

小麦籽粒制麦过程中蛋白质变化研究

李巨秀, 蒋晓菲

(西北农林科技大学 食品科学与工程学院, 陕西 杨凌 712100)

[摘要] 为揭示小麦籽粒蛋白质在制麦过程中的变化情况, 探讨籽粒蛋白质对麦芽品质影响的机理, 以皖麦38、扬麦13和小偃6号3个小麦品种为研究对象, 以澳大利亚啤酒大麦品种 Stilling 为对照, 系统分析了参试材料在降温发芽过程中的蛋白质变化规律。结果发现, 总氮在制麦过程中变化较小, 仅变化了2.09%; 可溶性氮在制麦过程中变化较大, 制麦前后相比可溶性氮增加了约4.8倍; 隆丁区分的高分子氮变化一直保持较高水平(约为48%), 中分子氮变化不大(约为7%), 而低分子氮在40%~48%变化。小麦和啤酒大麦在制麦过程中蛋白质的变化差异较大, 揭示其制麦工艺应与啤酒大麦有所不同。

[关键词] 小麦; 小麦啤酒; 小麦制麦; 蛋白质变化

[中图分类号] TS262.5; S512.109.9 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-9387(2007)04-0073-04

Changes in protein during malting for wheat grain

LI Ju-xiu, JIANG Xiao-fei

(College of Food Science and Engineering, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Three wheat varieties (Wanmai 38, Yangmai13, Xiaoyan 6 cv.) were studied in order to reveal the changes of wheat grain protein during malting and discuss the mechanism by which protein in wheat grain affects the malt quality, compared with Australia barely variety (Stilling cv.). The results showed that the total nitrogen increased by only 2.09% during malting; the soluble nitrogen increased rapidly, by 4.8 times compared with the early germinating; the content of high molecular nitrogen in Lundin Fraction continuously maintained at a high level (about 48%); the medium molecular nitrogen kept a little decrease (about 7%), while the low molecular nitrogen declined from 40% to 48%. The characteristic changes of protein differed considerably between wheat and barley during malting, which showed the different malting technology between the two.

Key words: wheat; wheat beer; wheat malting; change in protein

随着小麦啤酒的日益发展^[1], 小麦麦芽的品质及其发芽过程中籽粒发生的生物和物理化学变化也越来越受到研究者的重视^[2]。籽粒蛋白质含量及组分对啤酒的风味、浊度和非生物稳定性具有十分重要的影响, 其含量是麦芽品质评价的一个重要指标^[3]。据 Delvaux 等^[4-5]、Depraetere 等^[6] 研究认为, 引起小麦啤酒混浊的主要原因是小麦籽粒中含有麦谷蛋白和麦醇溶蛋白。因此, 降低蛋白质含量

可以提高啤酒的胶体稳定性^[7]。

谷物籽粒发芽是制麦工业和酿造工业的基础^[8], 在此过程中, 谷物籽粒发生着非常复杂的生理生化反应, 其中蛋白质降解为氨基酸是籽粒制麦特性的主要表现之一。蛋白质首先在内蛋白酶(Endoproteases)的作用下进行降解, 然后在外多肽酶(Exopeptidases)的作用下进一步降解为可溶性氮及游离氨基酸^[9]。Simonato 等^[10]曾利用 SDS-PAGE 对

[收稿日期] 2006-09-20

[基金项目] 陕西省自然科学基金项目(2006C124)

[作者简介] 李巨秀(1972-), 女, 甘肃景泰人, 讲师, 在职博士, 主要从事食品化学与食品分析检验研究。

啤酒大麦酿造过程中蛋白质组分的变化进行了研究,发现蛋白质条带数量从大麦、麦芽到啤酒显著降低。此外,Holopainen等^[11]研究认为,蛋白质与籽粒硬度有重要的相关作用,硬度大的啤酒大麦在制麦过程中能够产生较高的自由氨基态氮、可溶性氮和较高的淀粉酶活性;但Suhasini等^[12]却认为,小麦籽粒的硬度与淀粉酶活性的增加呈负相关($r = -0.8464$),与蛋白质含量的关系并不密切。

由于目前对制麦特性的研究大多集中在啤酒大麦方面,对小麦籽粒制麦过程中蛋白质变化规律的研究报道较少。为此,本研究试图通过分析小麦制麦过程中蛋白质的变化规律,探讨小麦籽粒蛋白质对小麦麦芽品质的影响机理,从而为制定合理的小麦麦芽制麦工艺提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 材料

参试小麦品种皖麦38、扬麦13、小偃6号分别购自安徽农科院、扬州农科院和西北农林科技大学农学院小麦研究室。大麦品种为澳大利亚啤酒大麦品种Stilling(澳麦),购自宁波麦芽厂。制麦前,检出石子、发霉籽粒和破损籽粒等夹杂物,过2.2 mm谷物分选筛后备用。

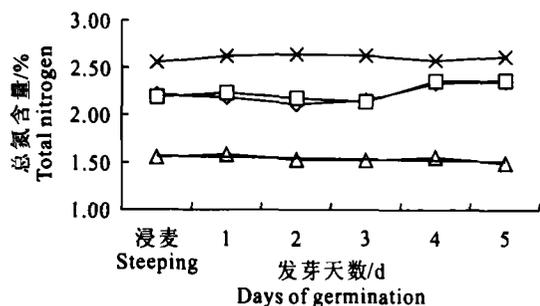


图1 4个供试品种在制麦过程中总氮的变化

—◇—, 皖麦38; —□—, 扬麦13; —△—, 澳麦;
—×—, 小偃6号

Fig. 1 Changes of total nitrogen in malting for four varieties

—◇—, Wanmai 38; —□—, Yangmai 13;
—△—, Australia Barley; —×—, Xiaoyan 6

2.2 制麦过程中可溶性氮的变化

制麦过程中产生的蛋白酶将蛋白质分解为可溶性氮,从而为酵母发酵提供了很好的氮源。从图2可以看出,小麦样品在浸麦结束后就有一定含量的可溶性氮,其在发芽过程中呈不断上升趋势;发芽结束后皖麦38的可溶性氮含量最高,其后依次为扬麦

1.2 试验方法

1.2.1 浸麦 采用断水浸麦法,浸麦温度为18℃。流程为:清理样品→水浸6h→空气休止6h→水浸2h→空气休止6h→水浸4h,总浸麦时间24h。

1.2.2 发芽 采用降温式发芽,发芽时间为5d,第1~5天的温度依次为18,15,13,13和16℃。

1.2.3 麦芽烘干 每处理浸麦24h后取样于40℃下烘干24h。

1.2.4 总氮和可溶性氮的测定 参照GB/T1686-93的方法进行。

1.2.5 隆丁区分的测定 参照文献[13]的方法进行。

2 结果与分析

2.1 制麦过程中总氮的变化

图1表明,澳麦的总氮含量较小麦品种小,且在制麦过程中变化幅度较小;3个参试小麦品种的总氮含量差异较大,小偃6号高出澳麦约1%,高出扬麦13和皖麦38约0.4%。在分析这3个小麦品种的酿造品质时发现,小偃6号酿制啤酒的浊度较大,而其他两个品种的浊度较小,与文献[5-6]报道的蛋白质含量较高的原料酿制出的啤酒浊度较高的结论一致。总体来看,制麦过程中小麦籽粒总氮的变化幅度不大,发芽前后总氮的变化仅为2.09%。

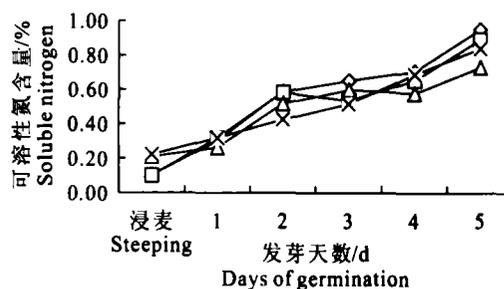


图2 4个供试品种在制麦过程中可溶性氮的变化

—◇—, 皖麦38; —□—, 扬麦13; —△—, 澳麦;
—×—, 小偃6号

Fig. 2 Changes of soluble nitrogen in malting for four varieties

—◇—, Wanmai 38; —□—, Yangmai 13;
—△—, Australia Barley; —×—, Xiaoyan 6

13、小偃6号和澳麦。澳麦浸麦时的可溶性氮含量高于小麦样品,但从发芽第1天直至发芽结束,其含量一直低于小麦样品,而具有较高的可溶性氮含量是小麦麦芽的特点之一。

2.3 制麦过程中隆丁区分的变化

隆丁区分是将麦汁中的可溶性氮根据相对分子

质量区分为高分子氮化合物(相对分子质量在 60 000 以上,通常称为 A 区分)、中分子氮化合物(相对分子质量为 12 000~60 000,通常称为 B 区分)和 低分子氮化合物(相对分子质量在 10 000 以下,通常称为 C 区分)。品质优良的麦芽均具有合理的隆丁区分,一般 A 区分、B 区分和 C 区分三者所占的比例分别约为 25%,15%和 60%。在制麦过程中,啤酒大麦和小麦的隆丁区分均发生了变化,其结果如图 3 所示。

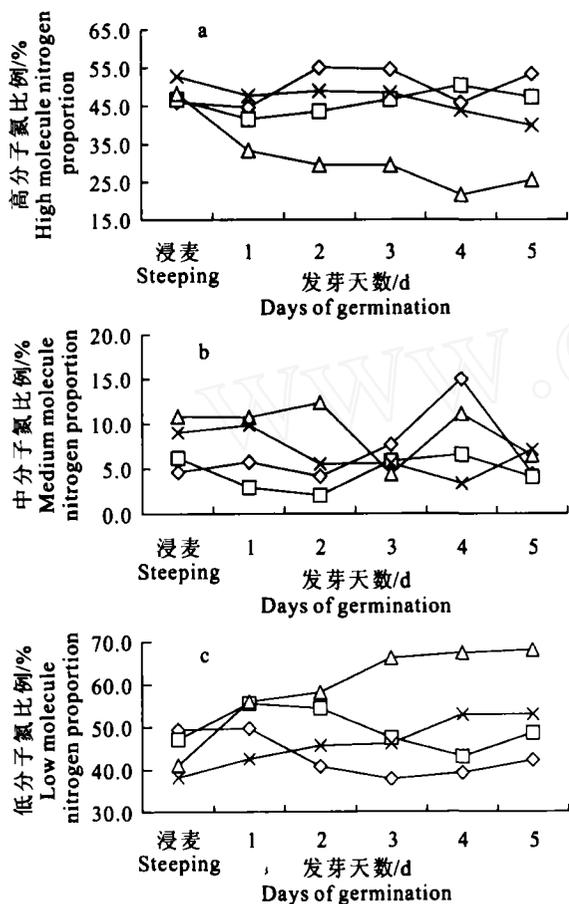


图 3 4 个供试品种在制麦过程中隆丁分区的变化

a. 高分子氮; b. 中分子氮; c. 低分子氮
 -◇- 皖麦 38; -□- 扬麦 13; -△- 澳麦;
 -×- 小偃 6 号

Fig. 3 Changes in lundin fraction in malting for four varieties

a. High molecule nitrogen; b. Medium molecule nitrogen;
 c. Low molecule nitrogen
 -◇-, Wanmai 38; -□-, Yangmai 13;
 -△-, Australia Barley; -×-, Xiaoyan 6

由图 3a 可以看出,在浸麦结束后,参试样品麦芽汁可溶性氮中高分子氮所占的比例较高(48.2%左右),但在发芽过程中,小麦和啤酒大麦(澳麦)高分子氮的比例变化差异较大,其中澳麦的变化最为

明显,其一直保持下降趋势,由原来的 48.2%降低到 25.5%;而参试小麦样品高分子氮的比例变化缓慢,甚至有少许增长,制麦结束后保持在 48%左右。

由图 3b 可以看出,制麦过程中参试样品隆丁区分中分子氮比例的变化无普遍的规律性,小麦样品和澳麦制麦结束后,其中分子氮的比例相对浸麦后均稍有降低,且均维持在较低水平(<10%)。

由图 3c 可以看出,对澳麦来说,麦芽汁的可溶性氮中低分子氮比例的变化很显著,其低分子氮含量随发芽时间的延长不断增加;制麦约束时由 30%上升到 66%。皖麦 38、扬麦 13 和小偃 6 号浸麦结束后低分子氮的比例分别为 49.4%,47.1%和 38.2%,发芽过程中各品种的变化趋势不尽相同,在制麦结束后均未达到 60%。

3 结论与讨论

据文献[13-14]报道,引起啤酒、红酒等饮料混浊的机制在于蛋白质(Haze-Active Protein)和多酚化合物通过疏水作用及氢键作用等形成了较大的胶体粒子,引起了光的分散所致。Karl 等^[15-16]认为,引起混浊的蛋白质富含脯氨酸(Proline)。由于小麦的贮藏蛋白质中也富含脯氨酸,故其是小麦啤酒浊度较高的主要原因。

由本研究结果可知,皖麦 38 和扬麦 13 具有较好的制麦品质、麦芽品质和啤酒品质,是酿制小麦啤酒的适宜品种。本文尝试从隆丁区分的角度来揭示小麦籽粒制麦过程中蛋白质发生变化的本质原因,但从试验结果看,隆丁区分在制麦中并未表现出特有的规律,也许与本试验方法及误差有关,在今后的研究中尚需进一步研究证实。

从本研究的分析结果可以看出,小麦籽粒的总氮含量在制麦过程中变化很小,但过高的总氮含量会影响啤酒的风味和感官品质。因此,在选择适宜的小麦品种及发芽时,可将总氮含量作为一个评价指标。

小麦样品的可溶性氮含量在发芽过程中不断增加,发芽结束后参试小麦品种的可溶性氮含量较啤酒大麦高。

小麦样品隆丁区分的高分子氮变化一直保持较高水平(约 48%),中分子氮变化不大(约 7%),而低分子氮在 40%~48%变化;小麦品种和啤酒大麦制麦过程中蛋白质变化差异较大,提示二者制麦工艺应有所不同。

小麦的总氮和可溶性氮含量均高于啤酒大麦,

但小麦麦芽汁可溶性氮的隆丁区分中高分子氮、中分子氮和低分子氮的比例有较大差异。相比较而言,啤酒大麦的隆丁区分较为合理,基本符合A区分、B区分和C区分比例分别约为25%、15%和60%的原则。

[参考文献]

- [1] Haeussler T. Cultivation of malting wheat[J]. Brauwelt, 1985, 125(6):209-210.
- [2] Jentsch M. Wheat beer-quality parameters in focus[J]. Brauwelt, 2005, 145(22):668-671.
- [3] Chen J X, Dal F, Wei K, et al. Relationship between malt qualities and β -amylase activity and protein content as affected by timing of nitrogen fertilizer application[J]. Journal of Zhejiang University, 2006, 7(1):79-84.
- [4] Delvaux F, Depraetere S A, Delvaux F R. Ambiguous impact of wheat gluteins on the colloidal haze of wheat beers[J]. Journal of the American Society of Brewing Chemists, 2003, 61(2):63-68.
- [5] Delvaux F, Gys W, Michiels J, et al. Contribution of wheat and wheat protein fractions to the colloidal haze of wheat beers[J]. Journal of the American Society of Brewing Chemists, 2001, 59(3):135-140.
- [6] Depraetere S A, Delvaux F, Colghe S, et al. Wheat variety and barley malt properties influence on haze intensity and foam stability of wheat beer[J]. Journal of the Institute of Brewing, 2004, 110(3):200-206.
- [7] Robinson L H, Evans D E, Kaukovirtra N A. The interaction between malt protein quality and brewing conditions and their impact on beer colloidal stability[J]. Technical Quarterly Master Brewers' Association of the Americas, 2004, 41(4):353-362.
- [8] Jones B L. Endoproteases of barley and malt[J]. Journal of Cereal Science, 2005, 42(2):139-156.
- [9] Jones B L, Budde A D. How various malt endoproteinase classes affect wort soluble protein levels[J]. Journal of Cereal Science, 2005, 41(1):95-106.
- [10] Simonato B, Zorzi M D, Pasini G, et al. Qualitative analysis of beer protein fractions[J]. Industrie delle Bevande, 2004, 33(190):117-119.
- [11] Holopainen U R M, Wilhelmson A S, Almenkallio M, et al. Endosperm structure affects the malting quality of barley[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2005, 53(18):7279-7287.
- [12] Suhasini A W, Malleshi N G, Hanchinal R R. Malting characteristics and protein profile of a few bread and durum India wheat varieties[J]. Journal of Food Science and Technology, 2005, 41(6):622-626.
- [13] 管教仪. 啤酒工业手册[M]. 北京:中国轻工业出版社, 1998, 58-59.
- [14] Li Ch W, Karl J, Siebert N X. Characterization of Haze-Active Proteins in apple Juice[J]. Agricultural and Food Chemistry, 2002, 50:3828-3834.
- [15] Karl J, Siebert N V, Troukhanova P Y L. Nature of Polyphenol-protein interactions[J]. Agricultural and Food Chemistry, 1996, 44(1):80-85.
- [16] Karl J, Siebert A, Carrasco P Y L. Formation of protein-polyphenol haze in beverages[J]. Agricultural and Food Chemistry, 1996, 44(8):1997-2005.