



刘浩楠,张吉立,刘欣,等. 秸秆还田条件下不同施钾量对玉米生长、钾吸收与利用的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2024(6):1-6.

秸秆还田条件下不同施钾量对玉米 生长、钾吸收与利用的影响

刘浩楠¹,张吉立²,刘欣¹,杨秉恒¹,尚磊¹,蒋雨洲¹,王鹏¹

(1. 黑龙江八一农垦大学 农学院,黑龙江 大庆 163319; 2. 大庆职业学院 经济管理学系,黑龙江 大庆 163255)

摘要:为促进玉米生产中科学施用钾肥,在九三分公司大西江农场大田生产条件下设置4个钾肥处理,施用量分别为 $0\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ (对照, K0)、 $60\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ (K1)、 $75\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ (K2)、 $90\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ (K3),研究秸秆全量还田条件下不同施钾量对玉米-大豆轮作中玉米生长发育、产量、钾肥利用率及经济效益的影响。结果表明, K2 叶绿素含量在整个试验期间均显著高于 K0,大喇叭口期至灌浆期 K1 显著高于 K0;茎粗 K2 在拔节期至灌浆期均显著高于 K0, K1 与 K0 之间无显著差异;茎、叶干物质积累量 K1、K2、K3 之间无显著差异,苞叶干物质积累量、总干物质积累量 K2 显著高于 K1, K1 和 K0 之间总干物质积累量无显著差异;不同钾肥施用量处理间的茎、叶、轴、籽粒中钾积累量无显著差异, K3 总钾积累量显著高于 K1 和 K0;不同施钾量不会对玉米产量、产值和经济效益产生显著影响,本研究条件下,施钾量增加会显著降低钾肥的偏生产力。综上所述,大西江农场秸秆还田条件下玉米适宜的钾肥施用量为 $60\sim 75\text{ kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

关键词:钾肥;玉米;产量;钾吸收;钾肥利用率

玉米是我国主要粮食作物之一,为国内播种面积较高的粮食作物,同时我国玉米在世界粮食贸易中也占有重要地位^[1]。在玉米生长发育过程中钾元素是必不可少的营养元素之一,在一定的范围内随着钾肥用量的增加,玉米的产量和品质也会随之提升,但如果钾肥用量超过适宜范围,产量便会随之下降。缺少钾元素会破坏土壤的营养平衡,也会影响农作物的产量和品质^[2]。农户经常通过在玉米播种及生长过程中大量施用化学肥料的方式维持玉米产量,该种方式不仅提高了玉米栽培成本,而且还会破坏土壤结构,导致耕地质量下降,进而影响玉米产量^[3]。作物秸秆作为可再生资源之一,具备植物生长发育过程中所需的各种营养元素,因此土壤内大量所需的营养元素可以通过秸秆还田进行补充,长期的秸秆还田可以有效提升土壤肥力^[4],大豆玉米轮作模式能够有效提升土壤肥力和后茬玉米产量,因此在秸秆长期大量还田且大豆与玉米轮作条件下,施钾量的减少并不会使玉米产量下降^[5],所以近些年在黑龙江省中西部地区该种栽培模式推广面积呈现出逐年增加的趋势^[6]。北大荒农垦集团有限公司

九三分公司大西江农场已经实施玉米-大豆轮作制度且秸秆全部还田6年,显著提升了土壤肥力但是当地钾肥施用量和施用方式并未发生改变,目前各农场钾肥施用量是否还会对秸秆全部还田下玉米-大豆轮作中玉米产量具有显著提升效应并不明确,降低钾肥施用量是否可行也有待验证。因此,本研究分析秸秆还田条件下钾肥对大豆-玉米轮作体系中玉米生长、产量和钾肥利用效率的影响,以期建立该体系科学的施肥标准提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于2021年在北大荒农垦集团有限公司九三分公司大西江农场园区($48^{\circ}58'33''\text{N}$, $124^{\circ}57'8''\text{E}$)内进行。试验区属寒温带半湿润区,作物一年一熟,无灌溉,为典型的旱地雨养农业。降雨主要集中在7月—8月,降雨量年均 526.6 mm , 10°C 及以上有效年积温 $2\,312.5^{\circ}\text{C}$ 。日照时数全年在 $2\,532\text{ h}$ 左右,无霜期大概 120 d 。试验土壤类型为黑土,土壤基本理化性质为 pH6.01、有机质

收稿日期:2024-04-12

基金项目:黑龙江半干旱区春玉米全程机械化丰产增效技术体系集成与示范(2018YFD0300101-2)。

第一作者:刘浩楠(1992—),男,硕士研究生,从事植物营养与肥料研发。E-mail:1119508772@qq.com。

通信作者:王鹏(1962—),男,博士,教授,博导,从事作物养分与施肥技术研究。E-mail:wangpbynd@163.com。

38.97 g·kg⁻¹、有效磷 36.11 mg·kg⁻¹、速效钾 275.33 mg·kg⁻¹、碱解氮 135.80 mg·kg⁻¹。

1.2 材料

大西江农场供试玉米品种为先达 101,为当地主栽品种。试验所选用肥料为尿素(N 46%),重过磷酸钙(P₂O₅ 46%),磷酸二铵(N 46%,P₂O₅ 46%)和硫酸钾(K₂O 50%)。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 根据大西江农场试验点当地推荐钾肥用量,设置 4 个施肥量处理,其中,K0 为不施钾肥;K1 为当地施用钾肥量的 80%;K2 为当地常规钾肥施用量;K3 为当地常规施肥量的 120%。各处理施肥量详见表 1。试验施肥分为基肥和追肥。所有处理均采用机械施肥。试验采用小区对比试验,小区面积为 0.792 hm²,各处理 12 垄,双垄双行,垄宽 1.1 m,肥上种子与肥间距 5 cm 以上,施肥深度为 13~15 cm,种植密度为 78 080 株·hm⁻²。播种前对试验地进行旋耕、耙平、划区和起垄等作业,旋耕深度 30 cm。

表 1 各处理肥料施用量

处理	基肥/ (kg·hm ⁻²)			追肥/ (kg·hm ⁻²)			总施肥量/ (kg·hm ⁻²)		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
K0	172	87.4	0	0	—	0	172	87.4	0
K1	172	87.4	40	0	—	20	172	87.4	60
K2	172	87.4	50	0	—	25	172	87.4	75
K3	172	87.4	60	0	—	30	172	87.4	90

1.3.2 测定项目及方法 叶绿素含量和茎粗测定:在试验区内随机设置 3 块长×宽为 50 m×50 m 的地块作为采样区,各处理采样区面积为 750 m²,分别于玉米拔节期(出苗后 41 d)、大喇叭口期(出苗后 58 d)、吐丝期(出苗后 76 d)、灌浆期(出苗后 96 d)进行叶片取样。使用浸提法^[7]测定玉米叶片叶绿素含量的使用游标卡尺测定玉米茎粗,每个处理选择 6 株,最终结果取平均值。

干物质积累量测定:于成熟期(出苗后 131 d)取样测定玉米干物质积累量^[8]。每个处理随机取样 3 株,105 ℃杀青 30 min,于 80 ℃下烘干至恒质量,称量,取平均值。

产量测定:按农业农村部标准测产,即选定代表性样方(10 m×10 m 的正方形),统计样方内玉米植株数量,测算玉米产量,每个处理选择 10 个样方进行测产。

植株养分含量测定:玉米植株样品在田间采

集烘干后粉碎,与过氧化氢作催化剂和硫酸一同添加至消煮炉中进行消煮,使用火焰光度计测量植株全钾含量^[9]。

玉米钾积累与利用计算方法如下^[10]:

植株钾素积累量(kg·hm⁻²)=单株干重×植株含钾量×种植密度

钾肥表观利用率(%)=(施钾肥区地上部分钾肥积累量-不施钾肥区地上部分钾肥积累量)/施钾量×100

钾肥偏生产力(kg·kg⁻¹)=施钾肥区产量/施钾肥量

钾肥农学效率(kg·kg⁻¹)=(施钾区籽粒产量-不施钾区籽粒产量)/施钾肥量

1.3.3 数据处理 使用 Excel 2010 版软件制作表格,使用 DPS 7.05 版软件分析方差。

2 结果与分析

2.1 秸秆还田下不同施钾量对玉米叶片叶绿素含量的影响

在生长发育期间,玉米叶绿素含量的变化为先升高后降低(图 1),拔节期,K2 叶片叶绿素含量分别较 K0、K1 和 K3 提高 17.58%、13.23%和 9.74%,其中 K2 显著高于 K0 和 K1 处理,与 K3 之间无显著差异。大喇叭口期,K2 分别较 K0、K1 和 K3 显著提高了 56.25%、12.14%和 16.44%,其中 K1、K3 之间无显著差异;吐丝期,K2 叶绿素含量分别较 K0、K1 显著提高了 40.38%和 15.44%,3 个处理间差异显著,K3 分别较 K0、K1 显著提高了 37.56%和 13.13%;灌浆期,K2 分别较 K0、K1 和 K3 显著提高了 25.73%、8.59%和 16.85%,其中 K0 与 K3 之间无显著差异。综上分析,在当地常规施钾水平(K2)玉米叶绿素含量较高,继续增加钾肥用量会降低玉米叶片各生育期叶绿素含量。

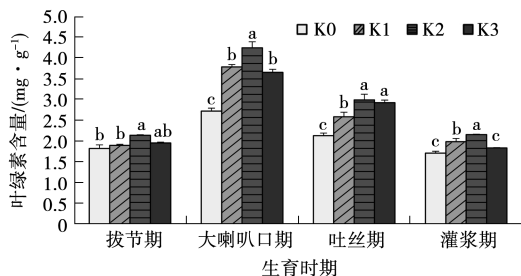


图 1 秸秆还田下不同施钾量对玉米叶片叶绿素含量的影响

注:不同小写字母表示处理间在 P<0.05 水平差异显著。下同。

2.2 秸秆还田下不同施钾量对玉米茎粗的影响

由表 2 可知,玉米茎粗的变化表现为随钾肥用量的增加呈先增加后降低的趋势,其中拔节期、大喇叭口期、吐丝期和灌浆期 K2 分别较 K1 提高了 3.22%、17.23%、9.85%和 15.71%,大喇叭口期至灌浆期两个处理间存在显著差异;K3 分别较 K1 提高 1.53%、6.62%、2.60%和 0.39%,其

中大喇叭口期两个处理之间存在显著差异,其余生育时期无显著差异;大喇叭口期和灌浆期,K3 显著低于 K2 处理,拔节期和吐丝期 K3 低于 K2 但是无显著差异。综上分析,在当地常规施钾基础上,继续增加钾肥用量并不会促进玉米茎粗生长,反而会使灌浆期茎粗显著降低。

表 2 秸秆还田下不同施钾量对玉米茎粗的影响

处理	茎粗/mm			
	拔节期	大喇叭口期	吐丝期	灌浆期
K0	6.04±0.12 bc	6.63±0.19 bc	7.07±0.18 bc	7.63±0.13 b
K1	6.52±0.10 ab	6.50±0.10 c	7.31±0.15 bc	7.70±0.10 b
K2	6.73±0.12 a	7.62±0.06 a	8.03±0.26 a	8.91±0.06 a
K3	6.62±0.31 a	6.93±0.18 b	7.50±0.06 ab	7.73±0.13 b

注:表内数值为平均值±标准差,不同小写字母表示不同处理之间差异显著(P<0.05)。下同。

2.3 秸秆还田下不同施钾量对玉米干物质积累的影响

由表 3 可知,秸秆还田条件下,随着施钾量的增加,各施肥处理玉米叶片干物质积累表现为逐步下降的趋势,K1 最高,分别较 K2、K3 提高了 6.32%和 14.66%,三者无显著差异,表明不同施钾量对玉米叶片干物质积累的影响处于同一水平;茎、苞叶干物质积累量表现为随着施钾量的增加而升高的趋势,茎不同施钾处理之间干物质积累量无显著差异,而苞叶干物质积累量 K2 与 K3

之间无显著差异,但二者均显著高于 K1 和 K0 处理;轴干物质积累量 K3 显著高于其他处理,较 K0 提高了 15.42%,K2、K1 与 K0 之间无显著差异。籽粒干物质积累量各处理间均无显著差异,K2 分别较 K0 和 K1 提高了 6.80%和 2.37%,K3 较 K2 提高了 0.44%;总干物质积累量 K3 与 K2 之间无显著差异,二者均显著高于 K1 和 K0,表明施钾量从 K2 提高至 K3 不会显著提高玉米总干物质积累量,但施钾量从 K1 提高至 K2 会显著提高玉米总干物质积累量。

表 3 秸秆还田下不同施钾量对玉米各器官干物质积累量的影响

处理	干物质积累量/(kg·hm ⁻²)					
	叶	茎	苞叶	轴	籽粒	总量
K0	2204.97±2.32 b	4942.46±3.13 ab	586.38±0.11 c	1139.18±0.32 b	8842.65±18.21 a	17715.64±4.79 b
K1	2864.75±1.63 a	4633.26±3.82 ab	648.84±0.13 b	1216.48±0.44 b	9225.25±14.5 a	18588.58±4.10 b
K2	2694.54±3.84 a	4956.51±2.55 ab	825.30±0.49 a	1209.45±0.88 b	9443.74±6.5 a	19129.54±4.25 a
K3	2498.56±4.09 ab	5405.47±3.08 a	826.86±0.14 a	1314.86±0.40 a	9485.52±15.86 a	19531.27±6.93 a

2.4 秸秆还田下不同施钾量对玉米各器官钾累积的影响

由表 4 可知,玉米叶、茎、苞叶、轴、籽粒和总钾积累量表现为随着施钾量的增加而升高的趋势。其中 K3 钾吸收量最高,与 K0 相比分别提高了 59.35%、18.45%、126.27%、34.54%、24.96%和 30.86%,表明该施钾量可以显著提高玉米这几个器官的钾吸收量。从不同施钾处理对玉米各器官钾积累的影响来看,叶、茎、轴、粒钾吸收量

K1、K2、K3 之间无显著差异,表明不同施钾量在大西江农场不会对玉米叶、茎、轴、粒钾积累量产生显著影响;总钾积累量 K2 与 K1 和 K3 之间均无显著差异,表明与当地常规施钾量处理相比提高或者降低 20%施钾量均不会对玉米总钾积累量产生显著影响。而 K3 显著高于 K1,且施钾处理均显著高于 K0,表明 60 kg·hm⁻²的施钾量在大西江农场也会显著提高玉米总钾积累量。

表 4 秸秆还田下不同施钾量对玉米各器官钾累积量的影响

处理	钾累积量/(kg·hm ⁻²)					
	叶	茎	苞叶	轴	籽粒	总量
K0	18.35±3.33 b	63.10±67.15 b	3.73±0.13 d	8.31±2.15 a	21.39±26.46 b	114.88±10.98 c
K1	25.60±3.49 a	68.02±74.96 ab	5.30±0.09 c	10.73±0.45 a	23.22±18.67 ab	132.87±5.06 b
K2	28.19±2.50 a	72.26±49.19 ab	7.68±0.45 b	10.47±0.17 a	25.31±28.86 a	143.91±7.35 ab
K3	29.24±3.39 a	74.74±69.49 a	8.44±0.29 a	11.18±2.97 a	26.73±21.32 a	150.33±13.43 a

2.5 秸秆还田下不同施钾量对玉米产量和产值的影响

由表 5 可知,玉米产量和产值表现为随着施钾量的升高而增加的趋势,其中 K2 产量分别较 K0 和 K1 提高了 6.80%和 2.37%,K2 较 K3 降低了 0.44%,所有处理之间均无显著差异。这表明不同施钾量不会对大西江农场玉米产量产生显著影响。

从产值变化上来看,所有处理的产值均无显

著差异,这说明不同施钾量也不会对当地玉米产值产生显著影响;从肥料投入上来看,K2、K3 分别较 K1 提高了 217 和 416 元·hm⁻²,因此 K3 经济效益较 K2 降低了 98.73 元·hm⁻²;因 K2 产量高于 K1,K2 经济效益较 K1 提高了 307.38 元·hm⁻²;各处理经济效益方差分析结果表明,所有处理之间无显著差异,说明在当地常规施钾量基础上增加或降低 20%施钾量在大西江农场不会显著提高玉米经济效益,反而较常规施钾处理效益降低。

表 5 秸秆还田下不同施钾量对玉米产量和产值的影响

处理	产量/ (kg·hm ⁻²)	产值/ (元·hm ⁻²)	肥料投入/ (元·hm ⁻²)	其余总投入/ (元·hm ⁻²)	总成本/ (元·hm ⁻²)	经济效益/ (元·hm ⁻²)
K0	8842.65±18.21 a	21222.36±50.86 a	1375	10322	11697	9525.36±18.21 a
K1	9225.25±14.50 a	22140.60±34.80 a	2049	10322	12371	9769.60±14.50 a
K2	9443.74±6.50 a	22664.98±15.60 a	2266	10322	12588	10076.98±6.50 a
K3	9485.52±15.86 a	22765.25±37.44 a	2465	10322	12787	9978.25±15.86 a

2.6 秸秆还田下不同施钾量对玉米钾肥利用的影响

由表 6 可知,在当地长期秸秆还田条件下,玉米钾肥表观利用率表现出一直升高的变化,其中 K2、K3 间无显著差异,均显著高于 K1,这说明钾肥施用量在 75~90 kg·hm⁻² 范围内与施钾量为 60 kg·hm⁻² 相比会显著提高玉米钾肥表观利用率。钾肥农学效率 K2 处理最高,与 K1 和 K3 相比分别提高了 25.55%和 12.18%,其中 K2 显著高于 K1,K3 与 K1 之间无显著差异;钾肥偏生产力表现为随着施钾量的增加而显著降低的变化,其中 K2、K3 分别较 K1 降低了 18.10%和 31.45%,表明在大西江农场秸秆还田条件下增加钾肥施用量会显著降低玉米的钾肥偏生产力。

表 6 秸秆还田下不同施钾量对玉米钾肥利用的影响

处理	钾肥表观利用率/ %	钾肥农学效率/ (kg·kg ⁻¹)	钾肥偏生产力/ (kg·kg ⁻¹)
K1	29.98±1.04 b	6.38±1.77 b	153.75±9.43 a
K2	38.71±0.02 a	8.01±1.08 a	125.92±3.38 b
K3	39.34±0.03 a	7.14±1.92 ab	105.39±6.88 c

3 讨论

叶绿素是植物进行光合作用的主要色素,光合速率和光合产物高低受叶绿素含量高低的影响^[9],同时会影响作物干物质积累,最终影响产量形成,因此影响作物叶绿素的因素均会对干物质积累和产量产生显著影响^[10]。本研究中,施用钾肥提高了玉米叶片中的叶绿素含量,其中 K2 在整个试验期间均显著高于 K1,从而使得 K2 处理光合能力显著高于 K1,这也是 K2 处理茎粗、总干物质积累量显著高于 K1 的重要原因。另外,在大喇叭口期和灌浆期 K3 叶绿素含量显著低于 K2,拔节期和吐丝期 K3 与 K2 之间无显著差异,这说明钾肥施用量在 K2 基础上提高至 K3 并不能显著提高玉米叶绿素含量,个别生育时期还会降低叶绿素含量,出现这种现象的原因可能与当地连续秸秆还田改善了土壤肥力、提高了钾元素的供应能力有关^[11-12]。

从玉米茎粗变化上来看,K2 与 K0 相比整个生育期茎粗均显著升高,这与李明等^[13]的研究结果一致,说明施用钾肥可以明显促进玉米茎粗生

长;本研究中,K3 茎粗在大喇叭口期和灌浆期均显著低于 K2,且与 K0 之间无显著差异,出现这种现象的原因可能是因为 K2 较接近促进玉米茎粗生长的适宜施钾量,但本研究中,由于当地长期采取秸秆全量还田,土壤养分供应能力较强,从而导致过高施钾量并不利于玉米茎粗的增加。另外,除拔节期茎粗 K2 与 K1 之间无显著差异外,大喇叭口期至灌浆期 K2 均显著高于 K1,这也说明在当地长期秸秆还田条件下,按照常规施钾量的 80%施用钾肥仍然会显著影响玉米生长,进而使玉米茎粗降低。

判断植物生长发育状况的另一个指标是其干物质积累量的高低^[14],因此,研究不同施钾量对玉米各器官干物质积累量的影响可以作为判断钾肥肥效的重要指标^[15]。从本研究结果来看,玉米叶片和茎干物质积累量各施钾处理之间无显著差异,说明在当地常规施钾量条件下降低或者提高钾肥施用量 20%不会对玉米茎和叶片干物质积累产生显著影响。玉米苞叶、粒和总干物质积累量 K2 显著高于 K1,这说明在当地常规施钾量基础上降低 20%施钾量会对玉米籽粒、苞叶和总干物质积累量产生显著影响,但是施钾量提高 20%并未显著提高籽粒和总干物质积累量,这说明 K2 处理已经接近于当地最佳施钾量,在该基础上继续提高施钾量不能显著促进玉米生长,因此不宜继续提高施钾量。

玉米各器官养分吸收量高低可以作为判断其对营养元素利用能力的重要指标^[16],研究各器官钾吸收量变化可以判断各器官在不同施钾量条件下对钾营养的利用能力。从本研究结果来看,在当地长期秸秆还田条件下,施钾量在当地常规施钾量基础上提高或者降低 20%均不会对玉米叶、茎、轴、粒以及总钾吸收量产生显著影响,这说明在大西江农场玉米钾吸收量受施钾量影响较小。从产量和产值上来看,在当地常规施钾量基础上降低 20%后产量虽然有所降低,但是并未达到显著水平,并且肥料成本降低了 217 元·hm⁻²,经济效益仅降低了 307.39 元·hm⁻²,两个处理处于同一水平;施钾量提高 20%后,经济效益却明显降低,因此从施肥经济效益的角度考虑,在当地连续秸秆还田基础上钾肥施用量在 60~75 kg·hm⁻²范

围内经济效益最优。

从前人相关研究来看,作物栽培中秸秆还田比例达到 65%以上时,化肥施用量可以降低 10%~20%^[17],肥料利用率显著升高^[18-19],但是本研究结果中,钾肥表观利用率和钾肥偏生产力 K1 处于最高值,而提高钾肥施用量会显著降低钾肥利用效率,这与霍娜等^[20]的研究结果相似,分析原因认为这与当地长期秸秆还田充分培肥土壤有关。

4 结论

在大西江农场大豆-玉米轮作且秸秆全量还田 6 年的土壤上,钾肥施用量为 75 kg·hm⁻²时能提高玉米叶绿素含量、茎粗、总干物质积累量、经济效益效果最好;钾肥施用量降低至 60 kg·hm⁻²时,玉米总钾吸收量、产量、产值、经济效益与 75 kg·hm⁻²时处于同一水平,同时显著提高了玉米钾肥表观利用率和钾肥偏生产力。结合田间试验与产量产值的结果分析,大西江农场试验点适宜的钾肥施用量为 60~75 kg·hm⁻²。

参考文献:

- [1] 戴鹏湾. 玉米的生产现状与发展趋势[J]. 现代化农业, 2023 (2): 27-30.
- [2] 陈海军. 钾肥用量对早熟春玉米边单 3 号产量及农艺性状的影响[J]. 中国种业, 2014(4): 42-43.
- [3] 张北赢, 陈天林, 王兵. 长期施用化肥对土壤质量的影响[J]. 中国农学通报, 2010, 26(11): 182-187.
- [4] 黄婷苗, 郑险峰, 王朝辉. 还田玉米秸秆氮释放对关中黄土供氮和冬小麦氮吸收的影响[J]. 中国农业科学, 2015, 48 (14): 2785-2795.
- [5] 陈检锋, 梁海, 王伟, 等. 玉米-绿肥轮作体系下光叶紫花苕的氮肥替代和土壤肥力提升效应[J]. 植物营养与肥料学报, 2021, 27(9): 1571-1580.
- [6] 张阳, 张春宇, 张明聪, 等. 黑龙江大豆-玉米轮作体系氮磷调控的产量效应与养分平衡[J]. 中国土壤与肥料, 2021(1): 44-52.
- [7] 蔡永萍. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2014.
- [8] SHAN Y H, JOHNSON-BEEBOUT S E, BURESH R J. Chapter 3 crop residue management for lowland rice-based cropping systems in Asia[J]. Advances in Agronomy, 2008, 98: 117-199.
- [9] 张吉立. 冬季 4 种针叶树色素动态变化研究[J]. 青海农林科技, 2020(2): 103-106.
- [10] 张吉立. 有机肥对早熟禾生长和叶片色素含量的影响[J]. 廊坊师范学院学报(自然科学版), 2022, 22(1): 60-64.

- [11] 杨帆,董燕,徐明岗,等.南方地区秸秆还田对土壤综合肥力和作物产量的影响[J].应用生态学报,2012,23(11):3040-3044.
- [12] 陈云峰,夏贤格,杨利,等.秸秆还田是秸秆资源化利用的现实途径[J].中国土壤与肥料,2020(6):299-307.
- [13] 李明,唐炳雪,卞乐怡,等.不同钾肥水平下糯玉米茎粗和株高变化规律分析[J].仲恺农业工程学院学报,2018,31(3):20-23,29.
- [14] 张吉立,冀金凤,王宁,等.黑钙土微量元素施肥对甜菜干物质积累、氮素吸收与分配的影响[J].河北科技师范学院学报,2022,36(3):10-15.
- [15] 徐清华,姜涛,马磊,等.钾肥施用量对棉花生长及产量的影响[J].新疆农业科技,2021(6):6-7.
- [16] 张吉立,冀金凤,龙怀玉,等.连续负压供水对玉米氮素吸收、叶片硝酸还原酶活性及根际氮素供应的影响[J].植物营养与肥料学报,2023,29(8):1411-1422.
- [17] 宋大利,侯胜鹏,王秀斌,等.中国秸秆养分资源数量及替代化肥潜力[J].植物营养与肥料学报,2018,24(1):1-21.
- [18] LI P, LI Y B, XU L Y, et al. Crop yield-soil quality balance in double cropping in China's upland by organic amendments: a meta-analysis[J]. Geoderma,2021,403:115197.
- [19] 裴雪霞,党建友,张定一,等.化肥减施下有机替代对小麦产量和养分吸收利用的影响[J].植物营养与肥料学报,2020,26(10):1768-1781.
- [20] 霍娜,王宏庭,于志勇,等.不同水、钾对玉米生长及水、钾利用效率的影响[J].山西农业科学,2015,43(5):566-570.

Effects of Different Potassium Application Rates on Maize Growth, Potassium Uptake and Utilization Under Straw Returning Conditions

LIU Haonan¹, ZHANG Jili², LIU Xin¹, YANG Liheng¹, SHANG Lei¹, JIANG Yuzhou¹, WANG Peng¹

(1. College of Agriculture, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing 163319, China; 2. Department of Economics and Management, Daqing Vocational College, Daqing 163255, China)

Abstract: In order to promote the scientific application of potassium fertilizer in maize production, four potassium fertilizer treatments were set up under the field production conditions of Daxijiang Farm under the Jiusan Management Bureau, with application rates of 0 kg·ha⁻¹ (control, K0), 60 kg·ha⁻¹ (K1), 75 kg·ha⁻¹ (K2), and 90 kg·ha⁻¹ (K3), respectively. The effects of different potassium fertilizer rates on the growth and development, yield, potassium fertilizer utilization efficiency, and economic benefits of corn soybean rotation under full straw return were studied. The results showed that the chlorophyll content of K2 was significantly higher than that of K0 through out the entire experimental period, and K1 was significantly higher than K0 from the large bell mouth stage to the filling stage; The stem thickness K2 was significantly higher than K0 from the jointing stage to the filling stage, and there is no significant difference between K1 and K0; There was no significant difference in the accumulation of dry matter between stem and leaf K1, K2, and K3, while the accumulation of dry matter in bracts and leaves K2 was significantly higher than K1. There was no significant difference in the accumulation of dry matter between K1 and K0; There was no significant difference in potassium accumulation in stems, leaves, axes, and grains among different potassium fertilizer application rates. The total potassium accumulation in K3 was significantly higher than that in K1 and K0; Different potassium application rates do not have a significant impact on maize yield, output value, and economic benefits. Increasing potassium application rates will significantly reduce the partial productivity of potassium fertilizer. In summary, the suitable amount of potassium fertilizer application under the condition of returning straw to the field in Daxijiang Farm is 60—75 kg·ha⁻¹.

Keywords: potash fertilizer; maize; yield; potassium absorption; potash utilization