

不同施氮水平对高粱子粒淀粉积累规律的影响

葛占宇, 马尚耀, 成慧娟, 严福忠, 王立新, 张 嫻, 隋虹杰, 潘映雪

(赤峰市农牧科学研究所, 内蒙古 赤峰 024031)

摘 要:本试验以我院选育品种“赤杂28”为试验材料, 设立5个不同施氮处理, 研究了不同施氮水平对高粱子粒淀粉积累的影响。研究表明, 适当的氮肥量即N-9.3(纯氮9.3 kg/667 m²)处理和N-13.9(纯氮13.9 kg/667 m²)处理能分别提高子粒灌浆初期(7~21 d)和末期(35~49 d)总淀粉和支链淀粉的含量及积累速率。高施氮量和低施氮都不利于子粒总淀粉和支链淀粉的积累。中等施肥水平即N-9.3(纯氮9.3 kg/667 m²)处理对子粒直链淀粉的积累最有利。随灌浆过程的推进, 高粱子粒中总淀粉、支链淀粉、直链淀粉的积累速率均呈单峰曲线变化, 其中总淀粉、支链淀粉积累速率的峰值出现在子粒灌浆后第28天前。支/直链淀粉的比值随二者积累的差异, 呈双峰曲线变化。

关键词:高粱; 施氮量; 淀粉含量; 积累速率

中图分类号: S514

文献标识码: A

文章编号: 1003-8701(2016)00-0025-05

Effects of Different Nitrogen on Starch Content in Sorghum Grains

GE Zhanyu, MA Shangyao, CHENG Huijuan, YAN Fuzhong, WANG Lixin, ZHANG Shi, SUI Hongjie, PAN Yingxue
(Chifeng Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences, Chifeng 024031, China)

Abstract: Effects of five different nitrogen treatments on starch content of sorghum hybrid ‘Chiza No. 28’ was studied. The result showed that the total starch, amylopectin content and the accumulating rates of total starch and amylopectin in the early grain filling stage (7 to 21 days) and late stage (35 to 49 days) increased in the medium nitrogen treatment that is 9.3 kg/667 m² nitrogen and 13.9 kg/667 m² of nitrogen. High nitrogen and low nitrogen were not benefit to the accumulation of total starch and amylopectin. Nitrogen of 9.3 kg/667 m² was benefit to the accumulation of amylose. The accumulating rates of the total starch, amylopectin and amylose all came to be a single-peak curve along with the advance of grain filling process. The peaks of total starch, amylopectin appeared in 28 d after grain filling. The amylopectin-amylose ratio was double-peak curves.

Key words: Sorghum; Nitrogen; Starch content; Accumulating rates

高粱是我国重要的粮食作物之一, 因其具有抗旱、耐瘠、耐盐碱、粮饲兼用可酿酒等特点, 在现代农业生产中占有特殊的位置^[1-2]。淀粉是

高粱子粒的主要成分, 对高粱品质有重要影响。子粒淀粉由支链淀粉和直链淀粉组成, 完整规则的高粱淀粉中70%~80%为支链淀粉^[3], 直链淀粉在不同品种间差异较大, 普通高粱直链淀粉质量分

数平均为18.71%^[4]。支链淀粉含量高的品种食用的适口性和酿造品质较好^[5]。淀粉含量属于数量性状, 受遗传基因和栽培环境等多重因素控制。有关栽培环境对高粱子粒淀粉积累规律的影响已有报道^[6-7], 但栽培条件的设计各有不同。

本试验通过设定不同氮素水平, 探索不同氮素用量下高粱淀粉积累规律的变化, 为高粱栽培过程中合理施用氮肥提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验于2014年在内蒙古赤峰市农牧科学研究所试验田进行, 供试品种为赤峰市农牧科学研究所选育的高粱新杂交种“赤杂28”。试验地前茬作物为玉米, 土壤类型为栗钙土, 中等肥力, 有

收稿日期: 2015-11-02

基金项目: 国家高粱产业技术体系综合试验站项目(CARS-06-04-04); 国家科技支撑计划项目(2014BAD07B02); 第二批内蒙古自治区科技创新引导奖励资金项目(赤峰指教[2014]603号)

作者简介: 葛占宇(1978-), 女, 助理研究员, 硕士, 从事高粱育种工作。

机质含量 13.45 g/kg,全氮 0.78 g/kg,速氮 67.56 mg/kg,全磷 0.51 g/kg,速磷 14.17 mg/kg,全钾 26.85 g/kg,速钾 84.75 mg/kg。

所有试验小区施底肥磷酸二铵 10 kg/667 m²,硫酸钾 5 kg/667 m²。拔节期追施尿素(N含量 46.4%)共设 5 个处理:①N-0:不施氮;②N-4.6:施纯氮 4.6 kg/667 m²;③N-9.3:施纯氮 9.3 kg/667 m²;④N-13.9:施纯氮 13.9 kg/667 m²;⑤N-18.6:施纯氮 18.6 kg/667 m²。每小区 8 行,行长 5 m,行距 0.43 m,株距 19.4 cm。试验采用随机区组设计,3 次重复。5 月 14 日播种,9 月中旬收获,其他管理措施同大田。

1.2 测定项目与方法

于高粱穗开花期分别选取株高大致相同、穗部大小及生长阶段近似,有代表性植株主穗挂牌,在开花期后第 7 天、14 天、21 天、28 天、35 天、42 天、49 天。每次取 3 穗,并选取穗子中间部位的子粒,进行淀粉含量及组分测定。

直链淀粉、支链淀粉含量的测定采用双波长法^[8]。测定直链淀粉两波长分别为 $\lambda_1=620$ nm、 $\lambda_2=$

479 nm。测定支链淀粉波长分别为 $\lambda_1=556$ nm、 $\lambda_2=737$ nm。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。直链淀粉与支链淀粉含量之和即为总淀粉含量。

2 结果与分析

2.1 不同施氮水平对高粱子粒淀粉含量的影响

2.1.1 不同施氮水平对总淀粉含量的影响

由图 1、图 2 可知,各处理子粒总淀粉积累呈 S 曲线变化,灌浆初期子粒总淀粉积累缓慢,灌浆后 21~28 d,积累迅速,呈直线上升趋势,28 d 时,各处理总淀粉积累速率达到最大值。28 d 至成熟期总淀粉积累呈缓慢增加的趋势。灌浆 7~21 d, N-9.3 处理子粒总淀粉含量最高;28 d 时, N-18.6 处理最高;35~49 d 时, N-13.9 处理总淀粉含量最高。表明,在灌浆初期(7~21 d) N-9.3 处理子粒总淀粉积累较快;35 d 至成熟期时, N-13.9 处理总淀粉积累最快。虽然灌浆 28 d 时, N-18.6 处理子粒总淀粉含量最高,但其灌浆前期和后期总淀粉量都较低,并不能说明其对子粒总淀粉积累的作用明显。

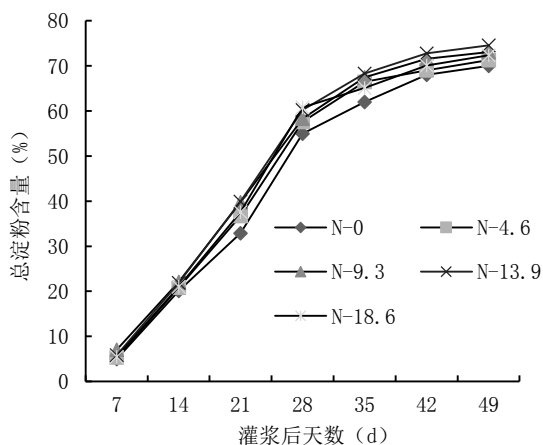


图 1 不同施氮水平对高粱子粒总淀粉含量的影响

不同氮素用量在高粱子粒灌浆的不同时期对子粒中总淀粉含量的影响如表 1 所示,灌浆后 7~21 d, N-9.3 处理,总淀粉量最高。灌浆后第 7 天, N-9.3 处理与其它处理的差异均达到极显著水平,较 N-0 处理和 N-18.6 处理分别高 40% 和 27.3%;灌浆后第 14 天, N-9.3、N-13.9 处理与 N-0 处理差异达极显著水平,与其它处理间差异均不显著;灌浆后 21 天, N-9.3、N-13.9 两个处理总淀粉含量差异极小,但与其它处理间均达到极显著水平,其中 N-9.3 处理较 N-0 处理和 N-18.6 处理分别高 21.3% 和 6.1%;灌浆后第 28 天, N-18.6 处

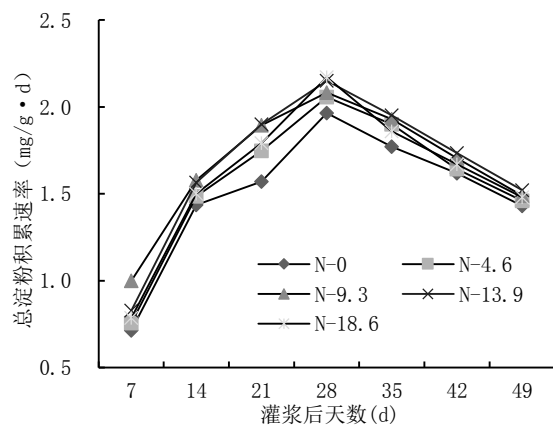


图 2 不同施氮水平对高粱子粒总淀粉积累速率的影响

理总淀粉量迅速增加至最高,与 N-9.3、N-4.6、N-0 处理均达到极显著水平,之后迅速下降;灌浆后 35 d~成熟期, N-13.9 处理总淀粉积累速率逐渐增加,含量一直处于最高水平。灌浆后第 35 天, N-13.9 处理与 N-0、N-18.6 处理差异达极显著水平;灌浆后第 42 d、第 49 d, N-13.9 处理与其它处理间差异均达极显著水平。

由此可见,灌浆第 28 d 以前, N-9.3 处理有利于高粱子粒总淀粉的积累;28 d 以后, N-13.9 处理更有利于高粱子粒总淀粉的积累,这说明灌浆 28 d 以后氮素的调控作用开始有所显现,但并不是施氮越

多越有利于总淀粉的积累。N-18.6处理虽然在28 d时总淀粉含量最高,但在整个灌浆过程中总淀粉含量一直处于相对较低的水平。不施氮(N-0)或施氮量偏低(N-4.6)也同样不利于总淀粉的积累。

表 1 不同施氮水平对高粱子粒总淀粉含量影响的差异性分析 %

处理	第 7 天	第 14 天	第 21 天	第 28 天	第 35 天	第 42 天	第 49 天
N-0	5.0 C	20.1 B	32.9 C	55.0 D	62.0 C	68.0 C	70.0 D
N-4.6	5.3 BC	20.8 AB	36.7 B	57.6 C	66.5 AB	69.0 C	71.3 CD
N-9.3	7.0 A	22.1 A	39.9 A	58.3 B	67.5 A	71.6 AB	73.1 B
N-13.9	5.8 B	21.9 A	39.8 A	60.2 A	68.3 A	72.8 A	74.6 A
N-18.6	5.5 B	21.0 AB	37.6 B	60.8 A	65.1 B	70.1 BC	72.4 BC

2.1.2 不同施氮水平对支链淀粉含量的影响

各处理子粒支链淀粉含量及积累速率变化趋势与总淀粉基本一致(如图3、表2)。从灌浆初期到末期,各处理子粒支链淀粉积累动态呈S形曲线变化,灌浆初期积累缓慢,灌浆后21~28 d迅速积累,呈直线上升趋势,到末期呈缓慢增加趋势。灌浆7~21 d,N-9.3处理支链淀粉含量最高,与其它处理之间的差异均达极显著水平(N-13.9除外);灌浆28 d时,N-18.6处理支链淀粉含量激增达最高,之后积累速率明显下降。成熟期各处

理支链淀粉含量表现为N-13.9>N-18.6>N-9.3>N-4.6>N-0,子粒中支链淀粉含量依次为65.2%、63.1%、63.0%、61.8%、61.17%。

由图4可知,各处理支链淀粉积累速率均呈单峰曲线变化,灌浆后28 d时出现峰值,支链淀粉积累速率均达到最大值,其中以N-18.6处理峰值最高,但28 d以后,N-18.6处理支链淀粉积累速率迅速下降,N-13.9处理支链淀粉积累速率稳步上升,均高于其它处理,并一直持续到灌浆末期子粒成熟。

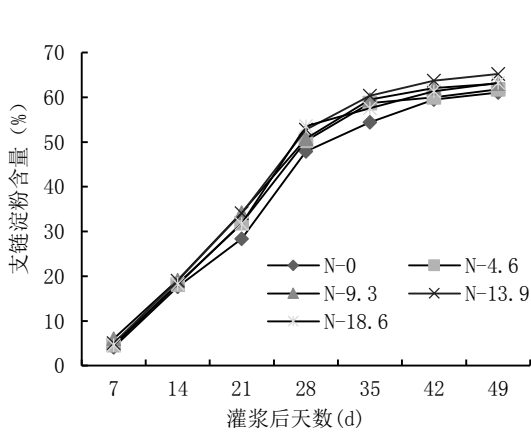


图 3 不同施氮水平对高粱子粒支链淀粉含量的影响

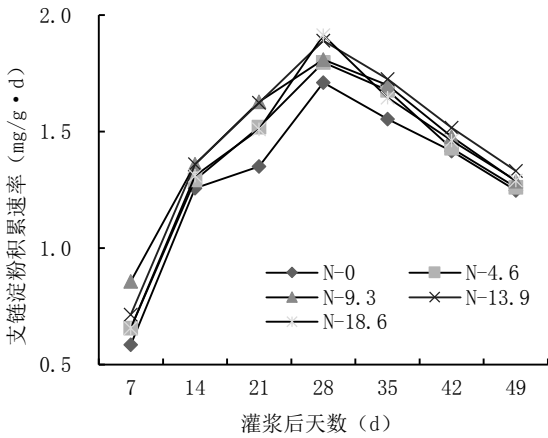


图 4 不同施氮水平对高粱子粒支链淀粉积累速率的影响

表 2 不同施氮水平对高粱子粒支链淀粉含量影响的差异性分析 %

处理	第 7 天	第 14 天	第 21 天	第 28 天	第 35 天	第 42 天	第 49 天
N-0	4.1C	17.6C	28.4C	47.9C	54.4B	59.5B	61.1C
N-4.6	4.6BC	18.1BC	31.9B	50.3BC	58.7A	60 B	61.8BC
N-9.3	6 A	19.1A	34.2A	50.8B	59.5A	62.1AB	63.1BC
N-13.9	5 B	19 A	34.1A	52.8AB	60.4A	63.7A	65.2A
N-18.6	4.6BC	18.3B	31.7B	53.6A	57.6A	61.4AB	63.2AB

以上分析表明,灌浆初期7~21 d,N-9.3处理更有利于高粱子粒支链淀粉的积累;28 d~成熟期,N-13.9处理更有利于子粒支链淀粉的积累。高施氮量(N-18.6)处理虽然在灌浆28 d时,子粒支链淀粉含量最高,但其在整个灌浆过程中,总体处于偏低的水平;低施氮量(N-0、N-4.6),也同样都不利于子粒支链淀粉的积累。说明适当氮肥用量(N-9.3和N-13.9)能分别提高高粱子粒在灌浆初期和后期的支链淀粉含量及积累速率。

2.1.3 不同施氮水平对直链淀粉含量的影响

由图5可知,各处理子粒直链淀粉积累动态变化与总淀粉和支链淀粉相似,呈S形曲线动态变化,成熟期达到最大值。整个灌浆过程中,N-9.3处理(除第21天外)直链淀粉含量均表现为最高,第21天时,N-18.6处理直链淀粉积累速率迅速升高,但在21 d前后,均处于相对较低水平。N-13.9处理(除第7天、第49天外)在整个灌浆过程中,直链淀粉含量位居第二。低施氮量处理N-

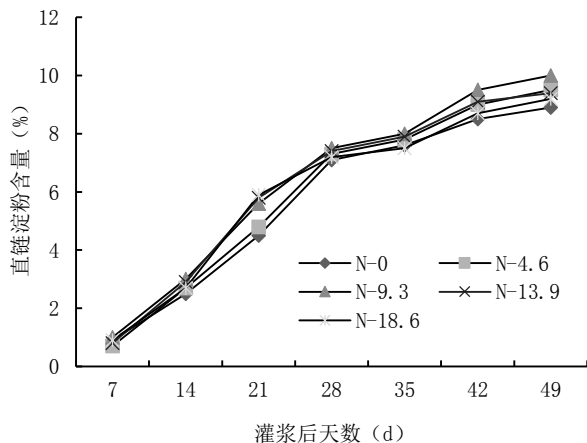


图5 不同施氮水平对高粱子粒直链淀粉含量的影响

4.6、N-0在整个灌浆过程中,直链淀粉含量一直处于相对偏低水平。灌浆后第49天(成熟期)各处理直链淀粉含量表现为N-9.3>N-4.6>N-13.9>N-18.6>N-0。

以上分析表明,N-9.3处理更有利于高粱子粒直链淀粉的积累。

2.1.4 不同施氮水平对高粱子粒支/直链淀粉比值的影响

由图6可知,整个灌浆过程中各处理子粒支/直链淀粉的比值呈双峰曲线变化。第一个峰值出现在灌浆后第14天,各处理表现为:N-0>N-18.6>N-4.6>N-13.9>N-9.3;第二个峰值出现在灌浆后第35 d,各处理子粒支/直链淀粉的比值达最大,表现为:N-18.6>N-13.9>N-4.6>N-9.3>N-0。由此可知,N-0处理在灌浆初期(第14天)支/直链淀粉的比值最大,到灌浆第35 d N-18.6处理支/直链淀粉的比值最大,并达到整个灌浆过程中的最大值。

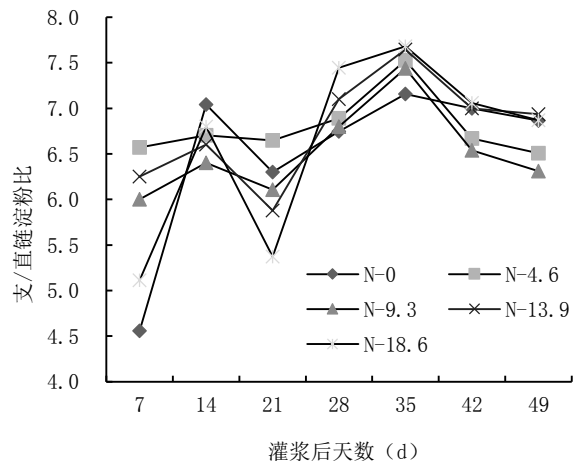


图6 不同施氮水平对高粱子粒支/直链淀粉比例的影响

表3 不同施氮水平对小区子粒产量影响的差异性分析

kg/667m²

处理	N-0	N-4.6	N-9.3	N-13.9	N-18.6
产量	578.9a	608.7a	640.1a	622.8a	608.6a

2.1.5 不同施氮水平对高粱子粒产量的影响

由表3可知,不同施氮处理小区籽粒产量表现为N-9.3>N-13.9>N-4.6>N-18.6>N-0。各处理之间差异虽不显著,但N-9.3处理子粒产量比N-0处理高10.6%,比N-18.6处理高5.2%。说明,适当的施氮量(N-9.3)对高粱子粒有一定的增产作用,但并不是施氮量越高,子粒的产量就越高。

3 小结与讨论

本试验在氮肥用量方面进行了细化,增加了氮肥的用量范围,选用本地品种在本地栽培环境下进行实施。试验结果表明,适当的氮肥量N-9.3和N-13.9处理能分别提高子粒灌浆初期(7~21 d)和末期(35~49 d)总淀粉和支链淀粉的含量。这与于泳等^[6]研究结果中,适当增加氮肥量能够促进总淀粉和支链淀粉的积累量相似,但于泳等^[6]的试验设计中施氮量最高为180 kg/hm²(纯氮12 kg/667m²),并没有指出增加的最高范围。本

试验扩大了氮肥用量范围,结果表明,当氮肥用量由 N-9.3 处理水平增加到 N-18.6 处理水平时,就已不利于子粒总淀粉和支链淀粉的积累。

于泳等^[6]研究表明,适量氮肥用量 N-M(纯氮 120 kg/hm²合 8 kg/667m²)对高粱直链淀粉含量积累效果最佳。本试验表明,在整个灌浆过程中,N-9.3 处理最有利于子粒直链淀粉的积累,当氮肥用量增加到 N-13.9 处理水平时,直链淀粉的积累速率下降,支链淀粉的积累量及积累速率将加快。

本试验中,赤杂 28 在氮肥用量为 N-9.3 处理水平时,子粒产量最高。表明并不是施氮量越高,子粒的产量就越高。应结合品种及地块的综合情况,进行测土配方施肥,发挥品种的优势,达到效益最大化。

参考文献:

[1] 张 辉,曲文祥,李书田,等.内蒙古特色作物[M].北京:中

国农业科学技术出版社,2010:144.

[2] 董玉琛,曹永生.粮食作物种质资源的品质特性及其利用[J].中国农业科学,2003,36(1):111-114.

[3] 田晓红,谭 斌,谭洪卓,等.20 种高粱淀粉特性[J].食品科学,2010,31(15):13-20.

[4] 刘艳香.高粱挤压加工特性及高粱-蚕豆复配营养早餐粉的研究[D].哈尔滨:东北农业大学,2009.

[5] 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.

[6] 于 泳,黄瑞冬,赵尚文,等.不同氮素水平对高粱子粒淀粉积累规律的影响[J].作物杂志,2008(5):20-23.

[7] 黄瑞冬,于 泳,肖木辑,等.施磷钾肥对高粱子粒淀粉积累规律的影响[J].作物杂志,2009(2):29-32.

[8] 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.

(责任编辑:王 昱)