

# 麦芽质量缺陷对糖化麦汁品质的影响

柳小宁, 张华瑜, 包奇军, 潘永东

(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:** 麦芽质量对啤酒质量的影响非常大。研究有质量缺陷的麦芽在啤酒酿造过程中对糖化麦汁的影响, 结果表明: 麦芽感官缺陷会引起糖化麦汁口感异常; 麦芽水分低于4.5%会让麦汁香气不足, 水分高于5.5%则会使麦芽的利用率降低; 麦芽中的 $\beta$ -葡聚糖含量超过20 mg/100g, 不但会使糖化麦汁的过滤速度延长5~10 min, 同时还会降低啤酒的非生物稳定性; 麦芽粗细粉差直接影响糖化麦汁的粘度、 $\alpha$ -氨基氮含量以及库值等的变化。

**关键词:** 啤酒大麦; 麦芽质量; 缺陷; 糖化麦汁

中图分类号: S512.3 文献标志码: A 文章编号: 1001-1463(2017)10-0008-05

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2017.10.004

## Effect of Malt Quality Defect on Quality of Saccharifying Wort

LIU Xiaoning, ZHANG Huayu, BAO Qijun, PAN Yongdong

(Institute of Economic Crop and Malting Barley Materials, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

**Abstract:** The quality of malt has a very important effect on the quality of beer, the effect of malt quality defect on the quality of saccharifying wort is studied in the brewing process of malt. The result shows that malt sensory defects cause the sugar wheat to taste strangely; Less than 4.5% of malt water will make the wheat-juice smell weak; Water is greater more than 5.5%, which reduces the utilization of malt. The amount of beta-glucan in malt is more than 20 mg/100 g, which not only increases the filtration rate of the maltose syrup by 5 to 10 minutes, but also reduces the non-biological stability of the beer; The variation of the viscosity, alpha-amino nitrogen and the value of the value of the malt is directly affected by the difference in the thickness of the malt.

**Key words:** Malting barley; Malt quality; Defect; Saccharifying wort

麦芽作为啤酒酿造的主要原料<sup>[1]</sup>, 对啤酒的生产、质量、成本、风味稳定起着举足轻重的作用。好麦芽酿造好啤酒, 但是对于质量好的麦芽, 如果不能充分发挥其优点, 就会降低啤酒的等级; 对于质量出现缺陷的麦芽, 尽管可通过糖化方法进行调整, 但结果难尽人意。因此减少麦芽质量上的缺陷才是酿成好啤酒的保证, 控制好麦芽质量是制造好啤酒的根本。

研究发现, 造成麦芽质量缺陷的原因比较多, 而且这些缺陷对糖化麦汁的影响不同。首先, 由于大麦储藏条件、储藏时间以及制麦过程中的诸多因素, 会造成麦芽的色泽、气味等感官的缺陷<sup>[2]</sup>, 这些缺陷会影响麦汁的色泽以及风味<sup>[3-5]</sup>。麦汁的色度大多来自麦芽的色泽, 也有一部分为

糖化过程由麦芽的成分相互反应而成, 有些有色物质也给麦汁提供特殊风味<sup>[6]</sup>。其次, 麦芽的出炉水分、 $\beta$ -葡聚糖含量等指标的缺陷对麦汁的香气、过滤速度会产生直接的影响。根据前人的研究, 麦芽的 $\beta$ -葡聚糖含量还会影响啤酒的稳定性<sup>[7]</sup>, 这一观点还需要进一步的跟踪试验验证。第三, 粗细粉差不同的麦芽, 如果按照同一工艺粉碎, 则糖化麦汁 $\beta$ -葡聚糖、 $\alpha$ -氨基氮以及库值等指标就会受到影响。因此, 在制麦以及麦芽的存储过程中, 要将麦芽质量缺陷降到最低, 尽可能的提升啤酒的品质。

### 1 试验与方法

#### 1.1 材料与试剂

供试大麦为甘啤系列大麦品种, 由甘肃省农

收稿日期: 2017-05-22; 修订日期: 2017-08-28

基金项目: 国家大麦青稞产业体系(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工作。联系电话: (0)13893257708。E-mail: liuxiaoning9065@126.com。

通信作者: 潘永东(1962—), 男, 甘肃武威人, 研究员, 主要从事大麦育种与栽培研究工作。联系电话: (0)13919109881。E-mail: panyongdong1010@163.com。

业科学院经济作物与啤酒原料研究所提供, 储藏于大麦研究室库房。

供试试剂有氢氧化钠、盐酸、硼酸、磷酸氢二钠 ( $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ )、磷酸二氢钾、茚三酮、D-果糖、碘酸钾、甘氨酸、刚果红、标准  $\beta$ -葡聚糖(0.1 g)等, 均为市售。

## 1.2 仪器与设备

Smart 微型制麦机(德国产)、DLFU 盘式粉碎机(德国产)、紫外分光光度计(美国产); 分析天平(德国赛多利斯公司产)SD-1 色度计(北京光电设备厂产)、CTB-23 恒温水浴锅(杭州大和热磁电子有限公司产)、101A-3B 电热鼓风干燥箱(上海实验仪器厂产)、THERMO 粘度计(美国产)、KjelcetTM8400 全自动凯氏定氮仪(瑞士产)、啤酒厂(兰州黄河)微型酿酒机(兰州黄河企业股份有限公司提供)。

## 1.3 方法

将不同品种大麦用同一制麦工艺制麦, 对制成的麦芽做品质检测, 并进行糖化麦汁跟踪检测。检测方法符合现行国家标准和行业规定的方法。麦芽感官从色泽、香味和麦粒形态三个方面进行判定, 观察麦芽的颜色、光泽、麦粒形态, 并用鼻子嗅气味; 粘度落球式粘度测定法测定<sup>[8]</sup>。 $\beta$ -葡聚糖含量采用刚果红法来测定<sup>[9]</sup>。氨基酸态氮的测定是利用氨能和茚三酮反应, 生成蓝紫色的络合物, 在 570 nm 波长下测定此络合物的吸光值, 通过吸光值计算出麦芽汁的氨基酸态氮含量<sup>[8]</sup>。库值为用凯氏定氮法测定麦芽中氮(总氮)的含量和将麦芽粉按协定糖化法所制备的麦芽汁中的氮含量(可溶性氮), 可溶性氮和总氮的比值, 即麦芽的库尔巴哈值。检测数据利用 excel 进行分析。

麦汁粘度  $\mu_1 = Kt(d_1 - d_2)$

式中:  $\mu_1$ —麦芽汁的粘度(mPa.s);

$t$ —球体下落时间(s);

$K$ —球体常数(由仪器资料给出, mPa);

$d_1$ —球体相对密度(由仪器资料给出);

$d_2$ —麦芽汁的相对密度(20 °C/20 °C)。

氨基酸态氮含量  $\rho = \frac{2nA_1}{A_2}$

$\rho$ —麦汁中  $\alpha$ -氨基氮的质量浓度(mg/L);

2—甘氨酸标准溶液的  $\alpha$ -氨基氮质量浓度(mg/L);

$A_1$ —样品溶液的平均吸光值;

$A_2$ —甘氨酸标准溶液的平均吸光值;

$n$ —样品溶液的稀释倍数。

## 2 结果与分析

### 2.1 麦芽感官缺陷形成的因素及对啤酒质量的影响

通过一系列跟踪试验发现: 麦芽的颜色和气味对糖化麦汁的影响最直接。大麦及麦芽颜色对糖化麦汁的影响因素有多个方面: 原大麦在收获期如果遇到雨天, 会变为暗黄色至灰色, 进而影响到麦芽的颜色; 制麦时浸麦水的硬度过高(超过 8 度)<sup>[10]</sup>, 麦芽表面会因附着碱渍而发白, 酿出的啤酒口感粗糙; 制麦水中铁、锰离子过高(0.33 mg/L)会使麦芽色泽发暗<sup>[11]</sup>; 储存时间过长(超过 360 d)不仅影响麦芽光泽, 还会因麦芽吸潮致麦芽表面滋生菌体, 影响到啤酒的口感。上述这些缺陷的麦芽, 都会使麦汁色度加深。

影响麦芽的香气成分比较多。原大麦污染霉菌或储存期过长(超过 360 d), 制成的麦芽会有杂味, 如霉味、尘土味<sup>[12-13]</sup>。制麦过程控制不当给麦芽带来异味有腐败味、酸味、生青味和焦糊味等。温度直接影响到麦芽香气的生成, 而且温度越高生成的香气越多。从 80 ~ 83 °C 的试验过程中发现, 83 °C、3 h 焙焦的参试麦芽香气的形成和水分含量是最理想的。另外还有一些影响风味老化的物质(类黑色素、多酚等), 它们反应形成影响风味的物质, 最终使啤酒风味老化。这些异味的产生会对啤酒造成 DMS-P 升高<sup>[14]</sup>。

麦芽感官缺陷对啤酒的影响不容忽视。试验证明, 麦芽感官缺陷会造成啤酒口味沉闷、可凝固性氮增高、麦汁浑浊、酵母峰值下降、啤保质期缩短、啤酒色度升高等等。

### 2.2 麦芽水分缺陷的成因以及对糖化麦汁的影响

储存中麦芽的水分与出炉水分有密切关系。本试验麦芽的储藏方式是立仓式, 根据跟踪检测数据, 立仓式储藏麦芽, 其水分的增加为每月一般小于 0.1%, 这与前人的研究(每月增加 0.05%左右)相符。因此, 从储存麦芽的水分可推测出炉水分以及麦芽的存放时间, 出炉水分与焙焦条件直接相关<sup>[15]</sup>。在干燥炉设置为 83 °C、3 h 焙焦的条件下, 出炉水分在 5%左右; 而干燥炉温度设置为 80 °C焙焦, 则出炉水分就会在 6%左右。对于生产厂家来说, 麦芽出炉水分高就会降低成本, 但这

样的麦芽在酿造过程中会降低性能, 因为 80 ℃ 不利于麦芽本身化学反应的进行, 如首先是色度和香气的形成受到影响, 还有一些氧化酶类的失活等。麦芽水分的缺陷还会影响到麦芽的粉碎效果, 不但影响到整体收得率<sup>[16]</sup>, 还会使啤酒麦汁不足、口感不爽。因此, 严格控制麦芽出炉水分(出炉水分不超过 5%)对优质啤酒的酿造有非常重要的作用。

### 2.3 麦芽 β-葡聚糖对糖化麦汁的影响

β-葡聚糖是由 β-D-葡萄糖通过 β-1, 4 键和 β-1, 3 键连接的直链状多糖, 因其分子的不对称性和分子量高, 所以表现出高黏度<sup>[17-19]</sup>。β-葡聚糖酶主要是在制麦过程中进行水解, 而且对温度很敏感, 如果制麦温度控制不好, β-葡聚糖则不会得到充分水解, 进而影响到麦汁和啤酒的过滤。适中的 β-葡聚糖含量有利于啤酒泡沫的形成。

麦芽 β-葡聚糖含量变化影响最为明显的是在糖化麦汁阶段。检测数据显示, 麦汁的糖化时间、粘度的变化和麦芽中的 β-葡聚糖含量变化呈正比关系(见表1)。

表 1 β-葡聚糖与糖化时间及粘度的关系

麦芽序号	β-葡聚糖/(mg/100 g)	糖化时间/min	粘度/(mPa.s)
1	5.6	7	1.39
2	15.9	8	1.49
3	19.7	10	1.52
4	39.4	12	1.65
5	44.0	12	1.68
6	45.2	15	1.82
7	45.3	15	1.94
8	52.0	15	2.37

表 1 为麦芽的 β-葡聚糖含量不同的麦芽在糖化麦汁阶段表现出的与粘度和糖化时间的关系。从表 1 可以看出, 随着 β-葡聚糖含量的增大, 麦汁粘度以及糖化时间都会增加。跟踪检测发现, 麦芽的 β-葡聚糖含量为 10~20 mg/100 g 时, 麦汁的糖化时间可以在 10 min 以内完成, 粘度可以控制在 1.50 mPa.s 左右; 当麦芽的 β-葡聚糖含量在 40 mg/100 g 左右时, 糖化时间则大于 12 min, 麦汁粘度也会超出 1.60 mPa.s。麦汁粘度的检测平均值当大于 1.60 mPa.s 时, 一般认为是超出正常范围的, 同时还会使发酵液中的悬浮物沉降变缓, 导致生产效率下降和生产成本的增高。

### 2.4 麦芽粗细粉差缺陷对糖化麦汁的影响

麦芽粗细粉差是麦芽的粗粉与细粉浸出率的差

值。粗细粉差是衡量麦芽中的淀粉和蛋白质分解程度, 以及麦芽中 β-葡聚糖的溶解程度的指标。溶解良好的麦芽, β-葡聚糖有一半多会被分解, 蛋白质溶解达到将近 50%, 而淀粉被分解的比较少。提高麦芽的溶解程度可改善麦芽的粉差<sup>[20]</sup>。跟踪分析表明, 麦芽的粗细粉差和糖化麦汁中的 β-葡聚糖含量、α-氨基氮含量以及粘度、库值之间存在比较强的相关性(见图 1、图 2、图 3、图 4)。

从图 1、图 2、图 3、图 4 可以看出, 糖化麦汁中的 β-葡聚糖含量、α-氨基氮含量以及粘度、库值和粗细粉差之间具有明显的相关性, 它们的  $R^2$  值分别是 0.907 8、0.901 6、0.761 2、0.924 7。糖化麦汁中的 β-葡聚糖含量和粘度随着麦芽的粗细粉

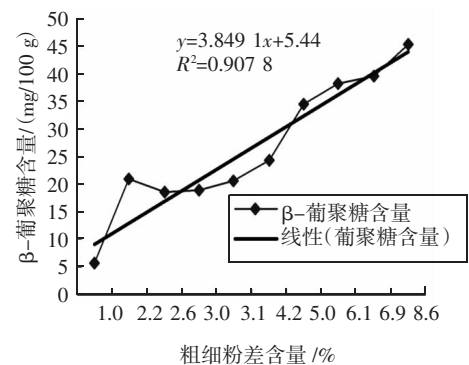


图 1 粗细粉差和 β-葡聚糖的关系

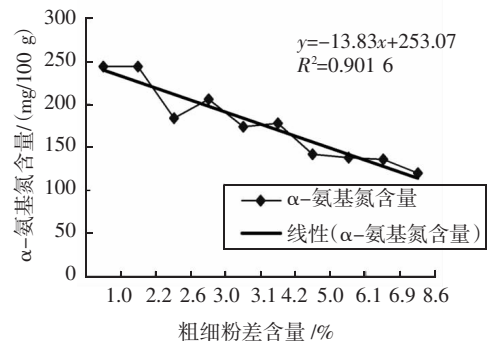


图 2 粗细粉差和 α-氨基氮的关系

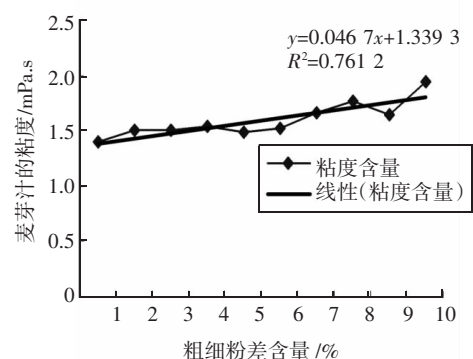


图 3 粗细粉差与粘度的关系

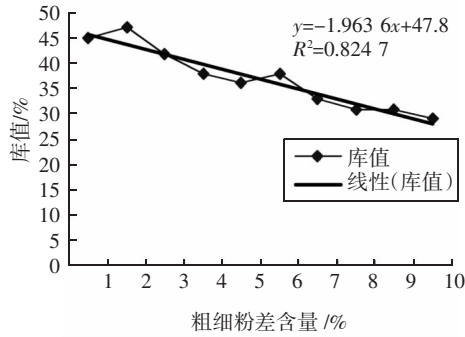


图4 粗细粉差和库值的关系

差的增大而增加，相互间呈正相关关系； $\alpha$ -氨基氮含量、库值是随着麦芽粗细粉差的增大而减小，呈负相关关系。图1、图2、图3、图4中数据表明，粗细粉差在1.5%左右的麦芽，其糖化麦汁的 $\beta$ -葡聚糖、 $\alpha$ -氨基氮、粘度、库值指标是最理想的。

对粗细粉差与麦芽各指标的相关关系跟踪分析表明：在糖化过程中，对于溶解太过的麦芽，粉碎时可粗一些，以提高过滤性能和效率；溶解不太充分的麦芽可粉碎细一些，以提高麦汁收得率。粗细粉差与麦芽各指标的相关关系跟踪分析还可以用来指导糖化浸麦工艺<sup>[21-22]</sup>：麦芽的粗细粉差在1.5%以下时，可以用60℃热水下料浸渍；麦芽粗细粉差在3%以上时，采用35℃水下料浸渍为宜；麦芽粗细粉差介于中间时采用50℃左右温水下料浸渍。

### 3 小结

检测结果表明，麦芽感官缺陷对啤酒的质量有十分重要的影响。色泽、气味上的缺陷会影响到啤酒色度和风味；麦芽焙焦温度低，出炉水分会升高，贮存一段时间后色泽加深、生产的麦汁混浊、啤酒的稳定性也变差。麦芽中 $\beta$ -葡聚糖含量的变化直接影响麦汁的过滤速度。将10~20 mg/L定为 $\beta$ -葡聚糖正常含量的区间，则如果值增高1倍，过滤时间就要延长20 min左右。因此， $\beta$ -葡聚糖增加，糖化时间会随着延长。粗细粉差小的麦芽在糖化时，粉碎度可以略粗一些，糖化保温的时间也可以相应的缩短。但粗细粉差小于0.8%的麦芽虽然有很好的糖化效果，属于过度溶解，糖化过程中就要进行合理的使用。麦芽的粗细粉差若高于4%，则属于溶解不足，糖化粉碎过程中就要细一些，否则会影响浸出率。

周永河等<sup>[6]</sup>将麦芽质量对啤酒质量的影响进行了全面的分析，表明工艺调整弥补不了麦芽质量缺陷对啤酒质量的影响。房侃<sup>[7]</sup>通过研究麦芽的

焙焦温度对啤酒脂肪酸含量的影响发现，麦芽的焙焦温度和糖化麦汁的指标有直接的关系，82℃焙焦时 $\alpha$ -氨基氮含量最高，这和研究相一致。

### 参考文献：

- [1] 张尧. 影响啤酒发酵度关键因素的分析研究[D]. 晋中: 山西农业大学, 2016.
- [2] 廖惟, 顾国贤, 赵光鳌, 等. 啤酒风味老化—老化机理及抗老化的研究进展[J]. 酿酒, 1996(1): 1-16.
- [3] SARAH E B JEAN X G, CHARLES W B. Effects of sulfur dioxide and polyvinylpyrrolidone on the flavor stability of beer as measured by sensory and chemical analysis[J]. J. American society of Brewing chemists, 2003, 61(3): 133-141.
- [4] SIEBERT K J. Evaluation of a model of organic acid flavor thresholds in beer.[J]. Journal of the American Society of Brewing Chemists, 2000, 58(3): 94-96.
- [5] U CHIDA M, ONE M. Technological approach to improve beer flavour stability: analysis of the effect spin resonance method[J]. Journal of the American Society of Brewing Chemists, 2000, 58(1): 8-13.
- [6] 周永河. 麦芽质量及对啤酒酿造的影响[J]. 啤酒科技, 2013(10): 49-50.
- [7] 房侃. 紫外光照处理及焙焦温度对麦芽、啤酒品质及脂肪酸的影响[D]. 扬州: 扬州大学, 2014.
- [8] 钱竹, 石殿瑜, 徐鹏. 多元线性分析麦芽质量指标与啤酒风味稳定性的关系[J]. 啤酒科技, 2008(5): 56-60.
- [9] 靳纪培, 董建军, 刘景, 等. 啤酒风味老化评价的研究进展[J]. 食品工业科技, 2008, 29(7): 273-276.
- [10] 王丹红. 啤酒风味稳定性评估的研究进展[J]. 酿酒科技, 2004(5): 85-88.
- [11] 王欢. 浅谈酿造用水对啤酒酿造的影响[J]. 生物技术世界, 2012(9): 22.
- [12] 王莉娜, 崔贺, 杜瑞红, 等. 啤酒酿造过程中铁离子的来源、变化及其对啤酒质量的影响[J]. 啤酒科技, 2011(12): 37-40.
- [13] 王婷. 不同环境条件下乳酸菌的代谢及对啤酒质量的影响[D]. 大连: 大连工业大学, 2015.
- [14] JUNHONG YU, 陈爽, 周芸芸, 等. LOX-less 大麦麦芽对麦汁和啤酒风味稳定性的影响[J]. 啤酒科技, 2015(8): 63-66.
- [15] YU J, HUANG S, DONG J, et al. The influence of LOX-less barley malt on the flavour stability of wort and beer[J]. Journal of the Institute of Brewing, 2014, 120(2): 93-98.
- [16] 吴洪斌, 贫建民. 不同干燥条件对啤酒麦芽品质的影响[J]. 中国酿造, 2008, 27(23): 13-15.
- [17] 吴洪斌. 干燥条件对啤酒麦芽品质影响的研究[D].

# 化控对全膜双垄沟播玉米穗部性状及产量的影响

柳燕兰<sup>1,2,3</sup>, 马明生<sup>1,2,3</sup>, 郭贤仕<sup>1,2,3</sup>

(1. 甘肃省农业科学院旱地农业研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 农业部西北作物抗旱栽培与耕作重点开放实验室, 甘肃 兰州 730070; 3. 甘肃省旱作区水资源高效利用重点实验室, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 为探讨化学调控技术提高玉米产量的内在机理, 研究了叶面配合喷施磷酸二氢钾和 DA-6 对玉米穗部性状和产量的影响, 结果表明, 叶面配合喷施 DA-6 和磷酸二氢钾使玉米秃顶长缩短, 穗粗、行粒数、穗粒数增加, 从而提高了产量。苗期喷施的效果好于抽雄期喷施, 且以苗期喷施 DA-6 75g/hm<sup>2</sup>、抽雄期追施磷酸二氢钾 3 750 g/hm<sup>2</sup> 的处理穗部性状表现最好, 折合产量最高, 为 12 762.44 kg/hm<sup>2</sup>, 较对照不施生长素增产 13.39%。

**关键词:** 玉米; 化控技术; DA-6; 磷酸二氢钾; 全膜双垄沟播; 产量

**中图分类号:** S513 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2017)10-0012-03

doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2017.10.005

## Effect of Chemical Regulator on Ear Traits and Yield of Corn with Ditch Sowing in Double Ridge Mulched with Plastic Films

LIU Yanlan<sup>1,2,3</sup>, MA Mingsheng<sup>1,2,3</sup>, GUO Xianshi<sup>1,2,3</sup>

(1. Institute of Dry-land Farming, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Ministry of Agriculture, Northwest Key Laboratory of Dry Cultivation and Tillage of Crops, Lanzhou Gansu 730070, China; 3. Key Laboratory of Efficient Water Utilization in Dryland Farming of Gansu Province, Lanzhou Gansu 730070, China)

**Abstract:** In order to investigate the internal mechanism of chemical control technology to improve the yield of corn, this paper study the effects of DA-6 and KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> cooperated spraying on the spike traits and yield of corn, to provide a theoretical basis for high-yield and high-efficiency of corn product. The result shows that DA-6 and KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> cooperated spraying on leaf surface could reduce the length of corn bald and increased spike, grain number, grains per spike, therefore increasing corn yield. The effect of seedling spraying is better than that of tassel stage spraying, and DA-6 75 g/hm<sup>2</sup> spraying in seedling stage and KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 3 750 g/hm<sup>2</sup> spraying in tasseling stage could obtain the best panicle traits performance, as well as the highest yield is 12 764.22 kg/hm<sup>2</sup>, which increased by 13.39%, compared to the control treatment(CK).

**Key words:** Corn; Chemical regulator; DA-6; KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; Ditch sowing in double ridge mulched with plastic films; Yield

甘肃中东部旱作区大面积推广应用的玉米全膜双垄沟播技术, 在旱作农田降水高效利用方面

收稿日期: 2017-05-11; 修订日期: 2017-08-13

基金项目: 国家科技计划(2015BAD22B01-05)、国家自然科学基金(31460323)部分内容。

作者简介: 柳燕兰(1982—), 女, 甘肃民勤人, 助理研究员, 主要从事农业生态研究工作。E-mail: 521liuyanlan@163.com。

通信作者: 郭贤仕(1964—), 男, 湖北黄陂人, 研究员, 主要从事旱地农业及植物生理研究工作。E-mail: guoxsh@21cn.com。

兰州: 甘肃农业大学, 2009.

[18] 杨建梅. 啤酒废酵母中  $\beta$ -1, 3-D-葡聚糖的制备及性质研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2012.

[19] BZETS S D, VANDAMME E J, STEINBTLCHEL A. Biopolymers Polysaccharides[J]. Wiley Vch Verlag Press, 2002(6): 179-213.

[20] CISNEROS R L, TZIANABOS A O. Pssive transger of poly-(1-6)-beta-glucopuranose glucan protection against lethal infection in an animal model of in-

tra-abdominal sepsis[J]. Infection & Immunity, 1996, 64(6): 2201-2205.

[21] 赵清军, 毕佳崎. 江苏大麦制麦特性的研究-如何改善麦芽的粗细粉差[J]. 科技致富向导, 2011(21): 333.

[22] 王秀丽, 王家林. 不同糖化工艺对大麦啤酒的麦汁质量的影响[J]. 食品研究与开发, 2012, 33(10): 153-155.

(本文责编: 郑立龙)