm²,将供试的品种进行发芽率、千粒质量测定,根据发芽率、千粒质量确定用种量。田间管理与大田生产一致,生长期间没受到自然灾害,正常成熟,按小区单独机械收获脱粒,人工晾晒除杂后入库,在室内自然温度条件下贮藏 3 个月后统一磨粉。

1.3 品质性状测定

籽粒蛋白质含量:采用 Perten DA7200 近红外

仪按照 AACC39 - 10 测定。

籽粒硬度指数:采用瑞典波通仪器公司(Perten)的单粒谷物特性测定仪(SKCS - 4100)测定。硬度指数是无量纲单位,一般硬度大于 60 为硬质,小于 45 为软质,45 ~ 60 为混合麦。

制粉:采用瑞典 Buhler 的 MLU - 202 型磨粉机磨粉,根据籽粒硬度,将小麦籽粒含水量分别调整至 14% ~ 15%,润麦 18 ~ 20 h,参照 AACC26 - 20 方法磨粉。面粉室温放置 2 周进行后熟再试验。

湿面筋含量:利用 Perten 2200 型面筋洗涤仪按照 GB/T 14608—1993 测定。

溶剂保持力:水 SRC、碳酸钠 SRC、乳酸 SRC 和蔗糖 SRC 按照 AACC56 - 11 方法测定。

粉质仪参数:利用德国布拉本德(Brabender)食品仪器有限公司生产的 810108 型电子型粉质仪按照 AACC54 - 21 方法测定。

1.4 饼干加工品质

根据 AACC10 - 52 方法修正制作曲奇饼干,并测定饼干直径和厚度。

1.5 统计分析

利用 SPSS 软件进行方差分析、基本统计分析、相关性分析、回归分析、聚类分析。

2 结果与分析

2.1 不同小麦品种品质性状表现

从表 1 可以看出,镇麦 9 号、扬麦 16、扬麦 23 籽粒蛋白质含量显著高于其他品种,其他品种间差异不显著。镇麦 9 号籽粒硬度最高,为 64.42,其次是扬麦 23,为 63.26;扬麦 13 最低,为 15.56;镇麦 9 号、扬麦 23、扬麦 16 籽粒硬度显著高于其他品种,扬麦 13、扬麦 21、扬麦 18、扬麦 19、扬麦 9 号、扬麦 24、扬麦 15 品种间差异不显著,均低于 21。扬麦 16、扬麦 23、扬麦 25、镇麦 9 号湿面筋含量在 27.91% ~ 32.89% 之间,显著高于其他品种,其他品种间无显著差异。镇麦 9 号水 SRC 值最高,为 86.73%;扬麦 13、扬麦 19、扬麦 20、扬麦 18 相对较低,为 53.67% ~ 61.83%,其他品种间差异不显著。扬麦 16、扬麦 23、宁麦 13、镇麦 9 号碳酸钠 SRC 显著高于其他品种,为 93.00% ~ 116.84%;扬麦 9 号、扬麦 13 显著低于其他品种,为 74.09% ~ 77.19%;其他品种间差异不显著。

从表 2 可以看出,在吸水率上,镇麦 9 号最高,为 65.30%;其次是扬麦 23、宁麦 13、扬麦 16,为

58.95% ~ 61.20% ;其他品种间无显著差别。品种间稳定时间差异未达显著水平。宁麦 13、扬麦 23、镇麦 9 号、扬麦 21 之间粉质质量指数无显著差异,显著高于其他品种,其他品种间粉质质量指数也无显著差异。镇麦 9 号、扬麦 16、扬麦 23、宁麦 13 饼干直径均低于 16 cm,显著低于其他品种,其他品种饼干直径均大于 16 cm,无显著差异。

表 1 不同小麦品种面粉理化品质比较

品种	蛋白质 (%)	硬度	湿面筋含量 (%)	面筋指数 (%)	水 SRC (%)	碳酸钠 SRC (%)	乳酸 SRC (%)	蔗糖 SRC (%)
扬麦 9 号	12.31c	20.22e	26.12cd	86.45ab	63.49bc	77.19ef	122.82ef	109.79f
扬麦 13	12.66c	15.56e	26.82cd	71.15c	53.67d	74.09f	118.45f	107.04f
扬麦 15	12.27c	20.95de	25.00cd	91.08ab	66.09bc	81.11def	127.99cdef	112.34def
扬麦 16	13.59b	57.80a	29.62b	86.32ab	71.34b	102.51b	135.98bcd	123.69abc
扬麦 18	12.07c	18.70e	25.67cd	86.62ab	61.83cd	83.68de	126.50def	123.10abc
扬麦 19	12.51c	19.36e	26.24cd	83.20b	60.99cd	78.28def	118.11f	111.54ef
扬麦 20	12.12c	27.54cd	25.74cd	86.68ab	61.22cd	78.54def	118.85f	117.54cde
扬麦 21	12.21c	16.91e	27.29bcd	84.21b	64.33bc	83.10de	128.43cdef	124.36ab
扬麦 22	12.36c	29.32c	24.51d	86.51ab	65.36bc	81.79de	120.17ef	121.38abc
扬麦 23	13.64b	63.26a	29.65b	90.67ab	71.41b	98.05bc	136.89bcd	125.22a
扬麦 24	12.28c	20.93de	24.36d	95.60a	66.57bc	83.83de	139.54bc	113.14def
扬麦 25	13.04bc	43.95b	27.91bc	97.71a	66.37bc	85.47d	141.31b	118.16bcd
镇麦 9 号	14.88a	64.42a	32.89a	95.68a	86.73a	116.84a	155.90a	127.40a
宁麦 13	12.29c	45.54b	26.73cd	89.68ab	71.38b	93.00c	131.68bcde	112.18def

注:同列数据后不同小写字母表示差异显著($P<0.05$)。表 2 同。

表 2 不同小麦品种面团流变学特性及饼干加工品质比较

品种	吸水率 (%)	面团形成时间 (min)	稳定时间 (min)	弱化度 (FU)	粉质质量指数 F	直径 (cm)	厚度 (mm)	直厚比
扬麦 9 号	55.05d	1.82bcd	2.13	94.25bc	29.50cd	16.94a	17.96cd	9.98abc
扬麦 13	56.25cd	1.58d	1.70	122.75a	25.25d	17.23a	17.78cd	10.25a
扬麦 15	55.40d	2.30abcd	2.35	61.75def	44.75bcd	16.74abc	18.64bcd	9.50abcd
扬麦 16	61.20b	2.42abcd	2.35	95.25bc	39.50cd	15.50de	19.79abcd	8.28bcde
扬麦 18	56.30cd	2.12abcd	2.78	85.25bcde	37.50cd	17.04a	17.90cd	10.07ab
扬麦 19	55.88d	1.55d	1.75	107.50ab	25.25d	16.98a	17.39d	10.33a
扬麦 20	56.15cd	1.90bcd	1.93	105.00abc	27.75cd	16.40abcd	17.08d	10.16ab
扬麦 21	57.68cd	2.05abcd	3.65	84.00bcde	50.25abc	16.71abcd	18.31bcd	9.65abcd
扬麦 22	56.45cd	1.72cd	2.33	110.00ab	32.50cd	16.55abcd	18.19bcd	9.62abcd
扬麦 23	58.95bc	2.70abc	5.18	59.50ef	68.25ab	15.52cde	20.79ab	7.90de
扬麦 24	55.92d	1.90bcd	2.93	87.75bcd	37.50cd	16.78ab	17.89cd	9.92abc
扬麦 25	56.25cd	2.50abcd	6.30	61.50def	46.50abcd	16.54abcd	18.75bcd	9.33abcd
镇麦 9 号	65.30a	3.10a	4.78	53.50f	65.75ab	14.54e	21.94a	7.01e
宁麦 13	61.00b	2.88ab	4.80	79.00cdef	69.75a	15.63bcde	20.46abc	8.08cde

2.2 不同小麦品种品质性状变异分析

从表 3 可以看出,品质指标籽粒蛋白质含量品种间变异系数小,仅为 6.84%。硬度变异系数较高,达 54.02%,变异系数大;湿面筋含量变异系数较小,为 10.23%。溶剂保持力参数中蔗糖 SRC 变

异系数最小,为 4.27%;碳酸钠 SRC 变异系数最大,为 14.03%;粉质仪参数中吸水率变异系数小,为 6.24%;稳定时间变异系数最高,为 70.62%;曲奇饼干品质参数变异系数均不大,为 5.40% ~ 13.19%。

表 3 小麦品质指标的变异分析

品质性状	最小值	最大值	平均值	变异系数 (%)
蛋白质 (%)	11.57	15.48	12.73	6.84
硬度指数	11.32	67.93	33.18	54.02
湿面筋含量 (%)	22.89	34.71	27.03	10.23
面筋指数	58.72	99.70	87.75	11.88
水 SRC (%)	49.58	95.65	66.48	12.39
碳酸钠 SRC (%)	68.77	125.93	86.96	14.03
乳酸 SRC (%)	99.43	162.25	130.19	10.86
蔗糖 SRC (%)	105.34	129.66	119.35	4.27
吸水率 (%)	52.60	69.70	57.70	6.24
面团形成时间 (min)	1.00	4.70	2.18	38.55
稳定时间 (min)	1.00	15.10	3.28	70.62
弱化度 (FU)	32.00	131.00	86.21	27.79
粉质质量指数	16.00	105.00	42.86	48.67
曲奇直径 (cm)	13.63	17.10	15.46	5.40
曲奇厚度 (mm)	17.71	25.70	20.86	9.11
曲奇直厚比	5.30	9.37	7.49	13.19

2.3 小麦品质指标与曲奇饼干品质的相关性分析

从表 4 可以看出,曲奇饼干直径与硬度、溶剂保持力参数、吸水率、面团形成时间、粉质质量指数呈极显著负相关,尤其与硬度、水 SRC、碳酸钠 SRC 和吸水率相关程度高,相关系数分别为 -0.80、-0.68、-0.83 和 -0.77;与弱化度呈极显著正相关,与蛋白质含量、湿面筋含量、面筋指数、稳定时间相关不显著;曲奇厚度和直厚比均与硬度、溶剂保持力参数、吸水率、面团形成时间、弱化度、粉质质量指数呈极显著相关,与稳定时间呈显著相关,与蛋白质含量、湿面筋含量和面筋指数相关不显著。

表 4 小麦品质性状与曲奇饼干加工品质的相关系数

品质性状	相关系数		
	直径	厚度	直厚比
蛋白质	-0.21	0.07	-0.11
硬度指数	-0.80 **	0.72 **	-0.77 **
湿面筋含量	-0.20	0.17	-0.18
面筋指数	-0.11	0.05	-0.07
水 SRC	-0.68 **	0.64 **	-0.67 **
碳酸钠 SRC	-0.83 **	0.80 **	-0.83 **
乳酸 SRC	-0.34 **	0.34 **	-0.34 **
蔗糖 SRC	-0.46 **	-0.36 **	0.41 **
吸水率	-0.77 **	0.72 **	-0.76 **
面团形成时间	-0.51 **	0.53 **	-0.53 **
稳定时间	-0.24	0.27 *	-0.27 *
弱化度	0.36 **	-0.41 **	0.41 **
粉质质量指数	-0.49 **	0.49 **	-0.50 **

注: *、** 分别表示在 0.05、0.01 水平上差异显著。表 5 同。

2.4 小麦品质性状与饼干直径的回归分析

以饼干直径为因变量 Y ,以饼干直径相关性达显著水平的 9 个品质性状为自变量 X ,进行线性回归分析,回归统计判定系数 $>60\%$,初步判断模型拟合效果良好, F 值为 15.701,达极显著水平 ($P < 0.01$)。进行多元系数的显著性分析,获得一个达显著水平的回归模型,模型为 $Y_{直} = 16.691 - 0.037X_{硬度}$,该模型利用硬度指数可解释饼干直径变异的 63.7%。

2.5 小麦品质性状间的相关性分析

由表 5 可以看出,12 个品质性状间的相关分析结果中达到极显著水平的为 68 个,达到显著水平的为 15 个,这表明大多数品质特性之间存在着一定的线性关系,但相关程度存在着较大的差异。蛋白质含量、湿面筋含量与其他品质参数相关性弱,蛋白质含量仅与湿面筋含量和蔗糖 SRC 呈极显著正相关、与吸水率呈显著正相关,湿面筋含量仅与面筋指数、吸水率、形成时间相关达显著或极显著水平。硬度、溶剂保持力及粉质仪各参数与其他各品质参数间相关性较高,硬度依次与水 SRC、碳酸钠 SRC、乳酸 SRC、粉质仪参数相关达极显著水平;水 SRC 依次与硬度、面筋指数、碳酸钠 SRC、乳酸 SRC、吸水率、稳定时间、弱化度、粉质质量指数相关达极显著水平;粉质仪吸水率依次与蛋白质含量、硬度、湿面筋含量、水 SRC、碳酸钠 SRC、面团形成时间、粉质质量指数相关达显著或极显著水平,其中吸水率与碳酸钠 SRC 的相关性最高,相关系数达 0.88。

2.6 供试小麦品种品质指标聚类分析

以硬度、水 SRC、碳酸钠 SRC、吸水率、饼干直径为综合指标进行聚类分析(图 1)和基于所有品质指标对品种进行聚类分析,分析结果一致。把 14 个小麦品种分为 2 类:扬麦 9 号、扬麦 13、扬麦 15、扬麦 18、扬麦 19、扬麦 20、扬麦 21、扬麦 22、扬麦 24 为一类,这类品种蛋白质含量低、硬度指数低、溶剂保持力低、吸水率低、稳定时间短、饼干直径大,弱筋品质优。扬麦 16、扬麦 23、扬麦 25、宁麦 13、镇麦 9 号为一类,这类品种蛋白质含量高、硬度指数高、溶剂保持力高、吸水率高、稳定时间长、饼干直径小。

3 讨论与结论

3.1 淮南麦区小麦品种品质特性及进一步改良方向

美国软麦品质实验室及张岐军等以饼干直

蛋白质数量性状的选择是不够的。

张平平^等以软麦样品为研究对象的结果表明,饼干品质与籽粒硬度的相关性不显著^[9,14-15]。Gaines^等以软硬麦混合样为研究对象,结果表明胚乳质较软的软麦面粉制作的饼干直径较大,硬度与饼干直径呈极显著负相关^[13]。本研究中硬度与饼干直径极显著负相关,硬度可以解释饼干直径变异的 63.7%。硬度在品种间变异系数大且与其他各品质指标相关性普遍达显著水平,可以作为磨粉前饼干品质的预测指标。赖静茹^等认为,低吸水性是良好饼干品质十分需要的^[18]。陈满峰^也研究表明,吸水率与饼干直径显著负相关^[19]。本研究表明,吸水率与饼干直径相关达极显著水平且与其他品质参数之间也存在较高的相关性。硬度和吸水率是饼干专用小麦育种的重要品质筛选指标。小麦籽粒硬度低在磨粉过程中淀粉破损率低,面粉颗粒度小,面粉吸水率也比较低。水 SRC 是所有面粉特性的综合反映,碳酸钠 SRC 反映的是面粉损伤淀粉含量。本研究中 4 种 SRC 均与饼干直径相关达显著水平,与前人研究结果^[20]一致,水 SRC、碳酸钠 SRC 与饼干的相关性比乳酸 SRC、蔗糖 SRC 大且与其他品质指标的相关性也更显著,反映小麦品质的大部分信息,也可作为饼干专用小麦品种的关键选择指标。

供试 14 个江苏淮南麦区小麦品种在面粉理化品质、面团特性和饼干品质上存在显著差异。宁麦 13、扬麦 16、扬麦 25、扬麦 23、镇麦 9 号为一类,蛋白质含量高、硬度指数高、溶剂保持力高、吸水率高、饼干直径小;扬麦 9 号、扬麦 13、扬麦 15、扬麦 18、扬麦 19、扬麦 20、扬麦 21、扬麦 22、扬麦 24 为一类,蛋白质含量低、硬度指数低、溶剂保持力低、吸水率低、饼干直径大。硬度、水 SRC、碳酸钠 SRC、吸水率与饼干直径呈极显著负相关,且与其他各品质参数间相关性较高,是饼干专用小麦的关键筛选指标;硬度可以解释饼干直径的大部分变异,可作为饼干品质育种简单实用的核心选择指标。

参考文献:

[1] 陈次娥,张安存,王先如,等. 江苏淮南麦区近 17 年小麦品种产

- 量性状及聚类分析[J]. 耕作与栽培,2020,40(5):31-33,36.
- [2] 温明星,李东升,曲朝喜,等. 镇麦系列小麦品种育种实践及探讨[J]. 江西农业学报,2013,25(11):47-49.
- [3] 高德荣,郭文善,程顺和,等. 扬麦系列品种的淀粉糊化特性及 Wx 蛋白缺失分析[J]. 麦类作物学报,2007,27(1):55-58,79.
- [4] 韦安勤. 宁麦 13 号高产保优栽培技术[J]. 安徽农学通报,2019,25(21):48,64.
- [5] 温明星,曲朝喜,李东升,等. 小麦新品种镇麦 9 号的丰产稳产广适性分析[J]. 江苏农业科学,2014,42(2):82-83.
- [6] 姚金保,Souza E,马鸿翔,等. 软红冬小麦品质性状与饼干直径的关系[J]. 作物学报,2010,36(4):695-700.
- [7] 张岐军,张 艳,何中虎,等. 软质小麦品质性状与酥性饼干品质参数的关系研究[J]. 作物学报,2005,31(9):1125-1131.
- [8] 杭雅文,武 威,张蓓茜,等. 弱筋小麦品质指标的相关性分析及筛选[J]. 麦类作物学报,2020,40(3):320-327.
- [9] 张平平,姚金保,王化敦,等. 江苏省优质软麦品种品质特性与饼干加工品质的关系[J]. 作物学报,2020,46(4):491-502.
- [10] 程顺和,吕国锋,张伯桥,等. 农业结构调整中的南方小麦育种[J]. 核农学报,2003,17(2):153-159.
- [11] 曹廷杰,王西成,赵 虹,等. 河南省区试小麦品种(系)的品质性状分析与评价[J]. 中国农村小康科技,2008,15(1):58-59.
- [12] Gaines C S. Collaborative study of methods for solvent retention capacity profile(AACC Method 56-11)[J]. Cereal Foods World, 2000,45(7):303-306.
- [13] Guttieri M J,Bowen D,Gannon D,et al. Solvent retention capacities of irrigated soft white spring wheat flours[J]. Crop Science,2001,41(4):1054-1061.
- [14] Zhang Q J,Zhang Y,Zhang Y,et al. Effects of solvent retention capacities,pentosan content,and dough rheological properties on sugar snap cookie quality in Chinese soft wheat genotypes[J]. Crop Science,2007,47(2):656-664.
- [15] 芦 静,吴新元,张新忠. 生态环境和栽培条件对新疆小麦品质的影响及其改良途径[J]. 新疆农业科学,2003,40(3):163-165.
- [16] 李朝苏,吴晓丽,汤永禄,等. 四川近十年小麦主栽品种的品质状况[J]. 作物学报,2016,42(6):803-812.
- [17] 简俊涛,张 震,李玉鹏,等. 2 种物候型小麦品种晚播后产量性状、品质分析及优化栽培[J]. 江苏农业科学,2020,48(6):73-77.
- [18] 赖菁茹,王光瑞,林作楫,等. 软质小麦品质与饼干烘焙品质关系的研究[J]. 中国粮油学报,1997,12(4):3-7.
- [19] 陈满峰. 弱筋小麦面粉理化品质性状遗传变异、肥料运筹及其与酥性饼干品质的关系[D]. 扬州:扬州大学,2008.
- [20] 罗勤贵,张 娜,张国权. 弱筋小麦 SRC 特性与饼干品质关系的研究[J]. 粮食加工,2007,32(6):20-24.