



董扬. 不同播种方式对谷子抗倒伏性及产量的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2023(4):9-12.

不同播种方式对谷子抗倒伏性及产量的影响

董 扬

(黑龙江省农业科学院 齐齐哈尔分院, 黑龙江 齐齐哈尔 161006)

摘要: 为了促进谷子高产栽培,以嫩选 20 为材料,采用单因素随机区组设计,设单条播、双条播、穴播 3 种播种方式,分析不同播种方式下嫩选 20 生育期、茎秆特征、抗倒伏性、产量及光合特性的差异。结果表明,与单条播相比,双条播和穴播可使谷子提前成熟 2~3 d;双条播可明显改善谷子茎秆特征,增强抗倒伏性,除茎节数外,其余各茎秆指标、抗倒伏指标均显著高于单条播,各指标较单条播增加幅度为 4.11%~15.78%,而穴播无显著影响;双条播、穴播均可显著改善谷子光合特性,其中双条播处理下各项光合指标最高,净光合速率、蒸腾速率、气孔导度分别比单条播增加 21.04%、26.89% 和 22.22%。与单条播平均产量 4 952.15 kg·hm⁻² 相比,双条播和穴播分别增产 12.03% 和 6.14%。综合来看双条播播种方式有利于谷子促早熟、提高抗倒伏性、改善光合特性从而达到增产的目的。

关键词: 谷子;播种方式;抗倒伏;产量

谷子(*Setaria italica* Beauv. L.)起源于中国,古时称粟,五谷之一,属禾本科狗尾草属。考古遗存证据表明至今谷子约有 7 000 年的栽培历史,谷子的种植对我国农耕文明产生了深远的影响^[1-2]。谷子具有耐逆性强、适应性广、营养丰富等特性,是典型的环境友好型作物,也是我国黄河以北旱作农业区重要的粮饲兼用作物之一^[3-4]。栽培方式的改进对提高作物产量、改善作物品质具有重要作用,主要表现在合理的栽培措施可以调控群体结构,增强光能利用率从而获得高产改善品质^[5],播种方式是调控谷子生长发育一项重要的栽培措施,前人研究表明,合理的播种方式可以有效提高谷子籽粒产量及秸秆产量^[6-7]。

近几年,黑龙江省谷子生产面积稳定在 3.33 万 hm² 左右,谷子种植区域主要集中在黑龙江中西部地区的松嫩平原,由于黑龙江省农业生产机械化程度较高,谷子生产上以机械单条播的播种方式为主^[8]。传统的条播播种方式由于播种量偏大,导致群体密度过大易发生倒伏,加之黑龙江省谷子生产中存在种植模式单一、栽培管理粗放等问题导致难以获得高产,经济效益低下^[9]。近年来,由于播种机械的配套改进,垄上双条播、穴播等播种技术逐渐推广到生产应用中,获得了

广大谷子种植户的好评^[10-11]。与传统单条播相比,双条播与穴播可以有效控制播种量,保证植株群体分布的均匀性,使个体充分获得光、热、水等资源,减少成本,提质增效^[12]。目前对谷子的研究主要集中在抗倒伏性与茎秆形态特征、力学特性及株高、穗部相互关系等方面^[13-15],关于条播、穴播对谷子产量形成及抗倒伏性方面的研究鲜有报导。为此,本研究设置垄作模式下机械单条播、双条播、穴播 3 种播种模式,通过研究不同播种模式对谷子茎秆特征、抗倒伏性、产量构成等指标产生的影响,以期揭示不同播种模式的增产机理并筛选出最佳播种模式,为黑龙江省谷子高产栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

参试谷子品种为嫩选 20,由黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院选育。

1.2 方法

1.2.1 试验设计 试验于 2022 年 5 月—9 月在杜尔伯特蒙古族自治县农业现代科技示范园区进行,4 月 25 日由机械旋耕起垄,结合起垄施入基肥,施磷酸二铵 200 kg·hm⁻²、硫酸钾 75 kg·hm⁻²,4 月 27 日灌水,5 月 10 日采用机械播种,播后镇压。单因素随机区组设计,设双条播、穴播,以生产上常用的单条播作对照(CK),共 3 种播种方式,各播种方式种植密度统一为 40 万株·hm⁻²,10 行区,行长 50 m,小区面积 325 m²,3 次重复,各小区田间管理同大田生产且管理水平一致。

收稿日期:2022-12-20

基金项目:齐齐哈尔市科学技术局创新激励项目(CNYGG-2022041);国家谷子高粱产业技术体系建设项目(CARS-06-14.5-B21);中国科学院战略性先导科技专项(XDA28130504)。

作者简介:董扬(1982—),女,硕士,助理研究员,从事杂粮作物遗传育种及栽培相关研究。E-mail:dongyang0717@126.com。

1.2.2 茎秆及产量指标测定 于谷子乳熟期,在每处理中间 6 行中按 5 点取样法选取 50 株谷子,测定茎粗(基部第 2 节间的粗度)、主茎高、节间长(基部第 2 节间的长度)、茎节数、重心高度(茎秆基部至该茎秆平衡支点的距离),在成熟期测定单穗粒重、千粒重,并对小区测产。

1.2.3 茎秆机械强度测定 茎秆弯折力测定参照闵东红^[16]的测定方法,在灌浆期采用浙江托普公司生产的 YYD-1 茎秆强度测定仪测定基部第 2 节间的弯折力(N)。

茎秆抗倒伏指数参照李金才^[17]的测定方法。

抗倒伏指数=茎秆弯折力/重心高度

1.2.4 光合指标的测定 谷子抽穗期,在每处理中间 6 行中按 5 点取样法选取 50 株谷子,使用恒美 HM-GH80 型光合作用测定仪测定倒二叶的净光合速率、蒸腾速率、气孔导度,测定位置为叶片中部。

1.2.5 数据分析 采用 WPS 2019 和 DPS 7.05 等软件对数据进行整理分析。

2 结果与分析

2.1 对生育进程的影响

由表 1 可知,虽然 3 种播种方式的播期一致,但随着生育进程推进,不同播种方式之间的抽穗期和成熟期有所差异。具体表现为,与单条播相比,双条播和穴播处理对出苗期没有影响,均为 5 月 23 日出苗,双条播和穴播处理的抽穗期均较

单条播提前 2 d,从成熟期来看,双条播处理较单条播提前 2 d,穴播处理提前 3 d,穴播的生育天数最短,为 117 d,比双条播少 1 d,比单条播少 3 d。综合来看,穴播对加快谷子生育进程、促早熟效果略好。

表 1 不同播种方式对谷子生育进程的影响

处理	播种期	出苗期	抽穗期	成熟期	生育 天数/d
单条播(CK)	5 月 10 日	5 月 23 日	7 月 31 日	9 月 21 日	120
双条播	5 月 10 日	5 月 23 日	7 月 29 日	9 月 19 日	118
穴播	5 月 10 日	5 月 23 日	7 月 29 日	9 月 18 日	117

2.2 对谷子茎秆特征的影响

由表 2 可知,与单条播相比,双条播对嫩选 20 的茎秆特征产生了显著影响,而穴播无显著影响。主茎高的变化范围是 148.18~155.50 cm,双条播处理的主茎高最大(155.50 cm),显著高于其他处理,比单条播提高了 4.11%;茎粗的变化范围是 8.37~9.40 mm,双条播处理的茎粗最大(9.40 mm),显著高于其他处理,比单条播提高了 12.31%;节间长的变化范围是 7.35~8.28 cm,双条播处理的节间长最大(8.28 cm),显著高于其他处理,比单条播提高了 9.96%;茎节数在 3 个处理间没有显著性差异。

表 2 不同播种方式对谷子茎秆特征的影响

处理	主茎高/cm	茎粗/mm	节间长/cm	茎节数
单条播(CK)	149.36±6.36 b	8.37±2.84 b	7.53±0.37 b	9.42±0.37 a
双条播	155.50±4.84 a	9.40±3.10 a	8.28±0.42 a	9.20±0.41 a
穴播	148.18±5.09 b	8.44±2.57 b	7.35±0.30 b	9.65±0.22 a

注:不同小写字母表示处理间 $P<0.05$ 水平差异显著。下同。

2.3 对谷子抗倒伏性的影响

由表 3 可知,不同播种方式对抗倒伏指标的表现与茎秆特征基本一致,双条播处理下,嫩选 20 的重心高度、茎秆弯折力及抗倒伏指数均显著高

于单条播和穴播,3 个指标较单条播分别提高了 5.21%、15.78% 和 10.14%,提高抗倒伏效果最好。穴播处理下的重心高度、茎秆弯折力及抗倒伏指数均略低于单条播,但差异不显著。

表 3 不同播种方式对谷子抗倒伏性的影响

处理	重心高度/cm	茎秆弯折力/N	抗倒伏指数/(N·cm ⁻¹)
单条播(CK)	92.46±3.85 b	136.96±5.74 b	1.48±0.05 b
双条播	97.28±4.02 a	158.57±7.99 a	1.63±0.06 a
穴播	91.05±3.72 b	134.78±3.12 b	1.40±0.05 b

2.4 对谷子产量指标的影响

由表 4 可知,与单条播相比,除千粒重外,双条播、穴播处理对产量指标产生了显著影响。穗重的变化范围是 16.82~18.65 g,表现为双条播>

穴播>单条播,双条播处理的穗重最大(18.65 g),显著高于其他处理,比单条播提高了 10.88%;穗粒重的变化范围是 12.45~13.97 g,穗粒重的变化规律与穗重表现一致(双条播>穴播>单条

播),双条播处理的穗粒重最大(13.97 g),显著高于其他处理,比单条播提高了12.21%;千粒重在3种播种方式下并无显著差异;产量的变化范围

是4 952.15~5 547.74 kg·hm⁻²,双条播处理下的产量(5 547.74 kg·hm⁻²),显著高于其他处理,比单条播提高了12.03%。

表4 不同播种方式对谷子产量指标的影响

处理	穗重/g	穗粒重/g	千粒重/g	产量/(kg·hm ⁻²)
单条播(CK)	16.82±0.75 c	12.45±0.35 c	3.2±0.09 a	4952.15±138.46 c
双条播	18.65±1.03 a	13.97±0.63 a	3.2±0.10 a	5547.74±195.17 a
穴播	17.97±0.81 b	13.20±0.52 b	3.2±0.06 a	5255.97±158.25 b

2.5 对谷子光合特性的影响

由表5可知,双条播、穴播播种模式下嫩选20光合特性得到不同程度的改善,净光合速率、蒸腾速率、气孔导度与单条播比均显著提高。不同播种方式下谷子净光合速率、蒸腾速率、气孔导度均表现为双条播>穴播>单条播,且差异显著。双条播处理下各项光合指标最高,净光合速率、蒸腾速率、气孔导度分别比单条播增加21.04%、26.89%和22.22%。

表5 不同播种方式对谷子光合特性的影响

处理	净光合速率/ (μmol·m ⁻² ·s ⁻¹)	蒸腾速率/ (mmol·m ⁻² ·s ⁻¹)	气孔导度/ (μmol·m ⁻² ·s ⁻¹)
单条播(CK)	15.35±0.64 c	3.05±0.12 c	0.18±0.01 c
双条播	18.58±0.99 a	3.87±0.17 a	0.22±0.01 a
穴播	17.20±0.46 b	3.42±0.16 b	0.20±0.00 b

3 讨论

前人关于作物生育进程对播种方式响应方面的研究也做过一些工作,刘根^[18]认为宽幅播种可缩短小麦生育期,提高小麦产量。本研究中双条播和穴播均较单条播生育期有所提前,其中双条播提前2 d,穴播提前3 d,表明适宜的播种方式可以促进谷子提前成熟,避免遭遇早霜。倒伏严重制约着谷子生产力的提高,不合理的群体结构会使植株生长缓慢、茎秆强度降低而增加倒伏风险^[19]。前人研究表明,对抗倒伏性影响最大的是茎秆强度、茎粗、株高、节间充实度、根系深度等,同时植株茎秆基部茎粗、茎秆壁厚与茎秆抗倒伏性显著正相关,因此提高茎秆单位长度干重和抗折力从而降低倒伏风险^[20]。冯学颖等^[21]研究认为宽幅条播可显著增强燕麦茎秆机械强度、茎粗、壁厚,从而增强抗倒伏性。本研究表明,双条播的茎秆特征指标及抗倒伏指标显著高于单条播、穴播,而穴播与单条播差异不显著。由试验数据可知,抗倒伏指数与重心高度和茎秆弯折力相关,双条播处理下的重心高度较其他处理显著增加,但由于茎粗增粗而产生的茎秆弯折力增加幅度高于

重心增加高度,所以在双条播处理下的抗倒伏指数显著高于其他处理。

前人关于作物光合特性对播种方式响应研究结论并不一致,祁皓天等^[22]认为播种方式对小麦净光合速率、蒸腾速率等指标无显著影响,而王奎良等^[23]认为宽幅精播可显著改善小麦花后光合特性。本研究表明不同播种方式之间差异显著,与单条播相比,双条播和穴播均可显著提高谷子净光合速率、蒸腾速率和气孔导度,其中双条播效果最好、穴播次之。光合作用是植物生物产量的基础,有利于植物干物质积累和光合产物转运分配,光合指标是光合特性的直接体现^[24]。本研究中嫩选20的产量构成指标与光合指标表现一致,对谷子增产效果表现为双条播>穴播>单条播。除千粒重外,双条播、穴播处理对产量指标产生了显著影响,由此可分析出,双条播、穴播相较单条播增产效果主要是通过增加穗粒数进而增加穗粒重实现的。杨延兵等^[25]认为单条播与穴播播种模式下,济谷14的产量差异不显著,这与本研究结论有所差异,这可能是由于参试谷子品种属于不同生态类型导致的。

由于时间和条件限制,本研究只进行了单年单点试验,试验结果可能具有片面性,后续试验可以进行多年多点试验以对数据进行完善补充。另外本研究中只选种了嫩选20这一个春谷品种,后续研究中可以增加夏谷品种,验证不同生态类型的谷子品种对播种方式响应是否一致。

4 结论

与常规单条播相比,双条播和穴播均可显著提高谷子光合特性和产量构成指标,促进谷子早熟;双条播播种方式下,茎秆特征得到显著改善,抗倒伏力增强,而穴播播种方式下抗倒伏力与单条播差异不显著。综合来看,本研究条件下双条播播种模式对提高谷子抗倒性,促进增产、早熟效果最好。

参考文献:

- [1] 李荫梅. 谷子育种学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997.
- [2] 李顺国, 刘斐, 刘猛, 等. 近期中国谷子高粱产业发展形势与未来趋势[J]. 农业展望, 2018, 14(10): 37-40.
- [3] 张婷, 师志刚, 王根平, 等. 华北夏谷区 2001—2015 年谷子育种变化[J]. 中国农业科学, 2017, 50(23): 4475-4489.
- [4] 刁现民. 中国谷子产业与产业技术体系[M]. 北京: 中国农业科学与技术出版社, 2011.
- [5] 郭焕茹, 徐志浩, 邱宏良, 等. 不同栽培方式对浙贝母产量、花和鳞茎中有效成分的影响[J]. 农业科技通讯, 2022, (11): 129-131.
- [6] 杨延兵, 秦岭, 高凤菊, 等. 穴距与单穴株数对夏谷产量及相关性状的影响[J]. 山东农业科学, 2012, 44(10): 58-60.
- [7] 朱元刚, 高凤菊, 王乐政, 等. 穴距对夏播谷子产量及其相关性状的影响[J]. 山东农业科学, 2013, 45(3): 61-63, 67.
- [8] 马金丰, 李志江, 董晓杰. 黑龙江省谷子机械化精量播种农机农艺配套栽培技术[J]. 黑龙江农业科学, 2020(7): 155-157.
- [9] 闫锋, 李清泉, 董扬, 等. 谷子新品种在黑龙江省西部地区的引种试验[J]. 黑龙江农业科学, 2019(12): 6-8.
- [10] 郑国福. 龙江县谷子小垄双条播高产栽培技术[J]. 农业与技术, 2017, 37(24): 113.
- [11] 李渤海, 衣淑娟, 陈涛, 等. 气力窝眼轮组合式谷子穴播排种器性能试验[J]. 农机化研究, 2023, 45(5): 180-185.
- [12] 罗世武, 程炳文, 李凯. 宁夏干旱半干旱区谷子渗水地膜精量机穴播栽培技术[J]. 中国种业, 2020(3): 81-82.
- [13] TIAN B H, WANG J G, ZHANG L X, et al. Assessment of resistance to lodging of landrace and improved cultivars in foxtail millet[J]. Euphytica, 2010, 172(3): 295-302.
- [14] 刘艳丽, 田伯红, 张立新, 等. 谷子育成品种的抗倒性评价[J]. 河北农业科学, 2014, 18(4): 8-12.
- [15] 贾小平, 董普辉, 张红晓, 等. 谷子抗倒伏性和株高、穗部性状的相关性研究[J]. 植物遗传资源学报, 2015, 16(6): 1188-1193.
- [16] 闵东红, 王辉, 孟超敏, 等. 不同株高小麦品种抗倒伏性与其亚性状及产量相关性研究[J]. 麦类作物学报, 2001(4): 76-79.
- [17] 李金才, 尹钧, 魏凤珍. 播种密度对冬小麦茎秆形态特征和抗倒指数的影响[J]. 作物学报, 2005(5): 662-666.
- [18] 刘根. 不同播种方式对小麦产量的影响[J]. 特种经济动植物, 2022, 25(6): 40-41.
- [19] 南铭, 赵桂琴, 李晶, 等. 不同燕麦品种茎秆形态特征与抗倒伏性的关系[J]. 草地学报, 2018, 26(6): 1382-1391.
- [20] 赵德超, 马智聪, 程国尧, 等. 不同播种方式及密度对苦荞主要农艺性状的影响[J]. 耕作与栽培, 2022, 42(2): 80-82.
- [21] 冯学颖, 米俊珍, 刘景辉, 等. 宽幅条播和种植密度对燕麦抗倒伏性及产量的影响[J]. 麦类作物学报, 2021, 41(7): 914-920.
- [22] 祁皓天, 董永利, 李川, 等. 播种方式和播量对冬小麦‘西农 20’产量及品质的影响[J]. 西北农业学报, 2021, 30(1): 32-40.
- [23] 王奎良, 赵海波, 胡乐奇, 等. 宽幅精播对冬小麦光合特性和产量影响的研究[J]. 农业科技通讯, 2012(9): 60-62.
- [24] 薛义霞, 李亚灵, 温祥珍. 空气湿度对高温下番茄光合作用及坐果率的影响[J]. 园艺学报, 2010, 37(3): 397-404.
- [25] 杨延兵, 高凤菊, 秦岭, 等. 穴播与条播对夏谷产量及相关性状的影响[J]. 山东农业科学, 2011(10): 36-38.

Effects of Planting Methods on Lodging Resistance and Yield of Foxtail Millet

DONG Yang

(Qiqihar Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar 161006, China)

Abstract: In order to promote high yield cultivation of millet, Nenxua 20 was used as the material, single strip seeding, double strip seeding and hole seeding were adopted in a single factor random block design. The differences of growth period, stem characteristics, lodging resistance, yield and photosynthetic characteristics of Nenxua 20 under different seeding methods were compared and analyzed. The results showed that compared with single strip sowing, double strip sowing and hole sowing could make the millet mature 2-3 days earlier. In addition to the number of stem nodes, the other stalk indexes and lodging resistance indexes were significantly higher than those of single strip sowing, and the increase range of each index was between 4.11% and 15.78%, while the hole sowing had no significant effect. The photosynthetic characteristics of millet were significantly improved by double-strip seeding and hole seeding, among which the photosynthetic indexes under double strip seeding were the highest, and the net photosynthetic rate, transpiration rate and stomatal conductance were increased by 21.04%, 26.89% and 22.22%, respectively, compared with that under single strip sowing. Compared with the average yield of $4\,952.15\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ in single strip seeding, double strip seeding and hole seeding increased the yield by 12.03% and 6.14%, respectively. In summary, the double stripe sowing method is beneficial to promote the early maturity of millet, improve lodging resistance, improve photosynthetic characteristics, and thus achieve the purpose of increasing the yield.

Keywords: foxtail millet; planting methods; lodging resistance; yield