

柳小宁,潘永东,张华瑜,等. 蛋白质含量与大麦及麦芽品质指标间的相关趋势分析[J]. 江苏农业科学,2015,43(6):278-280.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.06.091

# 蛋白质含量与大麦及麦芽品质指标间的相关趋势分析

柳小宁,潘永东,张华瑜,包奇军

(甘肃省农业科学院经济作物与啤酒原料研究所,甘肃兰州 730070)

**摘要:**为了探索大麦蛋白质含量对其品质指标以及麦芽理化指标的影响程度,选取甘啤系列大麦品种甘啤 3 号、甘啤 4 号、甘啤 5 号、GM2 为试验材料,用国家标准方法对大麦和相应麦芽进行品质检测,并对不同蛋白质含量的大麦品种及其相应麦芽的理化指标进行相关趋势分析。结果表明:参试品种中,大麦的蛋白质含量与其淀粉含量、水敏性、 $\beta$ -葡聚糖含量、多酚物质含量都有相关关系;随蛋白质含量的增加,淀粉、多酚含量呈降低趋势,水敏性、 $\beta$ -葡聚糖含量呈增长趋势;参试材料中,大麦的蛋白质含量与其相应的麦芽品质指标之间也存在着一定的相关性,随着蛋白质含量的增加,其脆度、微粉浸出率、 $\alpha$ -氨基氮含量、库值呈现降低趋势,黏度、 $\beta$ -葡聚糖呈增长趋势。

**关键词:**大麦;蛋白质;品质;麦芽指标;趋势

**中图分类号:** S512.303 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)06-0278-03

由于大麦在我国并未被列入主要农作物的范围,通常被视为杂粮。大麦没有小麦、玉米等主要粮食作物的良种补贴及最低收购价制度,严重影响了农户的种植积极性。因此,加强大麦育种工作,选育优质专用品种,特别是当前大力选育优质专用啤用、饲用大麦品种,是推进我国啤酒及饲料工业健康发展的基础<sup>[1-2]</sup>。大麦的蛋白质含量一直以来是育种及啤酒

生产企业关注的指标,是筛选优质啤酒大麦的关键指标之一,在啤酒酿造过程中,大麦的蛋白质含量对发芽、糖化、发酵以及最后成品啤酒的泡沫、风味、稳定性等质量指标都有很大的影响。酿造大麦蛋白质含量要求的范围是 9.0%~12.0%,但是近年来国产大麦的蛋白质含量超过 13%,甚至达到 15%<sup>[3]</sup>。高蛋白质含量的大麦存在着蛋白质溶解困难、胚乳溶解不均匀、成品麦芽  $\beta$ -葡聚糖含量高、黏度大、过滤慢等缺点。因此,选育出优质的大麦品种是一直以来是育种工作者的目标。为了探索蛋白质含量与大麦及麦芽品质指标间的相关趋势,本试验对甘肃省农业科学院经济作物与啤酒原料研究所的海拔试验材料进行品质检测,对大麦蛋白质含量与大麦以及麦芽品质的关系进行了相关趋势分析,以期初步判断大麦蛋白质含量及其相应品质指标之间的趋势提供参考。

收稿日期:2014-07-12

基金项目:国家大麦青稞产业技术体系西北育种岗位专家(编号: CARS-05)

作者简介:柳小宁(1973—),女,甘肃庄浪人,助理研究员,主要从事啤酒大麦育种及大麦和麦芽品质分析研究。E-mail: liuxiaoning9065@126.com。

通信作者:潘永东,研究员,主要从事大麦育种与栽培研究。E-mail: panyongdong1010@163.com。

随用药量的增加而显著增加。小麦收获前 26 d 施用多菌灵纯药 723 g/hm<sup>2</sup> 或在收获前 40 d 内施用多菌灵纯药 868 g/hm<sup>2</sup> 1 次,小麦收获前 38、30 d 内各施用多菌灵纯药 723 g/hm<sup>2</sup> 1 次,小麦籽粒中多菌灵残留量均有可能超过 0.05 mg/kg。应用多菌灵防治小麦赤霉病,为确保安全有效,可掌握在小麦齐穗至扬花初期尽早喷施,并严格注意用药量与安全间隔期。多菌灵纯药 1 次施用量为 723 g/hm<sup>2</sup> 时,距小麦收获的安全间隔期须掌握在 30 d 以上;若间隔 7~8 d 2 次用药,第 2 次用药期须确保达 33 d 以上;当多菌灵纯药 1 次用量为 868 g/hm<sup>2</sup> 时,距小麦收获的安全间隔期须达到 40 d 以上。本试验地当年小麦于 4 月 19 日达抽穗始盛,4 月 23 日、4 月 28 日分别进入抽穗期、扬花高峰期,扬花期持续到 5 月 6 日。据 5 月 23 日赤霉病情定局时调查,未用药防治区病穗率仅为 3.1%,病情指数 0.975,当年为轻发生;4 月 23 日至 5 月 6 日用药区防治效果达 80% 以上,其他时段用药小区的防治效果为 40%~70%,说明多菌灵对小麦赤霉病的防治效果较为理想,只要适期适度用药,既可达到控害防病的目的,

又可实现控残安全的目标。

## 参考文献:

- [1] 张长青,翟平平,洪少林,等. 7 种杀菌剂对小麦赤霉菌的抑制作用[J]. 中国植保导刊,2012,32(11):50-52.
- [2] 冯成玉,张光旺,刘建邦,等. 湿段天气在小麦赤霉病定量预报中的应用[J]. 植物保护学报,1998,25(3):231-234.
- [3] 崔航,王晓曦,付奎,等. 小麦赤霉病及控制技术进展[J]. 粮食流通技术,2013(2):33-36.
- [4] 杨荣明,吴燕,朱凤,等. 2010 年江苏省小麦赤霉病流行特点及防治对策探讨[J]. 中国植保导刊,2011,31(2):16-19.
- [5] 胡人卫,罗苹. 小麦中多菌灵残留量的快速测定[J]. 农药,1991,30(1):41-42.
- [6] 张玉婷,郭永泽,刘磊,等. 50% 多菌灵 WP 在小麦和土壤中残留动态研究[J]. 天津农业科学,2007,13(4):52-54.
- [7] 余向阳,骆爱兰,刘贤进. 小麦中多菌灵残留量的 HPLC 分析方法研究[J]. 现代农药,2004,3(1):17-19.

1 材料与方法

1.1 试验材料

选择甘肃省农业科学院经济作物与啤酒原料研究所的海拔试验材料甘啤 3 号、甘啤 4 号、甘啤 5 号、GM2,前 3 种分别简称甘 3、甘 4、甘 5。

1.2 研究方法

依据 GB/T 7416—2008《啤酒大麦》、GB 1686—2008《啤酒麦芽》,选取不同海拔种植区域的大麦试验品种甘 3、甘 4、甘 5、GM2,分别进行大麦品质检测<sup>[4]</sup>,其中  $\beta$ -葡聚糖的检测用刚果红法<sup>[5-6]</sup>。同时,对参试品种进行浸 4 断 8(1 种制麦

工艺指标过程中对水分的控制时间)制麦,对制得的麦芽进行理化指标检测,用 SPD 7.05 软件对不同蛋白质含量对应的大麦品质指标以及麦芽理化指标进行趋势分析<sup>[7]</sup>。

2 结果与分析

2.1 蛋白质含量对大麦品质的影响

2.1.1 蛋白质含量与淀粉含量、千粒质量之间的关系 由表 1 可以看出,随着蛋白质含量的增加,甘 3、甘 4、甘 5、GM2 淀粉含量基本上呈递减的趋势;蛋白质含量与千粒质量之间虽然都存在一定的趋势关系,但是趋势不明显,也不稳定。

表 1 大麦蛋白质含量与淀粉含量、千粒质量的趋势分析

大麦品种	蛋白质含量 (%)	淀粉含量 (%)	千粒质量 (风干,g)	蛋白质含量与淀粉含量的趋势线方程	蛋白质含量与千粒质量趋势线方程
GM2	13.5	56.0	35.0	$y = -1.48x + 57.35, r^2 = 0.844\ 4$	$y = 0.68x + 35.05, r^2 = 0.465\ 2$
	14.5	52.3	37.0		
	15.3	50.8	38.1		
	18.3	50.0	36.9		
甘 3	12.1	56.3	36.3	$y = -1.48x + 57.35, r^2 = 0.844\ 4$	$y = 0.81x + 37.65, r^2 = 0.135\ 3$
	12.9	54.3	43.1		
	13.5	51.8	38.9		
	15.4	52.2	40.4		
甘 4	11.5	57.1	38.7	$y = -1.42x + 57.4, r^2 = 0.604\ 8$	$y = 0.89x + 40.35, r^2 = 0.126\ 7$
	13.1	53.7	46.5		
	13.5	51.5	41.9		
	14.2	53.1	43.2		
甘 5	12.1	56.8	34.6	$y = -1.35x + 57.4, r^2 = 0.811\ 6$	$y = 0.49x + 35.95, r^2 = 0.065\ 6$
	12.3	53.9	38.4		
	14.0	52.7	40.0		
	15.8	52.7	35.7		

2.1.2 蛋白质含量与水敏性的关系 具有水敏感性的大麦,发芽时对氧的需求量大于对水的需要,这类大麦即使在一般浸麦操作的断水阶段,由于麦粒表面附着的 1 层水膜会妨碍胚与氧的接触而使发芽受阻。通过对大麦水敏性和休眠期的试验发现,蛋白质含量较高的大麦,其水敏性也高,蛋白质含量与水敏性的趋势分析见表 2。不同蛋白质含量和水敏性之间存在明显的相关性,随着大麦蛋白质含量的增加,GM2、甘 3、甘 4、甘 5 水敏性也随着提高。

表 2 大麦蛋白质含量与水敏性的趋势分析

大麦品种	蛋白质含量 (%)	水敏性 (%)	蛋白质含量与水敏性的趋势线方程
GM2	13.5	2	$y = 0.9x + 12.633, r^2 = 0.995\ 9$
	14.5	40	
	15.3	70	
甘 3	12.1	0	$y = 0.7x + 11.43\ 3, r^2 = 0.993\ 2$
	12.9	55	
	13.5	44	
甘 4	11.5	4	$y = x + 10.7, r^2 = 0.892\ 9$
	13.1	31	
	13.5	74	
甘 5	12.1	0	$y = 0.95x + 10.9, r^2 = 0.828\ 0$
	12.3	50	
	14.0	51	

2.1.3 大麦蛋白质含量与  $\beta$ -葡聚糖、总多酚含量的关系 大麦蛋白质主要包括贮藏蛋白质和组织蛋白质,其中糊粉层内胚乳外缘的储藏蛋白质是影响大麦蛋白含量的主要因素,这一部分蛋白质在发芽过程中大部分被降解。 $\beta$ -葡聚糖是淀粉胚乳细胞壁的主要成分,会随着麦芽的溶解而降解,大麦的酚类主要存在于谷皮和糊粉层中,少量存在于胚乳中,随着胚乳的分解,可溶性多酚含量将增加<sup>[8-9]</sup>。大麦蛋白质含量和  $\beta$ -葡聚糖、总多酚含量的关系见表 3,结果以绝干计(不含水分)。

表 3 大麦蛋白质含量与  $\beta$ -葡聚糖含量、总多酚含量的关系

大麦品种	蛋白质含量 (%)	$\beta$ -葡聚糖含量 (%)	总多酚含量 (%)
甘 4	9.2	3.3	27.6
甘 3	10.9	3.7	20.4
甘 5	12.8	6.5	16.0
GM2	14.6	8.1	13.6

大麦的蛋白质含量和  $\beta$ -葡聚糖、总多酚含量之间存在明显的相关关系( $r^2$  分别为 0.894 1、0.934 0),随着蛋白质含量的增加, $\beta$ -葡聚糖含量呈增加趋势,而总多酚含量呈减少趋势。有研究指出,麦芽中  $\beta$ -葡聚糖含量与  $\beta$ -葡聚糖酶的活力有关,而与原料大麦中的  $\beta$ -葡聚糖含量无关<sup>[10-11]</sup>。另

有文献指出,麦芽中的 $\beta$ -葡聚糖酶主要来自微生物。这方面的研究还须要后续试验进一步验证。

2.2 大麦蛋白质含量与麦芽品质之间的关系

检测结果显示,大麦的蛋白质含量与麦芽品质指标间存在明显的相关关系。当大麦的蛋白质含量偏高时,容易造成浸出率下降。根据前人的研究,对于同一品种,一般蛋白质每升高 1%,则浸出率降低约 0.6%<sup>[12]</sup>。大麦蛋白质偏高还可

造成粗粉差偏大、色泽偏深、脆度偏低、pH 值偏低等缺陷;大麦蛋白质过低,则造成糖化力降低。对于澳麦 Schooner,由于蛋白质含量较低,其糖化力可能降至 220 WK 以下;对于法麦的某些品种,其黏度随之上升,这可能是低蛋白造成 $\beta$ -葡聚糖酶产生少的缘故。下面将甘 3、甘 5 这 2 个品种的成品麦芽检测结果进行比较,详见表 4。

表 4 蛋白质含量和麦芽品质指标之间的关系

样品称	蛋白质含量 (%)	脆度 (%)	色度 (EBC)	黏度 (mPa·s)	$\beta$ -葡聚糖含量 (mg/kg)	糖化力 (WK)	微粉浸出率 (%)	粗细粉差 (%)	$\alpha$ -氨基氮含量 (mg/kg)	可溶性氮含量 (mg/kg)	库值 (%)
甘 3	11.4	83.8	3.37	1.51	132	402	81.0	1.4	1 850	671	37
	14.6	57.0	3.47	1.75	294	324	78.2	2.3	1 610	791	34
	15.1	37.0	4.85	2.23	426	305	75.0	7.0	1 200	626	26
甘 5	11.6	90.6	3.67	1.42	38	572	81.4	0.7	2 470	1 010	55
	12.2	81.2	3.53	1.46	118	510	81.6	1.5	2 210	841	43
	13.8	60.0	2.79	1.63	220	512	77.7	1.0	1 820	879	40

将表 4 中不同含量的蛋白质相对应的各个指标进行趋势分析:甘 3 的蛋白质含量与脆度( $r^2 = 0.849\ 3$ )、黏度( $r^2 = 0.964\ 3$ )、 $\beta$ -葡聚糖( $r^2 = 0.996\ 5$ )、微粉浸出率( $r^2 = 0.998\ 5$ )、 $\alpha$ -氨基氮( $r^2 = 0.977\ 7$ )、可溶性氮( $r^2 = 0.069\ 6$ )、库值( $r^2 = 0.935\ 6$ )都存在相关性;甘 5 的蛋白质含量与脆度( $r^2 = 0.935\ 6$ )、黏度( $r^2 = 0.886\ 7$ )、 $\beta$ -葡聚糖( $r^2 = 0.994\ 8$ )、微粉浸出率( $r^2 = 0.709\ 6$ )、 $\alpha$ -氨基氮( $r^2 = 0.986\ 8$ )、可溶性氮( $r^2 = 0.548\ 5$ )、库值( $r^2 = 0.892\ 9$ )也均存在与甘 3 同趋势的相关性。分析表明:对于甘 3、甘 5 这 2 个品种,它们的变化趋势都是随着蛋白质含量的增加,脆度、微粉浸出率、 $\alpha$ -氨基氮、库值呈现逐渐下降趋势,黏度、 $\beta$ -葡聚糖含量呈逐渐上升的趋势。

3 结论

通过对参试大麦品种蛋白质含量及其品质指标分析表明:大麦蛋白质含量与其淀粉含量、水敏性、 $\beta$ -葡聚糖含量、多酚物质含量都有相关关系;随蛋白质含量的增加,淀粉、多酚含量呈下降趋势,水敏性、 $\beta$ -葡聚糖含量呈上升趋势。蛋白质含量和成品麦芽的品质指标之间也存在一定的相关关系,随着蛋白质含量的增加,麦芽的脆度、微粉浸出率、 $\alpha$ -氨基氮含量、库值呈现下降的趋势,而黏度、 $\beta$ -葡聚糖含量则随蛋白质含量的增加呈上升趋势。

蛋白质含量是大麦的关键指标之一,要选育出优质大麦,在栽培条件一致的情况下,首先要选择蛋白质含量适中的品种;要生产出优质麦芽,除了筛选最佳的制麦工艺条件,品种的蛋白质含量是制麦工艺的主要影响因素之一。

参考文献:

[1]陈明贤,张国平. 全球大麦发展现状与中国大麦产业发展分析[J]. 大麦与谷类科学,2010(4):1-4.

[2]杨建明,沈秋泉,汪军妹,等. 我国大麦生产、需求与育种对策[J]. 大麦科学,2003(1):1-6.

[3]白 盼,宁正祥,郭培国,等. 不同大麦籽粒品质及发芽后蛋白质含量和主要水解酶活力变化的研究[J]. 中国酿造,2011(12):117-121.

[4]管敦仪. 啤酒工业手册:中[M]. 北京:轻工业出版社,1985.

[5]李永仙,尹象胜,顾国贤,等. 刚果红法测定麦汁和啤酒中的 $\beta$ -葡聚糖[J]. 无锡轻工大学学报,1997,16(1):10-15.

[6]熊莱君,王 新,张红霞.  $\beta$ -葡聚糖含量测定方法的比较[J]. 华西药杂志,2005,20(5):438-440.

[7]许如根,吕 超,郭三红,等. 二棱啤酒大麦籽粒大小的差异性及相关性分析[J]. 麦类作物学报,2007,27(4):731-734.

[8]温 科,负健民,韩 丽. 啤酒麦芽在制造过程中 $\beta$ -葡聚糖含量的变化[J]. 食品工业科技,2008,29(6):85-87.

[9]程 贺,王晓丹,李秀琳,等. 国产大麦蛋白质含量及酶活力变化对麦芽品质的影响[J]. 食品工业,2011,32(1):1-4.

[10]王伟民. 大麦蛋白质含量与啤酒质量的关系[J]. 啤酒科技,2006(8):40,43.

[11]王文正,吕 潇,黎秀卿,等. 生态条件对我国大麦蛋白质含量影响的研究[J]. 山东农业大学学报,1998(2):75-78.

[12]韩 龙. 降低啤酒酿造过程浸出物损耗的措施探析[J]. 啤酒科技,2012(7):51-53.