

不同播期对高粱籽粒淀粉积累规律及籽粒产量的影响

葛占宇, 成慧娟, 王立新, 隋虹杰, 潘映雪, 张 嫻, 于大伟

(内蒙古赤峰市农牧科学研究所, 内蒙古 赤峰 024031)

摘 要: 本试验以高粱赤杂 28 为试验材料, 研究不同播期对高粱淀粉积累规律及籽粒产量的影响。结果表明: 高粱籽粒总淀粉、支链淀粉、直链淀粉含量和支链/直链淀粉比值, 随籽粒灌浆过程推进均呈不断上升趋势, 至成熟期达到最大值。其中第Ⅲ播期总淀粉和支链淀粉含量最高, 分别为 75.5% 和 66.91%, 第Ⅴ播期直链淀粉含量最高为 8.67%。第Ⅱ播期支链/直链淀粉比值最高为 8.19。适时播种(赤峰地区在 5 月中旬)有利于提高高粱籽粒总淀粉、支链淀粉的含量, 改善籽粒品质。适时晚播有利于籽粒直链淀粉含量的增加。适时播种能够提高高粱的产量。

关键词: 高粱; 播期; 淀粉含量; 产量

中图分类号: S514

文献标识码: A

文章编号: 2096-5877(2020)01-0013-04

Effect of Different Sowing Dates on the Starch Accumulation and Yield in Sorghum Grains

GE Zhanyu, CHENG Huijuan, WANG Lixin, SUI Hongjie, PAN Yingxue, ZHANG Shi, YU Dawei

(Chifeng Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences, Chifeng 024031, China)

Abstract: The effect of different sowing dates on the starch accumulation and grain yield in sorghum hybrid “Chiza 28” was studied. The results showed that content of total starch, amylopectin, amylose and the ratio of amylopectin to amylose increased continuously along with the advance of grain filling process, reached the maximum at maturity stage. Total starch content and amylopectin content in sowing date Ⅲ were the highest, at 75.5% and 66.91%, respectively. Amylose content in sowing date Ⅴ was 8.67%, which is the highest. Ratio of amylopectin to amylose content in sowing date Ⅱ was the highest at 8.19. Timely sowing (mid-May in Chifeng) promoted the increase of total starch and amylopectin contents, which improves sorghum grain quality. Feasible late sowing promoted the increase of amylose content. Timely sowing promoted the increase of yield of sorghum grain.

Key words: Sorghum; Sowing date; Starch content; Yield

淀粉是高粱籽粒的主要成分, 其含量是决定高粱品质的重要因素。籽粒淀粉由支链淀粉和直链淀粉组成, 支链淀粉含量高的品种口感及酿造品质较好^[1-4]。国外对高粱淀粉的理化特性、改性以及加工利用已有较多研究, 我国在这方面的研究相对较少^[5-6]。国内相关研究主要集中在高粱籽粒淀粉积累规律方面, 研究认为高粱籽粒淀粉的积累符合 S 曲线, 淀粉积累速率符合单峰曲线^[7-9]。另外, 高粱籽粒的淀粉含量及成分比例受

播期、土壤、肥料、气候、密度等各种因素的影响。播期不同, 作物生长发育的进程则不同, 因而作物在生长发育的各阶段所经历的气候条件也不同, 这不仅影响作物籽粒的形成, 对作物的品质和籽粒淀粉含量也有一定的影响。同时, 不同播期对高粱的产量也有一定的影响。相关研究表明, 不同播期会使作物的一些农艺性状发生明显变化, 不同播期对粒用高粱株高、穗粒重、千粒重、产量的影响显著^[10-11]。不同播期会导致甜高粱生育期、株高、茎粗、产量、以及茎秆含糖量的变化^[12-13]。适时晚播(沈阳地区在 5 月 10 日~20 日)可提高高粱籽粒总淀粉、支链淀粉含量和支链/直链淀粉比值, 改善品质^[14]。相关研究主要集中在播期对产量等农艺性状的影响或播期对籽粒淀粉积累规律的影响, 并没有将二者结合起来。

收稿日期: 2019-05-18

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项资金资助项目“国家谷子高粱产业技术体系”(CARS-06-13.5-B13); 内蒙古自治区科技成果转化项目(CGZH2018085)

作者简介: 葛占宇(1978-), 女, 副研究员, 硕士, 主要从事高粱育种及栽培技术研究。

本试验选用赤峰当地主推品种赤杂 28,研究不同播期对高粱籽粒淀粉积累规律及产量的影响,以期通过播期调控籽粒支链淀粉和直链淀粉的含量和比例,改善籽粒淀粉品质,提高籽粒单产。

1 材料与方法

1.1 材料

供试品种为赤峰市农牧科学研究院选育的高粱新杂交种赤杂 28。试验设在赤峰市农牧科学研究院试验田,东经 118°52′24.62″,北纬 42°17′46.51″,海拔 600 m,属中温带半干旱大陆性季风气候区,日光充足,年日照时数 2 800~3 100 h,全年平均气温 0~7℃,年降雨量 300~500 mm,全年≥10℃积温 2 000~3 200℃·d。试验地前茬作物为玉米,土壤类型为栗钙土,中等肥力,有机质 13.27 g/kg,全氮 0.76 g/kg,速氮 66.96 mg/kg,全磷 0.52 g/kg,速磷 14.37 mg/kg,全钾 26.95 g/kg,速钾 83.75 mg/kg。

1.2 方法

试验共设 5 个播期,分别为 I 播期(5 月 2 日)、II 播期(5 月 10 日)、III 播期(5 月 18 日)、IV 播期(5 月 26 日)、V 播期(6 月 3 日)。每小区 6 行,行长 5 m,行距 0.43 m,3 次重复。每小区面积

12.9 m²。密度为 120 000 株/hm²。

1.2.1 测定项目与方法

于高粱穗部开花灌浆后第 7 天、14 天、21 天、28 天、35 天、42 天、49 天,分别选取有代表性植株 3 穗,并选取果穗中间部位的籽粒 50 粒/穗,进行总淀粉含量及其组分测定。

直链淀粉、支链淀粉含量的测定采用双波长法^[15-16]。测定直链淀粉两波长分别为 λ₁=620 nm、λ₂=479 nm。测定支链淀粉波长分别为 λ₁=556 nm、λ₂=737 nm。直链淀粉与支链淀粉含量之和即为总淀粉含量。直链淀粉和支链淀粉标样均来自北京索莱宝科技有限公司。

2 结果与分析

2.1 不同播期对高粱籽粒总淀粉含量的影响

由表 1 可以看出,各播期高粱籽粒总淀粉含量随着灌浆过程的推进呈不断上升趋势,成熟期达到最大值。开花后 7 d,籽粒总淀粉积累迅速,呈直线上升趋势,快速积累期持续到开花后 28 d,28 d 至灌浆末期总淀粉积累呈明显渐缓趋势,至成熟期达到最大值。

表 1 不同播期对高粱子粒总淀粉含量的影响

%

播期	开花后 7 d	开花后 14 d	开花后 21 d	开花后 28 d	开花后 35 d	开花后 42 d	开花后 49 d
I	5.6 bA	18.9 bC	34.5 cC	57.0 aA	62.1 cB	69.9 aA	72.5 aA
II	6.3 abA	23.8 aA	40.9 aA	60.0 aA	67.4 abAB	72.9 aA	75.0 aA
III	6.8 aA	22.5 aAB	39.7 aAB	60.9 aA	68.9 aA	74.1 aA	75.5 aA
IV	5.8 abA	19.7 bBC	36.1 bcBC	57.3 aA	63.7 bcAB	70.9 aA	73.1 aA
V	5.7 bA	21.9 aABC	39.0 abABC	59.1 aA	66.1 abcAB	71.2 aA	74.8 aA

整个灌浆过程中,III 播期的总淀粉含量(除开花后 14 d、21 d 外)均高于其它播期,I 播期的总淀粉含量均低于其它播期,V 播期的总淀粉含量基本处于五个播期处理的平均水平。成熟期籽粒总淀粉含量表现为 III (75.5%)>II (75.0%)>V (74.8%)>IV (73.1%)>I (72.5%)。对开花后 7 个时间段各播期籽粒总淀粉含量进行显著性分析表明:除开花后 28 d、42 d、49 d,其它阶段处理间均达到差异极显著或显著。根据当地的天气条件,适时播种有利于高粱籽粒总淀粉的积累,过早播种会影响高粱籽粒总淀粉积累,含量偏低。

2.2 不同播期对高粱籽粒支链淀粉含量的影响

由表 2 可知,各播期高粱籽粒支链淀粉积累趋势与总淀粉的积累趋势基本一致。各播期高粱

籽粒支链淀粉的含量呈不断上升趋势,成熟期达到最大值。开花后 7 d,籽粒支链淀粉开始迅速积累,呈直线上升趋势,快速积累持续到开花后 28 d,灌浆末期籽粒支链淀粉积累速率渐缓。

整个灌浆过程中,第 II、III 播期的支链淀粉含量均高于其它播期,其中 III 播期的支链淀粉含量在开花后 7 d、35 d、42 d、49 d 比 II 播期的稍高,14 d、21 d、28 d 比 II 播期的稍低;V 播期的支链淀粉含量基本处于五个播期的平均水平。I 播期的支链淀粉含量一直低于其它播期。成熟期籽粒支链淀粉含量表现为 III (66.91%)>II (66.84%)>V (66.13%)>IV (64.75%)>I (64.44%)。对开花后 7 个时间段各播期籽粒支链淀粉含量进行显著性分析表明:除开花后 28 d、49 d,各阶段处理间均达

到差异极显著或显著。此规律与总淀粉积累规律基本一致。由此可以看出,过早播种影响籽粒支

链淀粉的积累,适时播种有利于提高高粱籽粒支链淀粉的含量。

表2 不同播期对高粱子粒支链淀粉含量的影响 %

播期	开花后 7 d	开花后 14 d	开花后 21 d	开花后 28 d	开花后 35 d	开花后 42 d	开花后 49 d
I	4.75 bA	16.64 cB	30.16 bB	50.59 aA	55.09 dC	61.88 cB	64.44 aA
II	5.46 abA	21.29 aA	35.95 aA	53.12 aA	59.94 abA	65.11 abAB	66.84 aA
III	5.89 aA	20.09 aAB	35.24 aA	53.09 aA	60.89 aA	65.91 aA	66.91 aA
IV	4.91 bA	17.14 bcB	31.13 bB	50.82 aA	56.34 cdBC	62.66 cAB	64.75 aA
V	4.76 bA	19.33 abAB	34.19 aA	51.39 aA	58.30 bcAB	62.90 bcAB	66.13 aA

2.3 不同播期对高粱籽粒直链淀粉含量的影响

由表3可以看出,整个灌浆过程中,各播期高粱籽粒直链淀粉含量呈不断上升趋势,开花后7~28 d,直链淀粉含量呈直线上升趋势,28 d至成熟期,直链淀粉积累速率渐缓,成熟期达到最

大值。成熟期各处理高粱籽粒直链淀粉的含量表现为 V (8.67%) > III (8.59%) > IV (8.35%) > II (8.16%) > I (8.06%),经显著性分析,不同开花时期各处理籽粒直链淀粉含量无显著性差异。适时晚播有利于籽粒直链淀粉的积累。

表3 不同播期对高粱子粒直链淀粉含量的影响

播期	开花后 7 d	开花后 14 d	开花后 21 d	开花后 28 d	开花后 35 d	开花后 42 d	开花后 49 d
I	0.85 aA	2.31 aA	4.31 aA	6.41 bA	7.01 aA	8.00 aA	8.06 aA
II	0.84 aA	2.51 aA	4.95 aA	6.88 abA	7.46 aA	7.79 aA	8.16 aA
III	0.91 aA	2.41 aA	4.46 aA	7.81 aA	8.01 aA	8.19 aA	8.59 aA
IV	0.89 aA	2.56 aA	4.97 aA	6.48 abA	7.36 aA	8.20 aA	8.35 aA
V	0.94 aA	2.57 aA	4.81 aA	7.68 abA	7.84 aA	8.21 aA	8.67 aA

2.4 不同播期对高粱籽粒支/直链淀粉比值的影响

由表4可以看出,整个灌浆期高粱籽粒支/直链淀粉比值在波动中逐渐上升,到成熟期达到最大值。开花后7~28 d高粱籽粒支/直链淀粉比值上下波动较大,支链淀粉和直链淀粉先后交替占据籽粒淀粉积累的相对强势,其中开花后14 d,各播期处理间差异较大,但差异没有达到显著水平。35 d开始,支/直链淀粉比值虽有轻微波动,

但总体呈逐步上升趋势,其中II播期(开花后7 d、21 d、28 d除外)籽粒支/直链淀粉比值一直高于其他播期,其他播期支/直链淀粉比值均在交替中上升。成熟期各播期支/直链淀粉比值表现为 II (8.19) > I (8.08) > III (7.79) > IV (7.76) > V (7.64)。方差分析表明,在灌浆的不同时期各播期处理支/直链淀粉比值间差异均未达到显著水平。表明不同播期对高粱籽粒支/直链淀粉比值的影响不大。

表4 不同播期对高粱子粒支/直链淀粉比值的影响

播期	开花后 7 d	开花后 14 d	开花后 21 d	开花后 28 d	开花后 35 d	开花后 42 d	开花后 49 d
I	5.66 aA	7.19 aA	7.07 aA	7.95 aA	8.03 aA	7.74 aA	8.08 aA
II	6.49 aA	9.10 aA	7.36 aA	7.74 abA	8.05 aA	8.38 aA	8.19 aA
III	6.58 aA	8.40 aA	7.96 aA	6.87 abA	7.64 aA	8.07 aA	7.79 aA
IV	5.61 aA	6.86 aA	6.38 aA	7.87 aA	7.72 aA	7.67 aA	7.76 aA
V	5.21 aA	7.54 aA	7.14 aA	6.72 bA	7.52 aA	7.72 aA	7.64 aA

2.5 不同播期对高粱产量的影响

由图1可知,成熟期不同播期处理小区产量表现为 III (11 007.9 kg/hm²) > II (10 744.05 kg/hm²) > I (10 657.65 kg/hm²) > IV (10 594.05 kg/hm²) > V (10 127.7 kg/hm²)。经方差分析,各播期处理小区产量之间的差异没有达到显著水平。其中III播期

产量最高,与成熟期总淀粉、支链淀粉含量最高规律一致。第Ⅱ播期、Ⅰ播期、Ⅳ播期产量接近,第Ⅴ播期产量最低。

各播期的产量表现表明,不同播期处理对高粱产量有影响,适时播种有利于提高产量,过早或过晚播种会使产量降低。

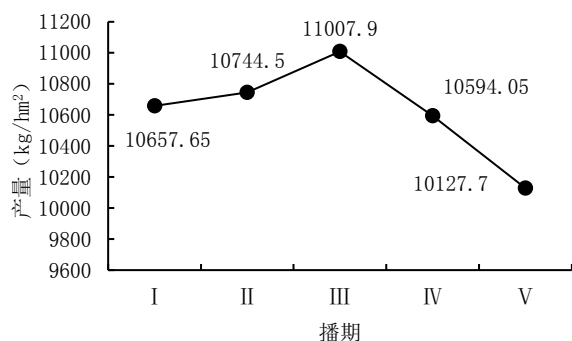


图1 不同播期对高粱产量的影响

3 结论与讨论

3.1 结论

适时播种有利于提高高粱籽粒总淀粉、支链淀粉的含量,改善品质。适时晚播有利于籽粒直链淀粉含量的增加。适时播种能够提高高粱的产量。赤杂28在赤峰地区,适时播种时间为5月中旬,从出苗到开花成熟都处于适宜的温度条件下,有利于提高籽粒总淀粉、支链淀粉的含量,同时也有利于产量的提高。

3.2 讨论

作物的生长发育受到土壤、肥料、水分、气候条件等各种因素的影响,每个因素的变化都会使高粱籽粒淀粉成分及含量发生相应的变化,研究表明,不同的氮、磷、钾施肥量会影响高粱籽粒淀粉的成分及积累规律^[17-21];不同的种植密度也会对籽粒淀粉的积累产生影响^[22]。

不同播期处理必然带来作物各生育时期的迟早,因此,在此试验中,同一气候条件将对应同一作物的不同生育时期,对各处理高粱籽粒淀粉成分、含量及产量都会产生一定的影响。本试验结果表明,随着灌浆时间的推进,高粱籽粒总淀粉、支链淀粉、直链淀粉含量呈不断增加趋势,成熟期达到最大值。支/直链淀粉比值在开花后7~28 d上下波动较大,28 d后比值波动变缓。适时播种有利于提高高粱籽粒总淀粉、支链淀粉的含量,适时晚播有利于籽粒直链淀粉含量的增加。这与前人不同播期对高粱籽粒淀粉积累规律的研究略有不同。这可能与试验品种及地区的气候条

件不同有关。适时播种有利于提高品种的产量,生产者应根据品种的生育期及不同地区的积温合理安排适时的播种时间。

参考文献:

- [1] 王黎明,张育松,马景生,等.高粱高淀粉基础材料的筛选及利用[J].黑龙江农业科学,2002(2):28-29.
- [2] 张桂香,史红梅,李爱军,等.高粱高淀粉基础材料的筛选及评价[J].作物杂志,2009(1):97-99.
- [3] 刘涛,于艳红,孔凡甲,等.吉林省高粱种质资源研究现状及对策[J].吉林农业科学,2010,35(5):17-19.
- [4] 王瑛霞,刘涛,于艳红,等.吉林省西部高粱生产中的问题及发展对策[J].吉林农业科学,2010,35(5):69-71.
- [5] 申瑞玲,陈明,任贵兴,等.高粱淀粉的研究进展[J].中国粮油学报,2012,27(7):123-128.
- [6] 刘庆芳,祁瑜婷,杜方岭,等.高粱淀粉的研究与发展[J].农产品加工,2016(9):54-56.
- [7] 周紫阳,黄瑞冬.不同淀粉含量高粱籽粒淀粉积累特性的比较[J].作物杂志,2011(2):81-84.
- [8] 柯福来,朱凯,邹剑秋,等.高粱不同胚乳类型籽粒淀粉积累特性研究[J].辽宁农业科学,2016(1):29-31.
- [9] S H Ring,徐一力.高粱籽粒直链淀粉含量的变异[J].作物科学,1992,32(1):163-167.
- [10] 赵建武,白文斌,刘贵锋,等.不同播期、积温、降水量对高粱农艺性状形成及产量的影响[J].农学学报,2014,4(4):1-4,37.
- [11] 周瑜,黄娟,吴毓,等.播期对直播高粱生长发育及产量的影响[J].云南农业大学学报,2019,34(3):384-392.
- [12] 张志鹏,朱凯,王艳秋,等.甜高粱不同播期对主要性状影响的研究[J].辽宁农业科学,2005(3):69-70.
- [13] 顾鸣娣.不同播期对甜高粱产量及品质的影响[J].现代农业科技,2016(11):11-13.
- [14] 李超,肖木辑,周宇飞,等.不同播期对高粱籽粒淀粉含量的影响[J].沈阳农业大学学报,2009,40(6):708-711.
- [15] 范明顺,张崇玉,张琴,等.双波长分光光度法测定高粱中的直链淀粉和支链淀粉[J].中国酿造,2008(21):85-87.
- [16] 刘选选,曹国璠,任明见,等.不同分散温度、时间对双波长法测定高粱直、支链淀粉及总淀粉含量的影响[J].中国农学通报,2014,30(18):245-250.
- [17] 葛占宇,马尚耀,成慧娟,等.不同施氮水平对高粱籽粒淀粉积累规律的影响[J].东北农业科学,2016,41(2):25-29.
- [18] 于泳,黄瑞冬,赵尚文,等.不同施氮水平对高粱籽粒淀粉积累规律的影响[J].作物杂志,2008(5):20-24.
- [19] 黄瑞冬,于泳,肖木辑,等.施磷、钾肥对高粱籽粒淀粉积累规律的影响[J].作物杂志,2009(2):29-32.
- [20] 曹昌林,董良利,宋旭东,等.氮、磷、钾肥对高粱籽粒淀粉含量的影响[J].山东农业科学,2011(1):56-58.
- [21] 王洪预,崔正果,伍舒悦,等.氮磷钾肥料配施对粒用高粱籽粒产量的影响[J].东北农业科学,2018,43(3):1-4.
- [22] 高欣,肖木辑,周宇飞,等.种植密度对高粱籽粒淀粉积累的影响[J].作物杂志,2009(6):35-37.

(责任编辑:王昱)