

DOI: 10.11931/guihaia.gxzw201505001

引文格式: 韩坤龙, 崔子恒, 付博, 等. 栽培模式和复合肥类型对隆平 206 农艺性状及干物质积累的影响 [J]. 广西植物, 2017, 37(3):400-406
HAN KL, CUI ZH, FU B, et al. Effects of cultivation patterns and compound fertilizer types on agronomic traits and dry matter accumulation of Longping 206 [J]. *Guihaia*, 2017, 37(3):400-406

栽培模式和复合肥类型对隆平 206 农艺性状及干物质积累的影响

韩坤龙^{1,2}, 崔子恒¹, 付博¹, 胡维宽¹, 刘正¹, 余海兵^{1*}

(1. 安徽科技学院 农学院, 安徽 凤阳 233100; 2. 安徽隆平高科种业有限公司, 合肥 230088)

摘要: 该研究用双因素裂区设计, 在四种栽培模式和两种类型复合肥条件下, 分析了玉米杂交种隆平 206 的农艺性状及干物质积累的影响。隆平 206 的株高、生长率均在等行距和宽窄行间差异不显著, 但与等行距一穴两株间差异显著; 穗位高在等行距和宽窄行[(70+50)cm]间差异不显著, 但与宽窄行[(90+30)cm]和等行距一穴两株间差异显著; 茎粗在各处理间差异不显著, 栽培模式对隆平 206 穗位上第 1 叶和穗下第 1 叶的叶夹角影响显著, 对穗上第 1 叶的叶向值影响显著, 对穗下第 1 叶的叶向值影响不显著, 对不同时期穗位节和穗位上节的茎秆强度影响差异显著, 对不同时期干物质积累影响差异显著。隆平 206 在宽窄行[(90+30)cm], 地富原玉米专用复合肥时, 隆平 206 农艺性状各指标达最佳状态, 栽培模式对隆平 206 不同时期干物质积累影响差异显著, 在拔节期、大喇叭口期、开花期、乳熟期、成熟期, 隆平 206 在栽培模式宽窄行(70+50)cm 时干物质积累量均最大。该研究结果为玉米杂交种隆平 206 的栽培管理和施肥提供了依据。

关键词: 栽培模式, 玉米, 茎秆, 生理特性

中图分类号: Q949.13, S513 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2017)03-0400-07

Effects of cultivation patterns and compound fertilizer types on agronomic traits and dry matter accumulation of Longping 206

HAN Kun-Long^{1,2}, CUI Zi-Heng¹, FU Bo¹, HU Wei-Kuan¹,
LIU Zheng¹, YU Hai-Bing^{1*}

(1. *Anhui Science and Technology University, College of Agriculture, Fengyang 233100, Anhui China*; 2. *Anhui Longping Gaoke Seed Co. Ltd., Hefei 230088, China*)

Abstract: We studied the effects of four cultivation patterns and two compound fertilizer types on the root morphology index at seedling stage, the volume and the dry weight of root at elongation stage, the physiological property of root, leaf and stem, the agronomic traits and dry matter accumulation, grain filling and N, P and K accumulation, photosynthetic characteristics and yield components. This experiment was done at the science and technology garden in Anhui Science

收稿日期: 2016-03-21 修回日期: 2016-09-07

基金项目: 安徽省科技攻关项目(1301032160, 1501031095); 安徽省教育厅重大项目(KJ2013ZD01); 安徽省自然科学基金面上项目(1408085MC47); 安徽科技学院质量工程项目(X2014002) [Supported by Science and Technology Program of Anhui Province(1301032160, 1501031095); Major Program in Anhui Province Department of Education(KJ2013ZD01); Natural Foundation of Anhui Province(1408085MC47); Anhui Science and Technology Quality Engineering Program(X2014002)].

作者简介: 韩坤龙(1979-), 男, 安徽阜阳人, 硕士研究生, 研究方向为玉米育种, (E-mail) hankl2008@126.com。

*通信作者: 余海兵, 教授, 研究方向为玉米育种及栽培相关研究, (E-mail) hsm50721@163.com。

and Technology University and designed by two-factor split block design. The main plot was row-spacing allocation and double plants a hole. The four seeding styles were equal row spacing (A_1 , 60 cm), equal row spacing and double plants a hole (A_2 , 60 cm), wide and narrow row spacing (A_3 , 70 cm+50 cm), wide and narrow row spacing (A_4 , 90 cm+30 cm), respectively. The vice plot was base fertilizer type and used Stanley compound fertilizer and Difuyuan special compound fertilizer for corn. The experiment had eight treatment groups and four repetitions for each group. The seeding density was $67\ 500\ \text{cobs} \cdot \text{hm}^{-1}$, the width of each plot was 3 m, and the length was 6.67 m. The underground fertilization amount was $750\ \text{kg} \cdot \text{hm}^{-1}$. The plant height and growth rate of Longping 206 had not significant difference between equal row spacing and wide and narrow row spacing, but had significant difference during the pattern of equal row spacing with double plants a hole. The ear height had not significant difference between A_1 and A_3 , while had significant difference between A_4 and A_2 . The stem diameter had not significant difference between each treatment. The effects of cultivation patterns on the angle between first leaf of above ear and first leaf of under ear had significant difference, and on the first leaf orientation value of above ear also had significant difference, but on the first leaf orientation value of under ear had not significant difference. The effects of cultivation patterns on the stem intensity of ear knob and upper ear knob and on the dry matter accumulation at different stages had significant difference. Longping 206 in wide narrow row spacing (90+30) cm, Difuyuan special compound fertilizer, the indexes of agronomic characters of long reached the best state, the effects of cultivation pattern of dry matter accumulation of significant difference of Longping 206 on different periods, at jointing stage, booting, flowering stage, milk stage and mature period, the amount of dry matter accumulation of Longping 206 were the biggest in cultivation mode row (70+50) cm. It illustrated that different cultivation patterns and compound fertilizer types made important effects on the growth of Longping 206 and provided some information for cultivation management and fertilization of Longping 206.

Key words: cultivation patterns, maize, stem, physiological characteristics

玉米是世界上分布最广的作物之一,从 58°N 到 $35^\circ\sim 40^\circ\text{S}$ 的地区均有大量栽培。北美洲种植面积最大,亚洲、非洲和拉丁美洲次之。种植面积最大、总产量最多的国家依次是美国、中国、巴西、墨西哥。从栽培面积和总产量看,玉米仅次于小麦和水稻居第三位。玉米播种方式主要有等行距和宽窄行两种(崔子恒等,2015;戴明宏等,2008)。等行距种植规格是行距 75 cm,紧凑型品种株距在 17~20 cm,平展型品种株距在 25~30 cm(勾玲等,2007,2010)。宽窄行种植规格是宽行 140 cm,窄行 40 cm,紧凑型品种株距 15 cm 左右,平展型品种株距 20 cm 左右。

本研究采用玉米杂交种隆平 206 为试验材料,针对该品种具有耐密植,耐高肥的特点,建立 4 种不同栽培模式,两种不同复合肥料运筹方式,来研究其农艺性状及干物质积累的生理特性,为进一步提高玉米产量提供理论和技术依据。

1 材料与方 法

1.1 试验设计

试验于 2013 年 6-10 月在安徽科技学院种植科

技园($32^\circ 52'\text{N}$, $117^\circ 33'\text{E}$)进行。试验地为中性壤土,耕层 0~20 cm 土壤含有有机质 $24.62\ \text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、全氮 $1.93\ \text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、碱解氮 $120.1\ \text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、有效磷 $48.6\ \text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ 、速效钾 $243.2\ \text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$,pH 值 6.8。

高产条件下,试验采用双因素裂区设计,主区为行距配置及一穴双株,分等行距(A_1 , 60 cm)、等行距一穴双株(A_2 , 60 cm, 一穴双株)、宽窄行(A_3 , 70 cm+50 cm)、宽窄行(A_4 , 90 cm+30 cm)4 种方式,副区为基肥类型,分复合肥料施丹利(B_1 , N:P:K=18:18:18)、地富原玉米专用复合肥料(B_2 , N:P:K=26:12:10)共 8 个处理组,重复 4 次;播种密度均为 $67\ 500\ \text{株} \cdot \text{hm}^{-2}$,小区宽 3 m,长 6.67 m。基肥情况均为 $750\ \text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,全部底施,按照高产田进行田间管理,在隆平 206 整个生育期内保证良好的水分供应,及时浇水、除草、灭虫,保证植株有良好的生长环境。2013 年 6 月 13 日播种,10 月 11 日收获。

1.2 测定项目与方法

1.2.1 植株性状 包括玉米株高、穗位高、茎粗。各小区选取 10 株代表性植株挂牌标记,收获前用米尺测定株高、穗位高,用游标卡尺测定茎粗,测定部位为穗部节间(Grassini et al, 2011)。

1.2.2 干物质积累量 分别在拔节期、大喇叭口期、

开花期、和收获期取一致的玉米植株地上部,每处理5株,置于105℃烘箱杀青30min,80℃烘干至恒量,测定干物质积累量,计算作物生长率(金继运和何萍,1999)。

1.2.3 茎秆强度 分别在抽丝期、灌浆初期和灌浆中期取一致的玉米植株,每处理5株,采用YYD-1型茎秆强度测定仪测定茎秆穿刺强度。

1.2.4 叶向值 用量角器、直尺等工具对生长发育一致5株的玉米植株穗上第一叶和穗下第一叶的叶(L)、叶角(θ)叶片与水平面的夹角,弧度和叶垂距进行测量。按下式计算叶向值(Lov)(李潮海等,2001):

叶向值(Lov) = $\Sigma\theta(Lf/L)/n$ 式中, n 为测量的叶片数目。

2 结果与分析

2.1 栽培模式和复合肥类型对隆平206农艺性状及生长率的影响

由栽培模式间分析比较可以看出(表1),隆平206的株高、生长率均在等行距和宽窄行间差异不显著,但与等行距一穴两株间差异显著;穗位高在等行距和宽窄行[(70+50)cm]间差异不显著,但与宽窄行[(90+30)cm]和等行距一穴两株间差异显著;茎粗在各处理间差异不显著;且株高、穗位高、茎粗、生长率都在宽窄行[(70+50)cm]栽培措施下达到最大值,在等行距一穴两株栽培措施下成为最小值;株高最大值比最小值增加35.30%,穗位高增值为26.10%,茎粗增值为5.21%,开花前玉米生长率增值为10.80%,开花后玉米生长率增值为30.32%。复合肥类型间比较发现(表1),株高、穗位高、茎粗复合肥类型间差异均不显著;开花前玉米生长率除了在宽窄行[(90+30)cm]外,其它各栽培模式下复合肥类型间都是差异不显著;开花后玉米生长率在等行距和宽窄行[(70+50)cm]栽培模式下复合肥类型间差异显著,在宽窄行[(90+30)cm]和等行距一穴两株间差异不显著;株高复合肥类型间增值最大值即在宽窄行[(70+50)cm]时为5.12%,增值最小值在宽窄行[(90+30)cm]时为0.96%;穗位增值最大值即在宽窄行[(70+50)cm]时为2.82%,增值最小值在等行距时为1.16%;茎粗增值最大值即在等行距时为3.74%,增值最小值在等行距一穴两株时为0.94%;开花前玉米生长率增值最大值即在宽窄

行[(70+50)cm]时为4.53%,增值最小值在宽窄行[(90+30)cm]时为0.61%;开花后玉米生长率增值最大值即在等行距时为12.40%,增值最小值在等行距一穴两株时为8.54%。

2.2 栽培模式和复合肥类型对隆平206穗上叶和穗下叶LA及Lov的影响

栽培模式对隆平206穗位上第1叶和穗下第1叶的叶夹角影响显著,对穗上第1叶的叶向值影响显著,对穗下第1叶的叶向值影响不显著(表2),其中无论施用什么样类型复合肥,等行距一穴两株的穗上、穗下第1叶的叶夹角都是最小,而穗上第1叶叶夹角最大值是宽窄行[(90+30)m],复合肥类型为玉米专用肥即为23.460,穗下第1叶叶夹角第大值是等行距,复合肥类型为玉米专用肥即为37.940;复合肥类型间比较,穗上、下第1叶除了在宽窄行[(90+30)cm]时,施用玉米专用肥比施丹利叶夹角大;等行距栽培措施下穗上第1叶叶向值复合肥类型增值最大(3.82%),等行距一穴两株栽培措施下穗下第1叶叶向值复合肥类型增值最大(3.54%)。

2.3 栽培模式和复合肥类型对隆平206不同时期茎秆强度的影响

栽培模式对隆平206不同时期穗位节和穗位上节的茎秆强度影响差异显著(表3)。随着生育期的推进,穗位节和穗位上节的茎秆强度均逐渐增强,其中穗位节茎秆强度增幅最大是在宽窄行[(90+30)cm]时为230.18%,增幅最小是在宽窄行[(70+50)cm]时为178.93%;穗位上节的茎秆强度增幅最大是在等行距时为260.04%,增幅最小是在宽窄行[(70+50)cm]时为167.54%。不管施用什么类型复合肥,抽丝期、灌浆初期、灌浆中期三个时期隆平隆平206的穗位节比穗位上节的茎秆强度均增强,其中在抽丝期,穗位节比穗位上节的茎秆强度增幅最大是在等行距一穴两株时为9.69%,增幅最小在宽窄行[(70+50)cm]时为2.09%;在灌浆初期,增幅最大是在等行距一穴两株时为23.61%,增幅最小在宽窄行[(70+50)cm]时为5.11%;在灌浆中期,增幅最大是在等行距时为13.85%,增幅最小在宽窄行[(90+30)cm]时为4.88%。复合肥类型间比较发现(表3),施用不同类型复合肥在隆平206不同生长时期对穗位节和穗位上节的影响是不一样的,其中穗位节在抽丝期只有在宽窄行[(70+50)cm]和等行距一穴两株时差异显著,在灌浆初期只有在等行距和宽窄行[(70+50)cm]时差异显著,在灌浆中期

表 1 栽培模式和复合肥料类型对隆平 206 农艺性状及生长率的影响

Table 1 Effects of cultivation patterns and compound fertilizer types on the agronomic traits and growth rate of Longping 206

栽培模式 Cultivation pattern	复合肥料类型 Compound fertilizer type	株高 (cm) Plant height	穗位高 (cm) Ear height	茎粗 (cm) Stem diameter	开花前玉米 生长率 (CGR) Blossom before growth rate	开花后玉米 生长率 (CGR) Blossom after growth rate
A ₁	B ₁	239.29 ± 0.21b	76.16 ± 0.16a	2.14 ± 0.11ab	18.51 ± 0.07b	20.41 ± 0.17b
	B ₂	251.05 ± 0.07ab	77.04 ± 0.09a	2.22 ± 0.36a	18.16 ± 0.41b	22.94 ± 0.06a
A ₃	B ₁	268.30 ± 0.13ab	79.39 ± 0.05a	2.19 ± 0.07a	19.38 ± 0.16a	21.37 ± 0.05b
	B ₂	282.06 ± 0.03a	77.21 ± 0.31a	2.12 ± 0.30a	18.54 ± 0.08b	23.51 ± 0.33a
A ₄	B ₁	241.81 ± 0.37b	65.83 ± 0.16b	2.11 ± 0.00ab	18.29 ± 0.05b	19.63 ± 0.08b
	B ₂	244.13 ± 0.24b	67.29 ± 0.22b	2.15 ± 0.02ab	18.18 ± 0.06b	21.72 ± 0.11b
A ₂	B ₁	208.47 ± 0.06c	62.96 ± 0.09bc	2.12 ± 0.33ab	17.86 ± 0.22c	18.04 ± 0.37c
	B ₂	212.51 ± 0.35c	64.71 ± 0.37b	2.14 ± 0.17ab	17.49 ± 0.44c	19.58 ± 0.16b

注: 表中数据为平均值±标准误。同一列中不同字母表示处理间差异达显著水平 ($P < 0.05$)。下同。

Note: Data in the table are mean ± SE. Values followed by different letters are significantly different ($P < 0.05$). The same below.

表 2 栽培模式和复合肥料类型对隆平 206 穗上叶和穗下叶 LA 及 LOV 的影响

Table 2 Effects of cultivation patterns and compound fertilizer types on the LA and LOV of upper leaf and lower leaf of ear in Longping 206

栽培模式 Cultivation pattern	复合肥料类型 Compound fertilizer type	穗上第 1 叶 The first leaf up the ear		穗下第 1 叶 The first leaf down the ear	
		LA	LOV	LA	LOV
A ₁	B ₁	21.84 ± 0.19b	62.78 ± 0.22b	37.12 ± 0.00a	55.74 ± 0.19b
	B ₂	22.71 ± 0.52a	60.47 ± 0.71c	37.94 ± 0.32a	56.89 ± 0.03b
A ₃	B ₁	20.96 ± 0.03b	66.63 ± 0.31a	35.25 ± 0.03b	58.22 ± 0.41ab
	B ₂	20.14 ± 0.49b	68.32 ± 0.06a	34.17 ± 0.05b	59.07 ± 0.08ab
A ₄	B ₁	22.42 ± 0.06a	60.84 ± 0.01c	34.55 ± 0.19b	57.56 ± 0.09b
	B ₂	23.46 ± 0.08a	62.43 ± 0.02b	34.72 ± 0.26b	58.44 ± 0.24ab
A ₂	B ₁	20.28 ± 0.33b	67.09 ± 0.11ab	32.45 ± 0.11c	61.08 ± 0.16a
	B ₂	20.64 ± 0.29b	65.44 ± 0.30b	33.41 ± 0.30c	63.24 ± 0.28a

只有在等行距一穴两株时差异显著; 穗位上节在抽丝期在宽窄行 [(90+30) cm] 和等行距一穴两株时差异显著, 在灌浆初期在等行距一穴两株时差异显著, 在灌浆中期除在宽窄行 [(90+30) cm] 时差异不显著外, 其它处理差异均显著。

2.4 栽培模式和复合肥料类型对隆平 206 不同时期干物质积累的影响

栽培模式对隆平 206 不同时期干物质积累影响差异显著 (表 4), 在拔节期、大喇叭口期、开花期、乳

熟期、成熟期, 隆平 206 在栽培模式宽窄行 [(70+50) cm] 时干物质积累量均最大, 分别为 504.91、2 746.33、16 873.54、24 881.31、26 743.48 kg · hm⁻², 与最小值相比, 增大幅度分别为 31.20%、30.88%、65.83%、27.25%、26.00%。施用复合的类型对隆平 206 不同时期干物质积累的影响也显著 (表 4), 在拔节期、大喇叭口期, 施用施丹利比玉米专用肥对隆平 206 的干物质的积累量作用要大, 其中拔节期, 在宽窄行 [(70+50) cm] 和等行距一穴两株时, 施用两

表 3 栽培模式和复合肥类型对隆平 206 不同时期茎秆强度的影响

Table 3 Effects of cultivation patterns and compound fertilizer types on the stem intensity of Longping 206 at different stages

栽培模式 Cultivation pattern	复合肥类型 Compound fertilizer type	抽丝期 Silking stage		灌浆初期 At early stage		灌浆中期 Middle filling stage	
		穗位节 Ear	穗位上节 Upper ear	穗位节 Ear	穗位上节 Upper ear	穗位节 Ear	穗位上节 Upper ear
		A ₁	B ₁	114.12 ± 0.06b	109.47 ± 0.16ab	247.18 ± 0.03b	202.79 ± 0.06c
	B ₂	117.36 ± 0.02b	113.15 ± 0.21a	222.55 ± 0.15c	197.65 ± 0.11c	361.32 ± 0.05bc	317.36 ± 0.01c
A ₃	B ₁	108.35 ± 0.34c	106.13 ± 0.04b	216.33 ± 0.15c	203.70 ± 0.20c	341.08 ± 0.11bc	310.77 ± 0.09c
	B ₂	116.40 ± 0.07b	111.09 ± 0.31ab	209.65 ± 0.06d	199.46 ± 0.19c	324.67 ± 0.24c	297.21 ± 0.15d
A ₄	B ₁	119.69 ± 0.15b	112.94 ± 0.03a	268.77 ± 0.18ab	241.33 ± 0.07b	384.06 ± 0.06b	366.18 ± 0.24ab
	B ₂	111.28 ± 0.06b	107.36 ± 0.13b	249.15 ± 0.00b	227.52 ± 0.19bc	367.42 ± 0.09bc	342.09 ± 0.17b
A ₂	B ₁	123.74 ± 0.01a	114.08 ± 0.16a	299.14 ± 0.20a	271.09 ± 0.27a	397.61 ± 0.03a	371.11 ± 0.06a
	B ₂	117.64 ± 0.22b	107.25 ± 0.18b	274.27 ± 0.07a	221.89 ± 0.09bc	376.08 ± 0.34b	340.76 ± 0.28b

表 4 栽培模式和复合肥类型对隆平 206 不同时期干物质积累的影响

Table 4 Effects of cultivation patterns and compound fertilizer types on the dry matter accumulation of Longping 206 at different stages

栽培模式 Cultivation pattern	复合肥类型 Compound fertilizer type	干物质积累 Accumulation of dry matter (kg · hm ⁻²)					经济系数 Economic coefficient
		拔节期 Jointing stage	大喇叭口期 Big trumpet stage	开花期 Blossom stage	乳熟期 Milk ripe stage	成熟期 Mature stage	
		A ₁	B ₁	481.16 ± 0.01b	2 347.24 ± 0.16b	10 348.31 ± 0.37d	
	B ₂	462.79 ± 0.06b	2 175.35 ± 0.28c	12 547.73 ± 0.13c	22 389.66 ± 0.01b	25 773.50 ± 0.01b	47.14
A ₃	B ₁	504.91 ± 0.43a	2 746.33 ± 0.14a	13 781.06 ± 0.02b	23 271.90 ± 0.02a	24 620.31 ± 0.01b	47.34
	B ₂	483.21 ± 0.08b	2 649.14 ± 0.21a	16 873.54 ± 0.06a	24 881.31 ± 0.07a	26 743.48 ± 0.09a	48.66
A ₄	B ₁	467.65 ± 0.03b	2 257.25 ± 0.19b	10 175.04 ± 0.17d	19 553.72 ± 0.01d	21 224.27 ± 0.07c	43.17
	B ₂	442.87 ± 0.01b	2 098.36 ± 0.11c	13 140.79 ± 0.09b	21 934.30 ± 0.03c	22 731.34 ± 0.04c	44.87
A ₂	B ₁	387.42 ± 0.06c	2 674.21 ± 0.20a	11 074.64 ± 0.02c	22 391.26 ± 0.15b	23 992.41 ± 0.06b	47.62
	B ₂	384.84 ± 0.08c	2 597.18 ± 0.18a	11 697.47 ± 0.01c	22 953.46 ± 0.47b	24 551.32 ± 0.07b	48.52

种不同复合肥对干物质积累影响差异显著,大喇叭口期,在等行距和宽窄行[(90+30)cm]时,不同复合肥对干物质积累影响差异显著;在开花期、乳熟期、成熟期,施用玉米专用肥比施丹利对隆平 206 的干物质的积累量作用要大,其中在开花期,在等行距和宽窄行[(70+50)cm]时,不同复合肥对干物质积累影响差异显著,在乳熟期,在等行距和宽窄行[(90+30)cm]时,不同复合肥对干物质积累影响差异显著,在成熟期,除宽窄行[(90+30)cm]时,差异

显著,其它各处理对干物质积累影响差异不显著。

3 讨论

3.1 隆平 206 农艺性状和生长率

构建合理田间结构,通过调整行间距来改变种植方式是当前密植栽培的主要方式之一,通过采取不均衡种植方式,可以改善玉米群体内部通风透光条件,改变群体微环境,为玉米高产创建合理的群体结构,

在种植面积难以扩增的现实下,如何通过改善种植方式来实现玉米单位面积产量的提高至关重要(李言照等,2002;刘亚亮等,2011;刘仲发等,2011);田间种植方式的改变可以显著影响玉米群体产量及其生长发育特征(吕丽华等,2008;马国胜等,2007)。本研究表明,隆平 206 的株高、生长率均在等行距和宽窄行间差异不显著,但与等行距一穴两株间差异显著;穗位高在等行距和宽窄行[(70+50)cm]间差异不显著,但与宽窄行[(90+30)cm]和等行距一穴两株间差异显著;茎粗在各处理间差异不显著。

3.2 隆平 206 的叶夹角、叶向值和茎秆强度

合理的田间种植模式可以利用不同层次的光资源、改善玉米群体通风能力、提高中下层叶片的光合性能,更好地协调玉米群体和个体的关系,促使玉米茎干强度增加。本研究发​​现等行距、一穴双株和宽窄行对隆平 206 穗位上第 1 叶和穗下第 1 叶的叶夹角影响显著,对穗上第 1 叶的叶向值影响显著,对穗下第 1 叶的叶向值影响不显著;栽培模式对隆平 206 不同时期穗位节和穗位上节的茎秆强度影响差异显著。

3.3 隆平 206 干物质的积累

在玉米种植模式上研究发现与常规等行距栽培相比,宽窄行种植及等行距一穴双株可改善群体结构和冠层的微环境,促进株生长发育植物总干物质的积累是作物产量形成的基础,干物质积累的高低决定了最终作物籽粒产量的高低(杨今胜等,2011;易镇邪等,2006;张宾等,2007)。在一定范围内,干物质积累量与玉米产量呈密切正相关,即干物质积累越多,籽粒产量也随之增高;玉米实行“宽窄行”“宽等行”和一穴双株等种植模式,能有效提高玉米群体二氧化碳和光能利用率,在不增加投资成本的情况下,可使玉米增产 10%左右;本研究表明栽培模式对隆平 206 不同时期干物质积累影响差异显著。

4 结论

隆平 206 的农艺性与干物质产量与光合能力、营养吸收能力密切相关,合理种植方式可保持高光合速率,有利于群体光合速率的提高,制造更多的光合产物;种植方式与复合肥料类型也显著影响株高、穗位高、茎秆强度、干物质积累等各项指标,前人研究表明玉米采用宽窄行方式种植可增加茎粗、株高、穗位高、生长率;增强茎秆强度,提高干物质的积累

(张石宝等,2001;郑洪建等,2001),本研究隆平 206 在宽窄行[(90+30)cm],地富原玉米专用复合肥时,隆平 206 农艺性状各指标达最佳状态,栽培模式对隆平 206 不同时期干物质积累影响差异显著,在拔节期、大喇叭口期、开花期、乳熟期、成熟期,隆平 206 在栽培模式宽窄行[(70+50)cm]时干物质积累量均最大。

参考文献:

- BAI W, SUN ZX, et al, 2014. Effect of different planting patterns on maize growth and yield in western Liaoning Province [J]. *Acta Agron Sin*, 40(1): 181-189. [白伟, 孙占祥, 郑家明, 等, 2014. 辽西地区不同种植模式对春玉米产量形成及其生长发育特性的影响 [J]. *作物学报*, 40(1): 181-189.]
- CUI ZH, HAN KL, FU B, et al, 2015. Effect of cultivation patterns and compound fertilizer types on photosynthetic characteristics and yield of longping 206 [J]. *J Anhui Sci Technol Univ*, 29(6): 35-40. [崔子恒, 韩坤龙, 付博, 等. 栽培模式和复合肥料类型对隆平 206 光合特性及产量构成的影响 [J]. *安徽科技学院学报*, 29(6): 35-40.]
- DAI MH, TAO HB, WANG LN, et al, 2008. Effects of different nitrogen managements on dry matter accumulation, partition and transportation of springy maize [J]. *Acta Agric Boreal-Sin*, 23(1): 154-157. [戴明宏, 陶洪斌, 王利纳等, 2008. 不同氮肥管理对春玉米干物质生产、分配及转运的影响 [J]. *华北农学报*, 23(1): 154-157.]
- GOU L, HUANG JJ, SUN R, et al, 2010. Variation characteristic of stalk penetration strength of maize with different density-tolerance varieties [J]. *Trans CSAE*, 26(11): 156-161. 勾玲, 黄建军, 孙锐等, 2010. 玉米不同耐密植品种茎秆穿刺强度的变化特征 [J]. *农业工程学报*, 2010, 26(11): 156-161.]
- GOU L, HUANG JJ, ZHANG B, et al, 2007. Effects of population density on stalk lodging resistant mechanism and agronomic characteristics of maize. [J]. *Acta Agron Sin*, 33(10): 1088-1095. [勾玲, 黄建军, 张宾等, 2007. 群体密度对玉米茎秆抗倒力学和农艺性状影响 [J]. *作物学报*, 33(10): 1088-1095.]
- GRASSINI P, THORBURN J, BURR C, et al, 2011. High-yield irrigated maize in the Western US corn belt: I. On-farm yield, yield potential, and impact of agronomic practices [J]. *Field Crops Res*, 120: 142-150.
- JIN JY, HE P, 1999. Effect of N and K nutrition on post metabolism of carbon and nitrogen and grain weight formation in maize [J]. *Sci Agric Sin*, 32(4): 55-62. [金继运, 何萍, 1999. 氮钾营养对春玉米后期碳氮代谢与粒重形成的影响 [J]. *中国农业科学*, 32(4): 55-62.]
- LI CH, SU XH, XIE RZ, et al, 2001. Study on relationship between grain-yield of summer corn and climatic ecological condition under super-high-yield cultivation [J]. *Agric Sin*, 34(3): 311-316. [李潮海, 苏新宏, 谢瑞芝等, 2001. 超高产栽培条件下夏玉米产量与气候生态条件关系研究 [J]. *中国农业科学*, 34(3): 311-316.]
- LI YZ, DONG XW, LIU GL, et al, 2002. Effects of light and temperature factors on yield and its components in maize [J]. *Chin J Eco-Agric*, 10(2): 86-89. [李言照, 东先旺, 刘光亮等, 2002. 光温因子对玉米产量及产量构成因子值的影响 [J]. 中

- 国生态农学报,2002,10(2):86-89.]
- LIU YL,ZHANG ZHAN,ZHAO HX, et al, 2011. Effect of nitrogen fertilizer application at stages in different proportions on protective enzymes activity in leaves of super high yield maize [J]. J NW A & F Univ (Nat Sci Ed),39(2): 202-208. [刘亚亮,张治安,赵洪祥等,2011. 氮肥不同比例分期施用对超高产玉米叶片保护酶活性的影响 [J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版),39(2):202-208.]
- LIU ZHF,GOU L,ZHAO M, et al, 2011. Effects of shading on stalk morphological characteristics, rind penetration strength and lodging-resistance of maize [J]. Acta Agric Boreal-Sin,26(4): 91-96. [刘仲发,勾玲,赵明等,2011. 遮阴对玉米茎秆形态特征、穿刺强度及抗倒伏能力的影响 [J]. 华北农学报,26(4): 91-96.]
- LÜ LH,ZHAO M,ZHAO JR, et al,2008. Canopy structure and photosynthesis of summer maize under different nitrogen fertilizer application rates. [J]. Sci Agric Sin,41(9): 2624-2632. [吕丽华,赵明,赵久然等,2008. 不同施氮量下夏玉米冠层结构及光合特性的变化 [J]. 中国农业科学,41(9): 2624-2632.]
- MA GS,XUE JQ,LU HD, et al, 2007. Effects of planting date and density on population physiological indices of summer corn (*Zea mays* L.) in central Shaanxi irrigation area [J]. Chin J Appl Ecol,18(6): 1247-1253. [马国胜,薛吉全,路海东等,2007. 播种时期与密度对关中灌区夏玉米群体生理指标的影响 [J]. 应用生态学报,2007,18(6): 1247-1253.]
- WANG KJ, HU CH, DONG ST, et al, 1999. Changes of the protective enzyme activities and lipid peroxidation after anthesis among maize varieties planted in different years [J] Acta Agron Sin,25(6): 700-706. [王空军,胡昌浩,董树亭等,1999. 我国不同年代玉米品种开花叶片保护酶活性及膜脂过氧化作用的演进 [J]. 作物学报,25(6): 700-706.]
- YANG JS, GAO HY, LIU P, et al, 2010. Effects of planting density and row spacing on canopy apparent photosynthesis of high-yield summer corn [J]. Acta Agron Sin, 36(7): 1226-1233. [杨吉顺,高辉远,刘鹏等,2010. 种植密度和行距配置对超高产夏玉米群体光合特性的影响 [J]. 作物学报,36(7): 1226-1233.]
- YANG JS, WANG YJ, ZHANG JW, et al, 2011. Dry matter production and photosynthesis characteristics of three hybrids of maize (*Zea mays* L.) with super-high-yielding potential [J]. Acta Agron Sin,37(2): 355-361. [杨今胜,王永军,张吉旺等,2011. 三个超高产夏玉米品种的干物质生产及光合特性 [J]. 作物学报,37(2): 355-361.]
- YI ZX, WANG P, SHEN LX, et al, 2006. Effects of different types of nitrogen fertilizer on nitrogen accumulation, translocation and nitrogen fertilizer utilization in summer maize. [J]. Acta Agron Sin, 32(5): 772-778. [易镇邪,王璞,申丽霞等,2006. 不同类型氮肥对夏玉米氮素累积、转运与氮肥利用的影响 [J]. 作物学报,32(5): 772-778.]
- ZHANG B, ZHAO M, DONG ZQ, et al, 2007. Three combination quantitative expression and high yield analysis in crops [J]. Acta Agron Sin,33(10): 1674-1688. [张宾,赵明,董志强等,2007. 作物产量“三合结构”定量方程及高产分析 [J]. 作物学报, 33(10): 1674-1688.]
- ZHANG SB, LI SHY, HU LH, et al, 2001. The effects of sowing season on growth dry matter production and partition of maize [J]. Acta Bot Yunnan,23(2): 243-250. [张石宝,李树云,胡丽华等,2001. 播种季节对玉米生长发育及干物质生产和分配的影响 [J]. 云南植物研究, 23(2): 243-250.]
- ZHENG HJ, DONG ST, WANG KJ, et al, 2001. Effects of ecological factors on maize yield of different varieties and corresponding regulative measure [J]. Acta Agron Sin,27(6): 863-867. [郑洪建,董树亭,王空军等,2001. 生态因子对玉米品种生长发育影响及调控的研究 [J]. 作物学报,27(6): 863-867.]

(上接第 321 页 Continue from page 321)

- 836-842.
- RATHCKE B, LACEY EP, 1985. Phenological patterns of terrestrial plants [J]. Ann Rev Ecol Syst, 16(4): 179-214.
- READER R, 1983. Using heatsum models to account for geographic variation in the floral phenology of two ericaceous shrubs [J]. J Biogeogr, 10(1): 47-64.
- REGAL PJ, 1982. Pollination by wind and animals, ecology of geographic patterns [J]. Ann Rev Ecol Syst, 13(1): 497-524.
- SARGENT RD, ACKERLY DD, 2008. Plant-pollinator interactions and the assembly of plant communities [J]. Trends Ecol Evol, 23(3): 123-130.
- SCHEMSKE DW, WILLSON MF, MELAMPY MN, et al, 1978. Flowering ecology of some spring woodland herbs [J]. Ecology, 59(2): 351-366.
- SCHNEIDER VC, 1916. Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Ulmus* [J]. Bot Zeitschr, 66: 21-34.
- STAGGEMEIER VG, DINIZ-FILHO JAF, MORELLATO LPC, 2010. The shared influence of phylogeny and ecology on the reproductive patterns of Myrteae (Myrtaceae) [J]. J Ecol, 98(6): 1409-1421.
- TING S, HARTLEY S, BURNS K, 2008. Global patterns in fruiting seasons [J]. Glob Ecol Biogeogr, 17(5): 648-657.
- WEBB CO, DONOGHUE MJ, 2005. Phylomatic tree assembly for applied phylogenetics [J]. Mol Ecol Notes, 5(1): 181-183.
- WEBB CO, ACKERLY DD, KEMBEL SW, 2008. Phylocom software for the analysis of phylogenetic community structure and trait evolution [J]. Bioinformatics, 24(18): 2098-2100.
- WHITEHEAD DR, 1969. Wind pollination in the angiosperms evolutionary and environmental considerations [J]. Evolution, 23(1): 28-35.
- WIKSTRÖM N, SAVOLAINEN V, CHASE MW, 2001. Evolution of the angiosperms calibrating the family tree [J]. Proc Roy Soc Lond Ser B, 268: 2211-2220.
- XU M, 2014. Effects of different water gradients on fruit quality and the yield of *Camellia Oleifera* Abel [D]. Nanchang: Jiangxi Agricultural University: 41-43. [徐猛, 2014. 不同水分梯度对油茶果实品质和产量的影响 [D]. 南昌:江西农业大学: 41-43.]
- ZELITCH I, 1975. Improving the efficiency of photosynthesis [J]. Science, 188(4188): 626-633.
- ZHANG JL, MI XC, PEI NC, 2010. Phylotools: Phylogenetic Tools for Ecologists [Z]. R Package Version 0.0.7.4.201019.