

ZHUANYONG
XIAOMAIFEN



专用小麦粉生产技术

ZHUANYONGXIAOMAIFEN SHENGCHANJISHU

主编 田建珍



郑州大学出版社

专用小麦粉生产技术

主 编 田建珍

郑州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

专用小麦粉生产技术/田建珍主编. — 郑州: 郑州大学出版社, 2004. 7

ISBN 7 - 81048 - 933 - X

I. 专… II. 田… III. 小麦 - 面粉 - 粮食加工

IV. TS211.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 082506 号

郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路 40 号

全国新华书店经销

郑州市毛庄印刷厂印制

开本: 787 mm × 1 092 mm

印张: 15.5

字数: 355 千字

版次: 2004 年 7 月第 1 版

邮政编码: 450052

发行电话: 0371 - 6966070

1/16

印次: 2004 年 7 月第 1 次印刷

书号: ISBN 7 - 81048 - 933 - X/T · 9 定价: 24.00 元

本书如有印装质量问题, 由承印厂负责调换。

主 编 田建珍

副主编 温纪平 郑学玲

编 者 田建珍 温纪平 郑学玲

林江涛 李利民

主 审 朱永义

内容简介

本书阐述了与专用小麦粉生产相关的原料工艺品质,成品质量要求,小麦粉后处理设备、工艺及技术。系统介绍了专用小麦粉的生产技术,专用小麦粉生产的装备和工艺,小麦粉的品质改良和小麦粉添加剂的特性及应用机理。

本书对小麦制粉行业的教学、科研、生产和专用小麦粉的开发和研制具有一定的指导意义,可供从事专用小麦粉研究、生产的技术人员参考,也可作为高等院校相关专业的教学参考书。

前 言

小麦属禾本科作物,是世界上分布最广、种植面积最大的粮食作物,其种植总面积和总产量均为谷物之首。小麦是中国的第二大粮食作物,1996~2000年,播种面积平均为2 745万公顷,年均总产量为11 217万吨。2002年播种面积为2 356万公顷,总产量为8 929万吨。小麦年均消费量在11 000万吨左右,其中小麦制粉消费逾9 000万吨。由此可见,从种植收割后的小麦到人们餐桌上的各种美味面食品,小麦制粉业和食品加工工业发挥着巨大作用,而小麦制粉业则是连接小麦种植业与食品加工工业的一条重要纽带。

面筋质赋予了小麦粉特有的食用品质特性,使得以小麦粉为主要原料制成的面食品种类居各类谷物食品之首。不同的面食品有各自特有的风味、特有的加工工艺和特有的品质特性,因而对其主要加工原料——小麦粉有着不同的品质要求,尤其是面食品进入工业化生产之后,对小麦粉的品质要求更加严格。因此,针对各类面食品不同的品质需求和加工工艺要求专门组织生产的专门用途的小麦粉——专用小麦粉应运而生。

由于专用小麦粉有独特的品质特点和工艺适应性,因此具有较高的产品附加值,生产专用小麦粉也具有较强的市场竞争力。但不同种类专用小麦粉的研制和生产是相当严格的,需要做大量而细致的工作。首先,要从终端食品的工艺、品质要求开始,去源头寻找适合其各种要求的小麦。其次,研究不同小麦的品质特性、不同小麦搭配后的品质特性、不同系统小麦粉的品质特性、不同种类小麦粉搭配后的品质特性、食品添加剂修饰后的小麦粉品质特性等等,配置好的专用小麦粉还要经过食品的烘焙、蒸煮实验等环节,各项指标均满足要求之后方可组织生产。生产过程中,从原料采购、分类存放、合理搭配和水分调节,到完善的清理工艺、先进的制粉工艺、灵活的后处理工艺,以及熟练的操作技术和严格的生产管理与品质监控等各个环节都需进行认真把关,方能生产出质量合格、品质稳定的不同种类的专用小麦粉。

简而言之,专用小麦粉生产需要具备以下条件:①首先要具备与所生产的专用小麦粉品质相适应的优质小麦;②应具备有现代化的品质检测仪器和高素质的技术人员;③具备先进合理的生产工艺和设备;④采用科学合理的小麦粉后处理及必要的添加剂修饰技术;⑤具有科学的质量控制系统和严格的管理制度。

近几年来,我国小麦品种改良取得了很大进步,优质小麦的发展非

常迅速,其种植面积越来越大,产量越来越高,这是我国农业育种专家辛勤努力的结果。优质小麦的发展对推动我国专用小麦粉的生产起到了积极作用。据有关资料报道,除馒头小麦粉用麦外,目前我国年需面包粉专用小麦 360 万吨,需饺子粉和方便面专用粉专用小麦 1 200 万吨,需饼干、糕点专用粉专用小麦 500 万吨、挂面专用小麦 200 万吨,合计共 2 260 万吨,占小麦总产量的 24.4%。2002 年优质小麦的产量达约 2150 万吨,数量上供需基本平衡。然而应当看到,尽管我国小麦品质有了很大改善,但能够达到国家优质小麦标准的数量还较少,优质小麦品质还不够稳定,质量参差不齐,同一品种质量差异较大。小麦品种中筋偏多,存在着“高筋不强”和“低筋不弱”的现象。

我国食品专用小麦粉的生产和使用,目前尚属于起步阶段,随着人民生活水平的提高和社会主义市场经济体系的逐步建立,对花样繁多的高质量面制食品的需求量将会日益增多。要满足日益增长的消费需求,多生产优质且品质稳定的面制食品,必须要有优质且质量稳定的专用小麦粉,而优质、质量稳定的专用小麦粉必须来源于优质的专用小麦。因此,优质专用小麦的培育、多品种专用小麦粉的研制与生产将是一项长期而艰巨的工作,需要育种工作者和制粉工作者坚持不懈地努力。

目前乃至今后相当长一段时间内我国还不能从根本上解决优质小麦问题。因此,合理地选配小麦、科学地进行小麦粉后处理和用好面粉改良剂已成为专用小麦粉生产中的重要技术措施。编者根据专用小麦粉研制、开发与生产的需要,收集近几年国内外相关领域的大量科研成果与文献资料,并结合多年来的教学、科研与生产实践,编写了《专用小麦粉生产技术》一书。书中介绍了小麦的分类及品质特性,不同面食对小麦粉的品质要求,重点介绍了专用小麦粉生产中的小麦粉后处理工艺、装备及食品添加剂的原理及使用。

全书分为五章,第一章由田建珍编写,第二章由温纪平编写,第三章由林江涛编写,第四章由郑学玲编写,第五章由李利民编写。全书由朱永义教授主审。

本书编写中,承蒙诸多专家、学者提供宝贵资料,同意引用、借鉴许多有价值的文献,在此深表谢意。

如果本书能对教学、科研与生产起到一定作用,则是编者衷心希望的。由于水平有限,书中欠缺和错误之处敬请广大读者批评指正。

编者

2004 年 4 月

目 录

第一章 总 论	(1)
第一节 专用粉生产的原料	(1)
一、小麦籽粒形态与结构	(1)
二、小麦的品质及特性	(3)
三、中国小麦品质状况及质量标准	(24)
四、其他主要国家小麦品质状况	(29)
第二节 小麦粉面团的流变学性能	(35)
一、面团的形成过程	(36)
二、面团形成过程中面筋蛋白质的变化	(38)
三、面团的揉和特性	(38)
四、面团的延伸特性	(43)
五、面团发酵特性	(47)
第三节 面制食品对小麦及小麦粉品质的要求	(48)
一、面 包	(49)
二、饼干、糕点	(52)
三、馒 头	(56)
四、面 条	(58)
第四节 专用小麦粉	(63)
一、专用小麦粉的分类	(63)
二、我国专用小麦粉质量标准	(67)
三、其他主要国家专用小麦粉种类及质量标准	(71)
四、专用小麦粉的制品评分与评价方法	(80)
第二章 小麦粉后处理生产设施和设备	(99)
第一节 杀虫与筛选	(99)
一、杀 虫	(99)
二、检查筛	(100)
第二节 面粉散装仓及相关设备	(103)
一、概 述	(103)

二、面粉散装仓	(104)
三、出仓装置	(106)
四、料位器	(109)
五、螺旋喂料器	(111)
第三节 称重、混合和包装设备	(112)
一、中间计量秤	(112)
二、微量添加机	(113)
三、配料秤	(114)
四、混合设备	(114)
五、面粉包装及发放	(118)
第四节 风运与设备	(120)
一、概 述	(120)
二、罗茨风机	(125)
三、正压关风器	(130)
四、阀 门	(132)
五、输料管	(136)
六、正压输送的计算	(137)
第三章 专用小麦粉生产工艺	(141)
第一节 概 述	(141)
第二节 清理工艺	(142)
一、小麦清理流程组合的要求	(142)
二、小麦清理流程组合的原则	(143)
三、清理工序	(143)
第三节 小麦搭配	(146)
一、小麦搭配的目的	(146)
二、小麦搭配的计算方法	(147)
三、实现搭配的方法	(148)
第四节 小麦制粉工艺	(148)
一、制粉工艺	(149)
二、专用粉制粉流程的技术要求	(149)
第五节 专用小麦粉生产的基本方法	(151)
一、原料的选择	(151)
二、生产专用小麦粉的几种方法	(152)
三、专用小麦粉开发生产过程	(154)
第六节 基础粉的收集与配制	(155)
第七节 配 粉	(162)
一、配粉车间的组成	(162)

二、配粉工艺	(163)
三、混配均匀度的检验	(168)
第四章 小麦粉添加剂	(170)
第一节 小麦粉的营养强化	(170)
一、概 述	(170)
二、营养强化的途径与载体的选择	(171)
三、面粉营养强化目的	(171)
四、面粉营养强化剂类型及其作用	(172)
五、面粉营养强化标准	(175)
六、面粉营养强化工艺	(176)
第二节 小麦粉品质改良剂	(178)
一、氧化剂	(178)
二、还原剂(减筋剂)	(186)
三、乳化剂	(187)
四、植物胶体	(191)
五、酶 类	(193)
六、谷朊粉	(200)
七、膨松剂	(200)
第三节 小麦粉添加剂在面制品中的应用	(202)
一、面包添加剂	(202)
二、馒头添加剂	(205)
三、面条添加剂	(206)
第五章 小麦粉气流分级与淀粉和谷朊粉分离	(211)
第一节 气流分级与精磨	(211)
一、气流分级	(211)
二、精 磨	(214)
三、面粉气力分级与精磨工艺	(215)
四、分级面粉的应用	(215)
第二节 小麦淀粉与谷朊粉	(216)
一、小麦淀粉和谷朊粉的生产工艺	(216)
二、淀粉、谷朊粉的质量标准	(221)
三、小麦淀粉和谷朊粉的应用	(223)
附录一 小麦粉质量标准	(226)
附录二 SSR 型罗茨风机参数表	(227)
参考文献	(234)

第一章 总论

第一节 专用粉生产的原料

一、小麦籽粒形态与结构

(一) 小麦籽粒形态

小麦籽粒顶端生长有短而坚硬的茸毛(俗称麦毛),基部长有麦胚。有胚的一面通常称为背面,相对的另一面称为腹面。籽粒腹面上有一条纵向沟槽,称为腹沟,腹沟的两侧称为颊,两颊呈中圆形隆起态或扁平状,靠得很近,因而腹沟凹陷在籽粒内部,其深度和宽度随品种及籽粒的饱满程度不同而异。

腹沟的存在给小麦加工带来一定影响,腹沟内所隐藏的灰土、微生物不易清除,腹沟越深其清理难度越大;另外腹沟内的麦皮不易去除,腹沟越深其皮层所占的比例就越大,相同条件下会降低小麦的出粉率。

小麦籽粒形状从背部看,可分为长圆形、卵圆形、椭圆形和短圆形。长圆形籽粒中部宽,两端小而尖;卵圆形籽粒上部小,下部宽;椭圆形籽粒中部宽,两端小而圆;圆形籽粒上下长宽相近。小麦籽粒横切面形状呈心脏形。

小麦籽粒形状一般通过目测区分。籽粒形状接近球形的麦粒,麦皮所占比例相对较小,出粉率较高。

因此,小麦腹沟浅而形状近似球的籽粒具有良好的加工性能。

(二) 小麦籽粒结构

小麦籽粒由麦皮、胚乳和麦胚3部分组成,如图1-1-1所示。

1. 麦皮

小麦皮层包围在胚乳和麦胚的外围,保护着胚及胚乳免遭病菌和害虫的侵袭。麦皮分为果皮和种子果皮,加工工艺学一般将果皮分为表皮、外果皮和内果皮,种子果皮分为种皮、珠心层和糊粉层。

种皮由两层斜向交叉排列的长细胞组成,外层为角质化细胞,无色透明,表面有较厚的角质层,扁平,内层细胞含有色素。色素细胞的厚薄及色素含量的多少决定了麦粒色泽的深浅。白色小麦色素细胞较薄,含色素物质少,呈淡黄色;红色小麦则相对细胞较厚,含色素较多,呈棕黄色或棕红色。

种皮具有半渗透性,可以防止病菌、害虫侵袭以及自然损伤。而皮层含有色素的多少,还会造成种子休眠特性上的差异。通常色素少的白色小麦,种皮薄、透气性强、呼吸强

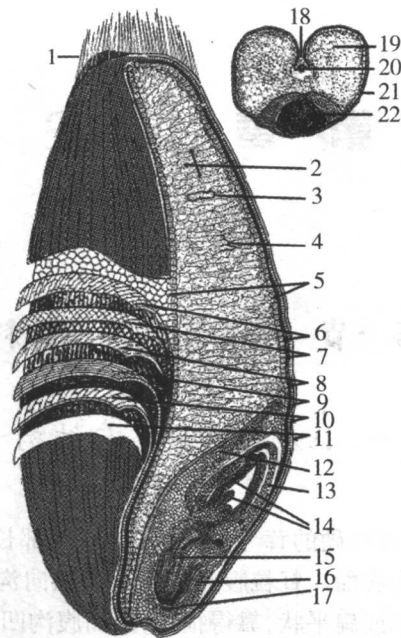


图 1-1-1 小麦籽粒结构

1. 茸毛 2. 胚乳 3. 胚乳细胞(充填着淀粉粒与蛋白质基质) 4. 细胞纤维壁 5. 糊粉层
6. 珠心层 7. 种皮 8. 管状细胞(内果皮) 9. 横细胞(中果皮) 10. 皮下组织(外果皮)
11. 表皮 12. 盾片 13. 胚芽鞘 14. 胚芽 15. 初生根 16. 胚根鞘 17. 根冠 18. 腹沟
19. 胚乳 20. 色素束 21. 皮层 22. 胚

度大,休眠期短。

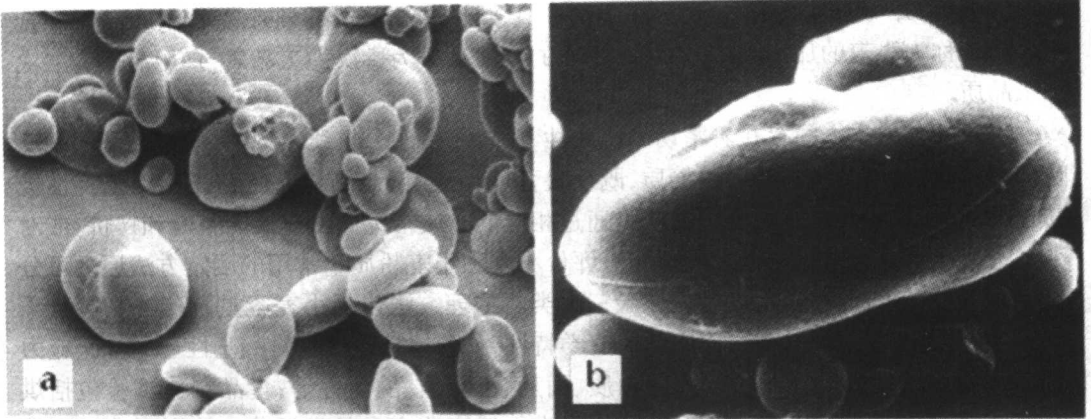
糊粉层包裹着全部胚乳,故植物学将其归为外胚乳。而小麦制粉时,因其与珠心层、种皮连接紧密,生产时多作为副产品,故将其归入麦皮。

糊粉层由排列整齐且紧密的厚壁细胞组成,细胞壁厚约 $3 \sim 4 \mu\text{m}$,纤维素含量较高。除腹沟和两端外,细胞均为单层。糊粉细胞多呈立方形,内部含有大量糊粉粒,无淀粉。

2. 胚乳

胚乳由胚乳细胞构成,由于形成的时间顺序不同,其细胞大小从外缘到中心部位呈梯度分布。外缘细胞胚乳体积较小,为 $0.2 \times 10^{-6} \text{cm}^3$;中心部位较大,为 $1.3 \times 10^{-6} \text{cm}^3$ (Kent and Jones, 1952年)。胚乳细胞为薄壁细胞,细胞壁无色,主要由戊聚糖、半纤维素和 β -葡聚糖组成,小麦研磨制粉时随胚乳破碎混入面粉。

胚乳细胞内充填着大小不等的淀粉颗粒,淀粉颗粒多为单颗粒,按粒度大小一般分为两类(图 1-1-2a):一类颗粒较大,其合成时间较早,呈凸透镜状并有一条沟槽(图 1-1-2b),直径一般为 $20 \sim 40 \mu\text{m}$;另一类颗粒较小,是在籽粒发育后期合成的,多呈球状,直径一般 $2 \sim 10 \mu\text{m}$ 。介于大小粒之间的淀粉颗粒相对较少。成熟的籽粒中,从胚乳外缘到中心部位小粒淀粉的相对数量逐渐减少,大粒淀粉的数量逐渐增加。大粒淀粉约占籽粒淀粉总量的 90%。



图片来源: Evers, A. D. (1971年)

图 1-1-2 小麦淀粉粒电镜扫描图

胚乳细胞内大小淀粉粒的缝隙间充填着蛋白质基质,这些蛋白质基质将淀粉粒包裹起来,并与淀粉粒连在一起。一些蛋白质黏结在淀粉粒表面上,用机械方法难以将其分离。一般情况下,胚乳中心部位的蛋白质含量较低,而外围含量较高。

根据胚乳细胞内淀粉粒和蛋白质基质充填的紧密程度不同,胚乳分为角质胚乳和粉质胚乳。

3. 麦胚

麦胚长约 2.54 mm,宽约 1 mm。麦胚通过上皮细胞层与胚乳连接,外侧被皮层所包围,珠心层和糊粉层细胞在临近麦胚处厚度开始缩减。麦胚与胚乳结合的紧密程度不一,有些品种的麦胚松弛地连接在胚乳的穴位内,受到打击很易脱落。

胚由子叶、胚芽、胚轴和胚根等组成。

二、小麦的品质及特性

小麦的品质是一个综合概念,不同角度有不同的评价标准。从提供人体所需的各种营养成分角度考虑,营养丰富、全面且比例平衡者品质为佳;从小麦制粉角度考虑,制粉特性好,出粉率高、灰分低、粉色白者品质为佳;而从食品加工角度考虑,制作面包、饼干、蛋糕等焙烤类食品,具有良好的烘焙性能,制作馒头、面条、水饺等蒸煮类食品具有良好的蒸煮性能,且食品质量优良、风味独特者为上乘。因此,小麦的品质根据不同的应用目的、不同的评价角度可分为营养品质、制粉品质和食用品质。

小麦的制粉品质是指影响小麦制粉工艺效果的某些性质,包括小麦籽粒的形态结构、理化特性和结构力学性质,如:出粉率、灰分、容重、千粒重、角质率、蛋白质等。小麦的食用品质通常是指小麦粉在制成面食品的过程中所表现的各种性能,以及面食品的色、香、味、形及适口性等。小麦的食用品质主要取决于小麦粉的最终食品用途,可通过小麦粉的

理化指标(蛋白质、面筋质等)、面团流变学特性、淀粉酶活性以及面糊的黏度特性等进行间接的评价,并可通过烘焙试验、蒸煮试验等直接评定。目前,多将小麦的制粉品质和食用品质统称为小麦的加工品质。其中,小麦的制粉品质为一次加工品质,食用品质为二次加工品质。

小麦的各品质之间存在着密切的相关性,没有严格的分界线,一些品质指标可同时反映多种品质,如小麦蛋白质和面筋质,既反映营养品质,又与制粉品质和面团工艺特性极其相关,但非正相关。对小麦的品质可通过相应的品质指标做出直接的判断和评价,或对小麦的最终用途做出科学合理的预测。评价小麦和小麦粉质量常用的测定方法原理可分为物理方法、化学方法和食品制作试验三大类。物理方法包括小麦容重、籽粒的颜色、千粒重、角质或硬度、制粉试验、面团的流变学特性,如耐搅拌性能、弹性、塑性、黏弹性、应力等指标;化学方法包括水分、灰分、蛋白质、面筋、沉降值、酶活性等;食品制作试验包括烘焙试验、蒸煮试验、煎炸试验等,对面食制品进行感官鉴定和品尝评分。特别要求对面筋质量及食品有关指标进行评价。

生产通用小麦粉时,由于通用小麦粉没有特定用途,仅有一些常规的质量指标,如:灰分、水分、加工精度、面筋质含量、粗细度等。因此,人们比较注重小麦的制粉品质,兼顾其营养品质。

专用小麦粉生产则不同,专用小麦粉是针对不同面食品的加工工艺及食品特点或特定用途而“量身定做”的。因此,加工专用小麦粉的小麦首先应具有适合该类食品加工特点的品质特性,同时还应具备适宜的制粉性能,这样才能够在保证专用小麦粉质量的前提下,降低生产成本,取得较高的经济效益。

(一)小麦的制粉品质及特性

1. 色泽

小麦籽粒颜色主要分白色、红色和琥珀色,籽粒的颜色主要由种皮色素层中沉淀的色素来决定。小麦制粉时,随着胚乳被研磨成粉,麦皮会或多或少地随之粉碎而混入面粉中。面粉的加工精度越高,粒度就越细,面粉中的麸星含量就越少,而加工精度越低,相应混入面粉中的麸星就越多。红麦麦皮与胚乳色差较大,混入面粉中呈现出星星斑点非常明显,因此,面粉加工精度越低,对面粉的色泽影响就越大;白色小麦皮色较浅,对粉色影响相对较小。我国小麦制粉企业长期以来,以生产通用小麦粉为主,小麦粉的质量主要以粉色与麸星含量、面筋质含量、灰分、水分等指标来评价,而对消费者来讲最为直观的评价标准是看粉色白不白。因此,在相同粉色标准的条件下,白麦较红麦有较高的出粉率,所以小麦粉加工企业一般愿意加工白色小麦。

小麦粉的食用品质主要与小麦胚乳的内在品质相关,故在选择加工专用小麦粉的小麦时,应首先满足其品质要求,其次才考虑色泽等因素。小麦粉的粉色可通过提高小麦粉的加工精度等手段来控制。

白色小麦的休眠期一般较短,如果在收获季节遇到持续阴雨天气,很容易产生穗上发芽现象,影响其产量和品质。而红麦的休眠期相对较长,不易穗上发芽,防冻抗旱性能较强,另外种皮也相对稍厚,吸湿性和呼吸强度比白麦弱,储存期间品质性状相对比较稳定,所以红麦的分布比白麦广泛。我国小麦的种植中,红色小麦约为白色小麦的2.5倍。美

国和加拿大种植的大多数优质小麦品种是红麦,其国内的制粉企业一般喜欢选用深色的硬红小麦加工面包专用粉,因为该类小麦具有良好面包粉品质特性。

2. 容重

容重是指单位容积内小麦籽粒的重量,我国以克/升(g/L)为容重单位,国外常用英制单位为磅/蒲式耳(1b./bushel),公制单位为千克/百升(kg/100L)。

同一地区生产的相同品种和相同类型的小麦,其容重大小与出粉率存在线性相关。一般情况下,小麦容重越高,表示籽粒越饱满,胚乳含量越高,出粉率亦越高。故目前世界各国普遍将容重作为确定小麦等级的一项重要指标。

容重与小麦的粒度、形状、表面状态、整齐度、水分、含杂种类及含杂量等因素有关。表面粗糙、有皱褶的小麦容重较低,水分增高小麦容重减小,含轻杂越多,相应容重越小。

我国小麦的容重一般为680~820 g/L。

3. 千粒重

千粒重是指一千粒小麦的重量,以克(g)为单位。按计算方法不同,千粒重可分为自然水分千粒重、标准水分千粒重和干态千粒重几种。自然水分千粒重是指测定小麦实际水分下的重量,不需进行换算,方法简单,被广泛采用。

小麦的品种和生长条件不同,其千粒重有较大差异。千粒重的大小取决于小麦籽粒的饱满程度、粒度、成熟度和胚乳的结构。一般情况下,籽粒饱满、颗粒大、成熟且结构紧密的小麦千粒重较大。换言之,在水分相同的条件下,千粒重越大,则表明小麦籽粒饱满、颗粒大、胚乳含量越高。

我国小麦的千粒重一般为17~47 g。

4. 角质与粉质

角质亦称玻璃质,通常是根据透明部分的多少来判断麦粒的角质与粉质,一般采用感官目测方法:从麦粒中部横向切断,玻璃状透明体占本粒1/2以上的为角质麦粒;等于或小于1/2的为粉质麦粒。而一些国家则规定,只有角质含量为70%或100%的小麦籽粒才为角质粒,这一点与我国的判断标准存在较大差异。

角质率是指具有角质胚乳的麦粒在小麦籽粒中所占的比例,即:从小麦堆中随机取出100粒,角质麦粒占所取样品粒数的百分比。

粉质率则是指具有粉质胚乳的麦粒在小麦籽粒中所占的百分比(方法同上)。

当小麦籽粒胚乳中有空隙时,由于光线的衍射和漫射,使得籽粒透光性变差,呈不透明状;当籽粒充填紧密时,光线在空气和麦粒接口衍射并穿过麦粒呈现半透明的玻璃状。小麦籽粒胚乳中的空隙是由于在田间干燥过程中蛋白质皱缩、破裂而造成的。麦粒干燥失水时,玻璃质胚乳蛋白质皱缩时仍能保持其完整,密实程度较高,故较透明。一般角质麦粒胚乳结构紧密,透光性较好,籽粒硬度较高,蛋白质及面筋质含量亦较高,多将具有角质胚乳的小麦称为硬麦;粉质麦粒则相对胚乳结构疏松,淀粉颗粒之间、淀粉与蛋白质之间结合不很紧密,存有空隙,透光性差,胚乳强度较低,蛋白质及面筋质含量一般也较低,故将具有粉质胚乳的小麦称为软麦。

麦粒胚乳的角质与粉质易受小麦栽培、生长和干燥条件等外界因素的影响,如:土壤水分缺乏,氮素供应平衡,适当施用磷肥等都有利于提高小麦的角质率,而乳熟后期连续

下雨对角质形成不利。一般来讲,高蛋白的硬质小麦往往是玻璃质的,低蛋白的软质小麦往往是不透明的。但也有例外,存在有角质率低的硬麦、角质率高的软麦。因此,角质率与蛋白质含量、面筋含量虽有一定关系,但角质率高并不一定就意味着面筋含量高、质量好和蛋白质含量高,同时角质率高也并不意味着麦粒硬度一定大。

由于多数情况下,麦粒的角质与粉质能够间接地反映籽粒的强弱和蛋白质含量的高低,在目前蛋白质、硬度及粉质测定的仪器还没有普及的情况下,用角质率来间接反映小麦籽粒胚乳的质地,虽不很准确、不能完全与小麦的品质划等号,但检验方法便捷、实用。所以许多国家仍将角质率作为划分小麦软硬的一个指标。

我国现行小麦收购标准中规定:硬麦的角质率应达70%及以上,软麦的粉质率应在70%及以上。

5. 小麦硬度

如前所述,靠角质率的高低来划分小麦的软硬,很不确切,另外判断标准也不统一,因而差异较大。小麦进行加工时,是通过外力(机械力)将其破碎,逐渐粉碎成细小的粉状颗粒。软麦和硬麦由于胚乳结构的紧密程度不同,破碎时所需的功耗、所呈现的特性以及粉碎颗粒的粒度分布等都存在较大差异,人们试图通过仪器测定方法,来度量小麦籽粒软硬的程度。

目前小麦硬度的测定方法有研磨法、压力法、近红外法等。

(1) 研磨法 利用研磨粉碎来测定小麦硬度。一般来讲,硬质小麦研磨或粉碎后得到的颗粒较粗,流动性好,而软质小麦得到的颗粒较细,流动性差。不同硬度的小麦研磨或粉碎后得到的颗粒具有不同的粒度分布。研磨法主要有研磨细度法、研磨时间法和研磨功耗法等几种方法。

1) 研磨细度法 采用小型粉碎机将一定量的小麦样品粉碎,再用细小筛网筛理一定时间,测取筛下物(细粉)占粉碎物料的百分比。此方法通常也称为颗粒度指数法(Particle Size Index,简称PSI)。麦粒胚乳硬度高就不易破碎,其细粉含量较少,故PSI值较低;胚乳硬度低则易于粉碎,细粉含量多PSI值相对较高。

利用Falling Number公司的3100实验磨,磨碎10g样品,用140目筛网筛理8min,测得的PSI值:硬麦为20%~40%,软麦为50%~70%。由于不同生产厂家采用的研磨及筛选设备不同,筛网孔径和筛理时间也有差异,故不同型号、规格的仪器所测得的PSI值不尽相同。因此,采用PSI值测取小麦硬度时,需注意所用仪器的规格型号,该仪器测得的软硬麦PSI值的经验范围。

研磨细度法有很好的分辨能力,测定重现性好,但测定时间较长。

2) 研磨时间法 此类硬度仪主要由立式锥形磨、天平、时间显示器及控制电路组成。其原理是:称取一定量的小麦样品送入立式锥形磨粉碎,粉碎后物料靠自重落入其下方的天平中,同时自动记录天平中的粉碎物料达到一定量时所用的时间(Ground Time,简称GT),以秒(s)计。软麦磨碎后得到细小粉粒较多,其流动性差,不易从磨体间隙中流出,研磨时间(GT值)长;籽粒硬度高,粉碎后大颗粒物料较多,流动性好,GT值就短。

西德Brabender公司微型硬度计(Micro-Hardness Tester)测定小麦硬度的方法如下:取小麦6g投入磨口中,记录研磨出4g粉碎物料时所需要的时间(GT值):硬质小麦15

~25 s, 软质小麦 26 ~ 60 s。研磨时间法在测定时所需样品数量少、测定时间短, 手续十分简单, 测定重现性也很好。

3) 研磨功耗法 该方法是使用德国 Brabender 公司生产的硬度 - 结构仪 (Hardness and Structure Tester) 测定研磨籽粒时所需要的力和功。硬质麦比软质麦需要更大的功。该方法更为准确, 所需仪器较复杂, 要将硬度结构仪与粉质仪的测定系统相联结, 且样品重量大, 一次测定需用 50 g 样品, 费工费时, 手续繁杂。

4) 抗粉碎指数法 抗粉碎指数法是由河南工业大学 (原郑州粮食学院) 研究并建立的一种测定小麦硬度的新方法, 并与无锡粮食机械厂合作成功研制出的新型小麦硬度测定仪。该测定仪通过一定的粉碎时间内, 不同硬度的小麦样品粉碎后穿过筛网的粉粒重量的差异, 来建立小麦硬度和确定时间内小麦样品被粉碎后穿过筛网的粉粒重量之间的对应关系。用穿过筛网的粉粒重量占测试小麦样品重量的百分比值表示小麦的硬度, 称小麦抗粉碎硬度指数 (Pulverization Resistance Index, 简称 PRI)。PRI 值越小, 表明小麦硬度越大。硬麦的 PRI 值为 20% ~ 30%, 软麦的 PRI 值为 40% ~ 50%。小麦的抗粉碎指数法与现有的各种小麦硬度测定方法相比, 具有仪器价格低、快速、操作简便等优点。该方法可用于小麦育种、品质评价、加工等硬度的测定。

采用研磨法测定小麦硬度应注意将测试样品的水分、测试环境的温度和湿度控制在相对一致的水平上。因为小麦水分的变化, 将使麦皮韧性、胚乳硬度、粉碎物料的流动性及筛理性能的改变, 从而导致测定值的改变, 对软麦测定值的影响尤为显著。

(2) 压力法 利用压头或刀头压碎或切割方法来测定小麦硬度, 如压裂籽粒法、切割法等。Ogawa Seiki O. S. K 谷物硬度测试仪用于测量当一粒谷物受压而出现裂痕时所达到的最大压力。测试时需将麦粒侧向放置, 使其两侧同时受压, 从而使因腹沟引起的变异性减小到最小的程度。但是此种测量无法计算出应力的大小, 因压力作用面积是未知的。再者, 小麦单颗粒之间的硬度差别较大, 即使同品种、甚至同株小麦麦粒间也有差异, 故此方法需要在较多的样品测试基础上, 进行统计分析方能得出较准确的测试结果。因此目前使用较少。

4100 型单粒谷物特性测定仪 (Single Kernel Characterization System, 简称 SKCS4100 系统), 能在 3 ~ 4 min 内对 300 个谷物籽粒的特性进行一粒一粒检测, 可测出谷物水分、硬度指数、籽粒重量、籽粒直径等指标。能快速测出样品的均匀性, 并进行统计分析, 显示出平均值、标准差, 并绘出直方图。SKCS4100 可将小麦快速鉴别分类, 目前是美国联邦粮食监测中心 USDA 用于硬度分类的官方仪器。

(3) 近红外法 近红外法 (NIR) 可以快速测定谷物的蛋白质、脂肪、水分含量等。其中 1 680 nm 处的反射量 NIR 值与研磨时间法的 GT 值或研磨细度法的 PSI 值都有较好的相关性。用近红外反射仪测定小麦籽粒的硬度, 国内外均有应用的报道。其优点是简便快速, 可同时测几个性状。NIR 法已列入美国谷物化学家协会标准方法 (AACC5530), 在法国也广泛使用。NIR 值越大, 籽粒硬度越高。硬麦的 NIR 值大于 75, 软麦的 NIR 值小于 25。

小麦的硬度是由胚乳细胞中蛋白质基质和淀粉之间的结合强度决定的, 这种结合强度受遗传控制。在硬麦中, 细胞内含物之间结合紧密。软质小麦胚乳细胞内蛋白质与淀