



高盼,王宇先,徐莹莹,等.年际间气象因子变化对秸秆覆盖还田下玉米产量的影响[J].黑龙江农业科学,2022(11):5-9,10.

年际间气象因子变化对秸秆覆盖还田下玉米产量的影响

高盼,王宇先,徐莹莹,杨慧莹,张巩亮,赵蕾,王晨

(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:为了应对气候变化和提高玉米产量,以2016—2021年来秸秆覆盖还田下玉米产量和气象因子数据进行分析,探讨影响玉米产量主要气象因素的作用效果。结果表明,(1)2016—2021年嫩单19年际间成熟期干物质质量差异达到显著水平。其中2018年玉米干物质质量最高,2016年最低,成熟期玉米干物质质量在2018年为372.39 g,2016、2017、2019、2020和2021年分别比2018年减少23.11%、21.76%、10.59%、7.26%和6.02%。2016—2022年间年产量以2018年最高,为10 088 kg·hm⁻²,2016、2017、2019、2020和2021年分别比2018年减少17.60%、14.40%、2.98%、2.44%和5.83%。(2)除2021年之外,产量的高低与干物质积累量的高低基本一致。而该地区玉米产量的高低变化与平均温度和日照时数关系并不密切。(3)玉米水分利用效率与年降水量表现为抛物线型关系。水分利用效率随着年降水量的增加先增后降,存在临界值。产量与水分利用效率的相关性分析表明,该地区玉米产量的高低变化与水分利用效率有一定关系,但并不密切。

关键词:秸秆覆盖还田;气象因子;年际变化;玉米产量

黑龙江省西部半干旱区具有丰富的玉米秸秆资源,每年可产生各种秸秆达1亿t以上,玉米秸秆含有相当数量的碳、氮、磷等营养元素,又具有改善土壤的理化性状、提高土壤肥力,增加作物产量等作用^[1]。随着机械化水平的提高,生态因子对玉米农业生产的作用越来越明显,光、热、水与二氧化碳是玉米生长发育和产量形成的基本条件,也是影响玉米籽粒品质的重要生态因子。尤其是近几年灾害频发、粮食减产的情况愈发严重,气象因子与粮食产量间的关系已成为农业研究的热点之一,前人针对降雨量和温度等气候因素变化对玉米产量形成的影响已有不少研究。李海燕等^[2]研究表明降水量是造成玉米单产波动的主要限制性因子。另有研究表明玉米生育期降雨量对产量的影响最大,降雨量越大,产量越高^[3-4]。任小龙等^[5]研究表明夏玉米在全生育期230~440 mm雨量下,沟垄集雨种植技术可提高玉米产量,但降雨量超过440 mm时,其产量增加趋势减小甚至消失。但关于秸秆还田下年际间气象因子变化对产量的影响及相关性分析的研究报道较少。基于此,本试验结合当地半干旱区气候条件和玉米实际生产条件,探

明年际间主要气象因子变化与玉米产量、产量构成因素之间的关系,探究黑龙江省西部半干旱地区影响玉米产量波动的主要气象因子,为该地区玉米生产栽培技术措施的制定及品种类型的选择等提供依据,对确保玉米高产、稳产具有十分重要的意义。本试验2016—2022年在黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院科研基地进行连续6年的田间试验,分析气象因子与玉米产量的关系,以期西部半干旱区玉米高产高效栽培技术提供实践参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验设在黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院试验基地(47°16'N,123°41'E),地势平坦,肥力中等,为碳酸盐黑钙土,属于中温带大陆性季风气候。年平均降水量400~450 mm,降水集中在7—9月份,雨热同期,年均温3.2℃,最冷月为1月,平均温度-25.7℃,最热月为7月,平均温度22.8℃。年平均无霜期为150 d。降水季节分配不均,年际间变化大。

1.2 材料

供试玉米品种嫩单19为中晚熟耐密植型品种,适宜黑龙江省第一积温带种植,由黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院选育。

1.3 试验设计

试验为全量秸秆覆盖还田,秋季机械收获时秸秆全部粉碎覆盖地表,粉碎长度小于≤10 cm。还田量为14.70 t·hm⁻²。用地0.35 hm²,不设

收稿日期:2022-08-13

基金项目:黑龙江省省属科研院所科研业务经费项目(CZKYF-2021-2-C021);齐齐哈尔市科技计划创新激励项目(CNYGG-2021026,CNYGG-2021024)。

第一作者:高盼(1990—),女,硕士,助理研究员,从事土壤培肥与改良研究。E-mail:panneygao@126.com。

重复。试验在 2016—2022 年 5—10 月玉米生长季进行调查。5 月 5 日机械精量播种,密度 6.75 万株·hm⁻²,播后喷灌,灌水量 30 mm,玉米 4 叶期化学除草,化除后 7 d,免耕生育期不动土壤。成熟期测产。试验采用免耕播种一体机深施金正大牌控释肥,总养分≥48%,氮:磷:钾=26:11:11。

1.4 测定项目及方法

1.4.1 气象统计 玉米生长季即每年 5 月 1 日—9 月 30 日的气象资料,由黑龙江省农业科学院齐齐哈尔分院自动气象站提供。

1.4.2 产量 成熟期时每个处理 5 组重复随机挑选长势均匀一致的 5 m 双行,选取 5 穗考察穗长度、秃尖长度、穗粒数、出籽率、含水率、百粒重(烘干重)并记算公顷籽粒产量(14%标准含水量),其余脱粒晒干后称量计产。

1.4.3 作物水分利用效率 产量水平上的作物水分利用效率可由下式计算:

$$WUE=Y/W$$

式中,WUE(kg·hm⁻²·mm⁻¹)为作物水分利用效率;Y(kg·hm⁻²)为单位面积上的作物产量;W(mm)为作物生长期内的耗水量。采用农田水分平衡方法计算,雨养农田生长期内耗水量计算为:

$$W=P+\triangle S+\triangle F+U-D$$

式中,P 为降水量;△S 为土壤储存水变化;△F 为净流入径流;U 为地下水补给;D 为渗漏。

同样,灌溉农田生长期内耗水量计算方式为:

$$W=P+R+\triangle S+\triangle F+U-D$$

式中,R 为灌溉量。由于观测地段地下水位较深、地势平坦、计算时△F、U、D 可以忽略不计^[5]。

1.5 数据分析

试验数据采用 WPS 2017 和 DPS 9.0 软件进行数据分析和处理。

2 结果与分析

2.1 年际间气象因子概况

2016—2021 年试验期间,试验地经历了干旱年、正常年和多雨寡照年,基本上代表了该地区的变化特征(表 1)。其中 2016 年和 2017 年为干旱年;2018 年为正常年份,降水丰沛且雨水分布较均匀,是该地区的丰收年;2019 年、2020 年和 2021 年为多雨寡照年。由表 1 可知,2016 年和 2017 为高温干旱年,降水量仅为 283.20 和 338.00 mm,分别比正常年份 2018 年减少 41.31%和 29.95%。其中 2016 年 7 月份降水仅为 12.50 mm,抽穗灌浆期干旱,2017 年 5 月份降雨为 9.60 mm,苗期干旱。2021 年为典型多雨寡照年,降水量高达 598.50 mm,比 2018 年高 24.04%。日照时数少,平均日照时数仅为 4.61 和 5.90 h,阴天时间长,其中 7、8 月份表现尤为明显,降水量达 260.70 和 162.20 mm,比 2018 年同时期高出 29.44%和 84.32%。

表 1 2016—2021 年玉米生长期间的主要气象因子资料

气象因子	年份	月份					平均值	变异系数/%
		5 月	6 月	7 月	8 月	9 月		
平均温度/℃	2016	16.20	20.00	24.70	22.00	15.90	19.76	3.78
	2017	16.50	21.30	24.90	21.30	14.10	19.62	4.29
	2018	16.30	21.30	24.40	21.30	15.50	19.76	3.75
	2019	15.50	20.07	23.20	20.33	17.03	19.23	3.02
	2020	15.90	19.57	26.13	20.90	15.70	19.64	4.28
	2021	15.30	21.23	24.60	20.60	15.63	19.47	3.96
降水量/mm	2016	44.20	118.90	12.50	33.90	73.70	56.64	41.19
	2017	9.60	96.90	34.80	115.80	80.90	67.60	44.15
	2018	15.30	100.60	201.40	88.00	77.20	96.50	67.19
	2019	45.70	99.70	195.10	178.20	6.10	104.96	81.86
	2020	29.70	107.00	46.80	172.30	190.90	109.34	72.24
	2021	28.30	86.80	260.70	162.20	60.50	119.70	93.04
日照时数/h	2016	7.63	7.32	8.70	7.64	6.80	7.62	0.69
	2017	8.40	7.44	7.72	6.80	6.40	7.35	0.78
	2018	7.92	7.15	5.60	6.60	6.30	6.71	0.88
	2019	7.70	7.31	6.35	5.25	9.06	7.13	1.43
	2020	7.81	7.28	7.70	5.82	5.58	6.84	1.06
	2021	7.79	7.24	4.61	5.90	6.75	6.46	1.25

2.2 玉米干物质积累量和产量的变化

2.2.1 干物质积累量 由图 1A 可知,2016—2021 年嫩单 19 年际间成熟期干物质质量差异达到显著水平。其中 2018 年玉米干物质质量最高,2016 年最低,成熟期玉米干物质质量在 2018 年为 372.39 g,2016、2017、2019、2020 和 2021 年分别比 2018 年减少 23.11%、21.76%、10.59%、7.26%和 6.02%。

2.2.2 产量 由图 1B 可知,2018 年产量最高,为 10 088 kg·hm⁻²,2016、2017、2019、2020 和 2021 年分别比 2018 年减少 17.60%、14.40%、2.98%、2.44%和 5.83%。

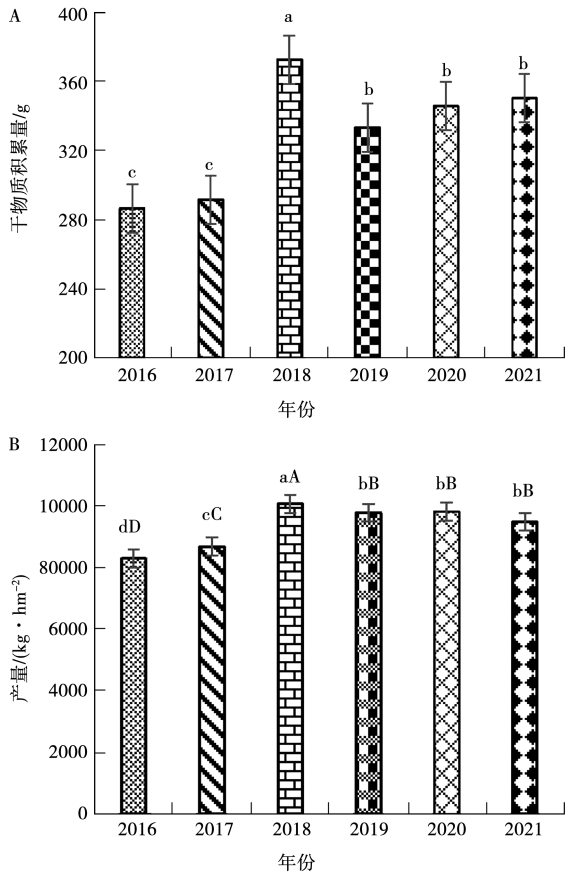


图 1 2016—2021 年玉米(嫩单 19)的干物质质量和产量

注:不同大小写字母表示在 $P \leq 0.01$ 和 $P \leq 0.05$ 水平差异显著。下同。

2.3 年际间干物质积累量和气象因子对玉米产量的影响

2.3.1 干物质积累量对玉米产量的影响 干物质积累量是玉米整个生长发育过程中地上部积累干物质的总量,与整个生育期的环境因子关系密切^[6]。由图 2A 可知,2016—2021 年试验区玉米成

熟期干物质积累量变化较大(286.32~372.39 g),产量与干物质积累量的相关系数较高,即产量受干物质积累量影响较大。对比后发现,除 2021 年之外,产量的高低与干物质积累量的高低基本一致。

2.3.2 平均温度对玉米产量的影响 由图 2B 可知,2016—2021 年玉米生长期平均温度变化范围为 19.23~19.76 °C,不同年限平均温度差异较小。2016 与 2018 年玉米生育期平均温度均为 19.76 °C,产量却分别为 8 313 和 10 088 kg·hm⁻²,由此可见,该地区玉米产量的高低变化与平均温度关系并不密切。

2.3.3 降雨量对玉米产量的影响 由图 2C 可知,2016—2021 年期间降雨量变化较大,不同年份生育期内降雨量依次为 283.20、338.00、482.50、524.80、546.70 和 598.50 mm。与产量对比后发现,2018 年降雨量为 482.50 mm 时,产量最高为 10 088 kg·hm⁻²,降水量过多或过少,则因多雨寡照或干旱而引起减产。

2.3.4 日照时数对玉米产量的影响 光照是玉米产量形成的重要条件之一,充足的光照有利于光合作用发生,进而为产量形成奠定物质基础^[7]。由 2D 可知,2016—2021 年玉米生育期间日照时数为 6.46~7.62 h,其中 2018 年平均日照时数比 2020 年少 0.73 h,产量却高 246 kg·hm⁻²;2018 年日照时数比 2016 年减少 0.91 h,产量却比 2016 年高 1 775 kg·hm⁻²,可见日照时数不是决定产量的主要因素。

2.4 水分利用率对年降雨量及产量的影响

由图 3A 可知,玉米水分利用效率与年降水量表现为抛物线型关系。水分利用效率随着年降水量的增加先增后降,存在临界值。2018 年降水量为 482.5 mm,与临界值最为接近。水分利用效率也高于其他年份。因此,年降水量变化对玉米水分利用效率的影响也在一定程度上也反映了玉米水分利用效率对降水量变化的响应。产量与水分利用率的相关性分析表明(图 3B),玉米产量与水分利用效率有一定相关性, R^2 为 0.253,由此可见,该地区玉米产量的高低变化与水分利用效率有一定关系,但并不密切。

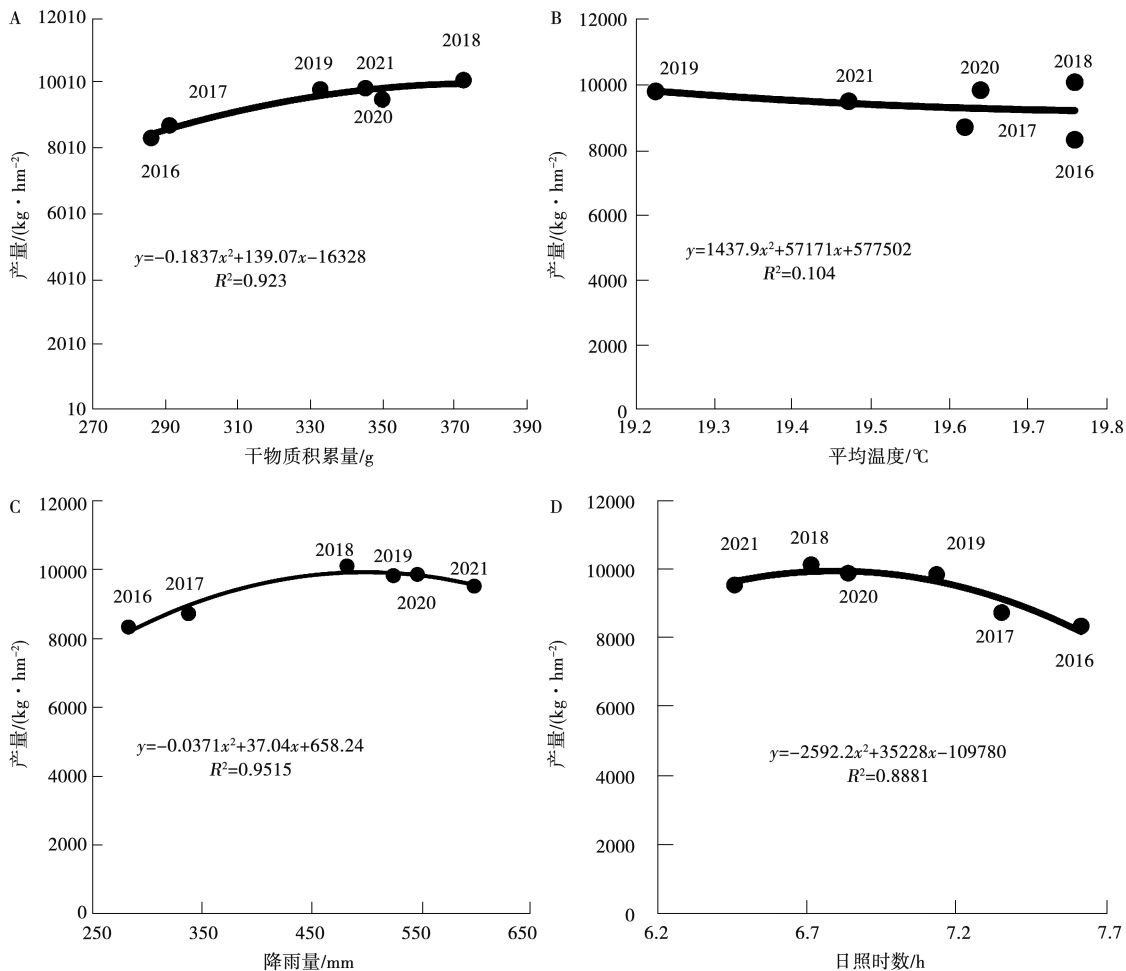


图 2 干物质积累量和气象因子对玉米(嫩单 19)产量的影响

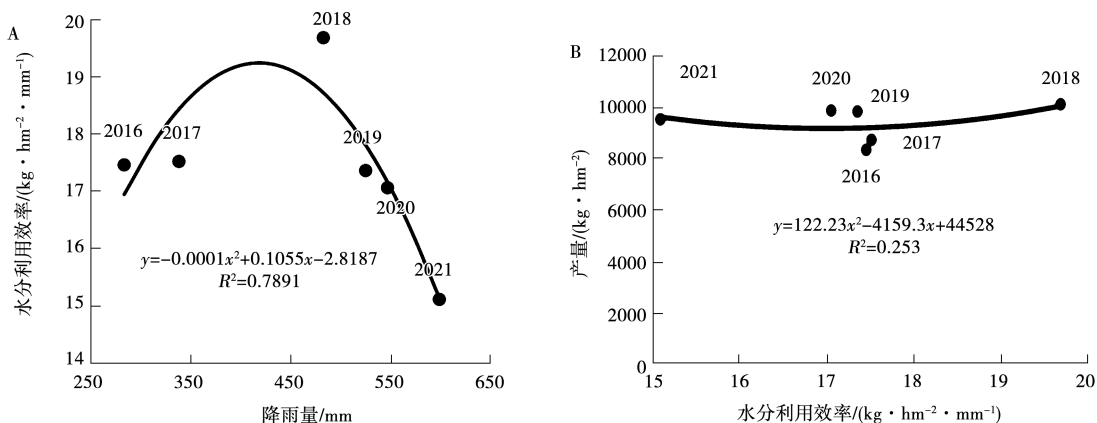


图 3 年降水量对水分利用率和玉米产量的影响

3 讨论

玉米的生物产量是地上部干物质积累的总量,是产量形成的物质基础,与整个生育期的环境因子关系密切。生物产量高说明其物质生产能力

高,为玉米高产奠定基础^[8-9]。本研究结果显示产量与干物质积累量的相关系数较高,即产量受干物质积累量影响较大。对比后发现,除 2021 年之外,产量的高低与干物质积累量的高低基本一致,这与李海燕等^[2]研究结果一致。

前人针对气候因素对玉米产量形成的影响已有不少研究。王俊河等^[10]研究结果表明近年来齐齐哈尔地区玉米生长季降雨量有所增加的时候,对缓解干旱和提高产量具有积极作用,这与本研究结果一致。还有研究表明降水量和降水的时间分布是影响玉米秃尖、授粉及灌浆时间的主要因子,最终影响粒重及产量^[11]。

生育期内降水的多寡旱涝对玉米产量的影响较大,是影响玉米产量年际波动和地区差异的主要限制因子^[12]。年降水量在一定程度上反映了玉米生长期水分供给,也反映了生长期外水分的间接供给。玉米水分利用效率随着生长期水分供给量的增加均呈指数或抛物线型减小,没有出现中等供水条件下作物水分利用效率的最高值^[13]。

罗继春等^[14]认为,日照时数不是限制产量的主要因素,这与本文结果相似,但也有研究表明若遇花期连续降雨或灌浆期的光照不足时对玉米产量影响较大^[15]。会严重影响授粉而使穗粒数明显减少,甚至空秆。

温度是影响玉米籽粒形成与灌浆的重要环境因子之一^[16]。研究表明,玉米开花后即产量形成期,处于最适温度条件下,有助于提高作物产量^[17]。还有研究表明玉米生长发育期间平均气温降低或活动积温减少,玉米成熟期将延迟,发生一般低温冷害,玉米单产减少,气温下降,生育期延迟,发生严重低温冷害,则会减产^[18]。本研究结果显示,2016 与 2018 年玉米生育期平均温度均为 19.76℃,产量却分别为 8 313 和 10 088 kg·hm⁻²,由此可见,平均温度的变化并不是玉米产量的主要影响因素。

4 结论

2016—2021 年嫩单 19 年际间成熟期干物质质量差异达到显著水平。其中 2018 年玉米干物质质量最高,2016 年最低,成熟期玉米干物质质量在 2018 年为 372.39 g,2016、2017、2019、2020 和 2021 年分别比 2018 年减少 23.11%、21.76%、10.59%、7.26%和 6.02%。2016—2022 年产量结果表明,2018 年产量最高,为 10 088 kg·hm⁻²,2016、2017、2019、2020 和 2021 年分别比 2018 年减少 17.60%、14.40%、2.98%、2.44%和 5.83%。

本研究表明,除 2021 年之外,产量的高低与干物质积累量的高低基本一致。而该地区玉米产量的高低变化与平均温度和日照时数关系并不密切。

玉米水分利用效率与年降水量表现为抛物线型关系。水分利用效率随着年降水量的增加先增后降,存在临界值。产量与水分利用率的相关性分析表明,玉米产量与水分利用效率有一定相关性,由此可见,该地区玉米产量的高低变化与水分利用效率有一定关系,但并不密切。

参考文献:

- [1] 董智,解宏图,张立军,等.东北玉米带秸秆覆盖免耕对土壤性状的影响[J].玉米科学,2013,21(5):100-108.
- [2] 李海燕,史振声,李凤海,等.玉米群体结构对年际间气象因子变化的反应[J].干旱地区农业研究,2013(11):50-56.
- [3] 赵京考,卢静,谷思玉,等.降雨量和氮素对黑土区春玉米产量的影响[J].农业工程学报,2011,27(12):74-78.
- [4] 李渝,张雅蓉,张文安,等.贵州黄壤地区不同施肥处理及降雨量对玉米产量的影响[J].水资源与水工程学报,2015,26(1):230-235.
- [5] 任小龙,贾志宽,陈小莉,等.不同模拟雨量下微集水种植对农田水肥利用效率的影响[J].农业工程学报,2010,26(3):75-81.
- [6] 杨国敏,周勋波,陈雨海,等.群体分布对夏大豆产量和水分利用效率的影响[J].生态学报,2009,29(12):6458-6465.
- [7] 潘华盛,徐南平,张桂华,等.气候变暖对黑龙江省农作物结构调整影响及未来 50 年农业情景对策[J].黑龙江气象,2004(1):13-15.
- [8] 吕鹏,张吉旺,刘伟,等.施氮时期对高产夏玉米光合特性的影响[J].生态学报,2013,33(2):576-585.
- [9] 罗美娟,刘玲,唐传师,等.1954—2005 年南吕市气象灾害趋势与防御研究[J].气象环境学报,2008,24(1):9-13.
- [10] 王俊河,王宇先,刘玉涛,等.高纬度半干旱地区年际间气象因子变化及对春玉米产量的影响[J].黑龙江农业科学,2017(1):18-22.
- [11] 刘素玲.生态对玉米产构成因素的影响分析[J].陕西农业科学,2007(4):43-44.
- [12] 马旭风,丁涛,汪李宏,等.苗期水分亏缺对玉米根系发育及解剖结构的影响[J].应用生态学报,2010,21(7):1731-1736.
- [13] 李桂花,张艳萍,胡克林,等.不同降雨和灌溉模式对作物产量及农田氮素淋失的影响[J].中国农业科学,2013,46(3):545-554.
- [14] 罗继春,叶修祺.山东省玉米产量和气候因子关系初析[J].中国农业气象,1992(1):40.
- [15] 李全起,陈雨海,周勋波,等.同种植模式麦田水资源利用率及边际效益分析[J].农业机械学报,2010,41(7):90-95.
- [16] 申孝军,陈红梅,孙景生,等.调亏灌溉对膜下滴灌棉花生长、产量及水分利用效率的影响[J].灌溉排水学报,2010,29(1):40-43.
- [17] 王玉凤,李庆,张翼飞,等.耕作方式对三江平原玉米生长发育及水分利用影响[J].玉米科学,2022,30(3):116-125.
- [18] 王俊,隋标,王鸿斌,等.吉林省玉米带玉米与大豆不同间作模式对作物产量及水分利用率的影响[J].吉林农业大学学报,2021,43(1):22-27.



郑宇宏,李琳,孙明明,等.高蛋白大豆新品种吉育 259 高产栽培技术研究与示范[J].黑龙江农业科学,2022(11):10-14.

高蛋白大豆新品种吉育 259 高产栽培技术研究与示范

郑宇宏¹,李琳²,孙明明³,喻江⁴,冯旭滨⁵,姜霞⁶,杨乐⁷,金港竣⁷

(1. 吉林省农业科学院 大豆研究所,吉林 长春 130033; 2. 吉林省农业广播电视学校,吉林 长春 130599; 3. 黑龙江省农业科学院 大豆研究所,黑龙江 哈尔滨 150086; 4. 哈尔滨商业大学,黑龙江 哈尔滨 150006; 5. 白城市种子管理站,吉林 白城 137018; 6. 松原市农产品质量安全检测中心,吉林 松原 138099; 7. 延边朝鲜族自治州种子管理站,吉林 延边 133000)

摘要:为了明确适合吉林省早熟区生产上主推的大豆品种吉育 259 的高产优质综合栽培技术,促进良种良法配套提高生产技术水平,本研究设置 4 个种植密度(22 万,25 万,28 万和 30 万株 $\cdot\text{hm}^{-2}$)、3 个品牌种衣剂处理(锐胜、豆粒特和多福克)、3 水平施肥量(200,300 和 400 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$)和 4 种化控处理(多效唑、烯效唑、矮壮素和缩节胺),通过比较该品种的农艺性状、产量及品质表现,筛选出最优栽培技术措施,并进行大面积展示与示范。结果表明,吉育 259 最适种植密度为 25 万株 $\cdot\text{hm}^{-2}$,配套使用先正达锐胜种衣剂、大豆复合肥施用量为 300 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 、始花期喷施烯效唑化控调节剂,增产效果显著。应用优化的配套栽培技术对吉育 259 进行 2 年 4 点的示范,取得了高产优质的较好成果。

关键词:大豆;高蛋白;高产;栽培技术;示范

大豆是粮油兼用的经济作物,也是优质蛋白的主要来源,在改善和提升人们生活水平方面具有重

要作用^[1-2]。目前高蛋白大豆品种在市场上比较受欢迎,但大豆的产量与品质一般呈负相关,如何解决这一矛盾,使大豆产量与品质协同提高,需要对高蛋白品种进行配套栽培技术研究。大豆高产栽培技术较复杂,从品种选择到田间收获,整个生长发育过程期间都应采取优化配套的栽培技术,以提升大豆的产量和品质,从而获得更高的生产效益和

收稿日期:2022-08-10

基金项目:财政部和农业农村部:国家现代农业产业技术体系资助项目(CARS-04-PS11)。

第一作者:郑宇宏(1982—),女,硕士,副研究员,从事大豆遗传育种研究。E-mail:zhengyuhong520@163.com。

Effects of Inter-Annual Variability of Meteorological Factors on Maize Yield Under Straw Mulching

GAO Pan, WANG Yu-xian, XU Ying-ying, YANG Hui-ying, ZHANG Gong-liang, ZHAO Lei, WANG Chen
(Qiqihar Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Qiqihar 161006, China)

Abstract: In order to cope with climate change and improve maize yield, the data of maize yield and meteorological factors under straw mulching and returning from 2016 to 2021 were analyzed to discuss the effect of main meteorological factors affecting maize yield. The results showed that: (1) From 2016 to 2021, there was a significant difference in dry matter quality during the 19 years of maturity. Among them, the dry matter quality of corn was the highest in 2018 and the lowest in 2016. The dry matter quality of mature corn was 372.39 g in 2018, and decreased by 23.11%, 21.76%, 10.59%, 7.26% and 6.02% respectively in 2016, 2017, 2019, 2020 and 2021 compared with 2018. The output results from 2016 to 2022 showed that the output in 2018 was the highest, which was 10 088 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Compared with 2018, the output in 2016, 2017, 2019, 2020 and 2021 decreased by 17.60%, 14.40%, 2.98%, 2.44% and 5.83% respectively. (2) This study showed that the output was basically consistent with the dry matter accumulation except 2021. However, the variation of maize yield in this area was not closely related to the average temperature and sunshine hours. (3) The relationship between water use efficiency of maize and annual precipitation was a parabola. The water use efficiency first increased and then decreased with the increase of annual precipitation, and there was a critical value. The correlation analysis between yield and water use efficiency showed that the changes of maize yield in this region are related to water use efficiency, but not closely.

Keywords: straw mulch returning to the field; meteorological factors; inter-annual variability; maize yield