北方农业学报 2020,48(5):62~68
JOURNAL OF NORTHERN AGRICULTURE

doi:10.12190/j.issn.2096-1197.2020.05.11

不同施肥处理对燕麦产量、养分吸收和水肥利用效率的影响

张　君[1,2],段　玉[1,2],刘亚红[1],梁俊梅[1,2],王　博[1,2],安　昊[1,2],连海飞[1]
(1.内蒙古自治区农牧业科学院,内蒙古 呼和浩特　010031;2.国家土壤质量武川观测实验站,内蒙古 呼和浩特　011705)

摘　要:【目的】探究阴山北麓地区种植燕麦的施肥效应,为阴山北麓地区旱地燕麦合理施肥提供科学依据。【方法】基于内蒙古武川旱作试验站的长期定位试验(开始于2004年),研究了长期施肥条件下不同施肥处理对燕麦产量、植株养分吸收和燕麦水肥利用效率的影响。【结果】氮磷钾化肥配合施用有机肥(NPK+O)和氮磷钾化肥平衡施用(NPK)可显著提高燕麦产量、千粒重、株高、单株穗长和单株小穗数,与对照相比,籽粒产量分别提高49.86%和38.97%;可显著提高燕麦叶面积指数、植株干物质量和植株养分吸收量,最大叶面积指数为2.62,最大植株干物质积累量为6 066 kg/hm^2;燕麦植株的最大氮、磷和钾养分吸收量分别为115.28、26.77和132.92 kg/hm^2。氮磷钾化肥配合施用有机肥(NPK+O)和氮磷钾化肥平衡施用(NPK)可显著提高燕麦的水分利用效率,分别达到8.17和7.84 kg/(hm^2·mm),比对照分别提高46.5%和40.0%。氮磷钾化肥平衡施用(NPK)处理的当季肥料利用率分别为36.37%、17.93%和59.92%。每生产100 kg燕麦籽粒吸收N 3.38~6.21 kg,平均4.93 kg;吸收P_2O_5 1.09~1.49 kg,平均1.31 kg;吸收K_2O 3.98~7.43 kg,平均5.77 kg。【结论】氮磷钾化肥配合施用有机肥(NPK+O)和氮磷钾化肥平衡施用(NPK)显著提高了燕麦产量、养分吸收量和水肥利用效率,是资源高效利用和作物增产的养分管理模式。

关键词:燕麦;养分吸收;产量;水肥利用效率;氮磷钾;有机肥
中图分类号:S532　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:2096-1197(2020)05-0062-07

Effects of different fertilization treatments on oat yield, nutrient absorption and water and fertilizer utilization efficiency

ZHANG Jun[1,2], DUAN Yu[1,2], LIU Yahong[1], LIANG Junmei[1,2], WANG Bo[1,2], AN Hao[1,2], LIAN Haifei[1]
(1.Inner Mongolia Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences, Hohhot　010031, China;
2.Wuchuan Observing and Experimental Station of National Soil Quality, Hohhot　011705, China)

Abstract:【Objective】Explore the fertilization effect of oats in the northern Yinshan Mountain, and provide scientific basis for the rational fertilization of dryland oats in the northern Yinshan Mountain.【Methods】Based on the long-term positioning experiment (started in 2004) of Wuchuan dry farming experimental station in Inner Mongolia, the effects of different fertilization measures on oat yield, plant nutrient absorption and oat water and fertilizer utilization efficiency under long-term fertilization conditions were studied.【Results】Oat yield, 1 000-grain weight, plant high, panicle length and spikelet number per plant could be significantly increased under the combination use of chemical and organic fertilizer (NPK+O) and balanced fertilization (NPK). The grain yield under NPK+O and NPK conditions could be increased by 49.86% and 38.97% compared with oat planted without fertilization (CK). The oat LAI, biomass, and amount of absorption of N, P, and K could be significantly increased under NPK+O and NPK treatments, the maximum LAI, and biomass were 2.62 and 6 066 kg/hm^2, respectively. The max amount absorption of N, P and K was 115.28, 26.77 and 132.92 kg/hm^2, respectively. Combined application of NPK+O and NPK could significantly increase the water use efficiency in oats, reaching 8.17 and 7.84 kg/(hm^2·mm), respectively, which were 46.5% and 40.0% higher than CK. The use efficiency of N, P_2O_5, and K_2O under NPK was 36.37%, 17.93%, and 59.92%, respectively. Each 100 kg oat absorbed N 3.38-6.21 kg, P_2O_5 1.09-1.49 kg, K_2O 3.98-7.43 kg, with a value of 4.93, 1.31, and 5.77 kg, respectively.【Conclusion】The combination use of chemical and organic fertilizer (NPK+O)

收稿日期:2020-08-17
基金项目:内蒙古自治区自然科学基金项目(2015MS0379);内蒙古农牧业创新基金项目(2020CXJJN10);内蒙古自治区科技计划项目(2019GG346)
作者简介:张　君(1982—),男,副研究员,博士,主要从事旱作农业与土壤肥料研究工作。
通信作者:段　玉(1963—),男,研究员,硕士,主要从事植物营养与施肥研究工作。

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

and balanced fertilization(NPK)could significantly increase yield,nutrient absorbs,water and fertilizer utilization efficiency of oats,which were nutrient management models for high efficient resource utilization and oat yield increase.

Keywords:Oat;Nutrient absorption;Yield;Water and fertilizer utilization efficiency;NPK;Oryanic fertilizer

内蒙古阴山北麓地区地处我国北方农牧交错带的中段,是我国重要的旱作农业区[1]。燕麦是该地区的主要种植作物之一，播种面积占全国燕麦总面积的35%~37%[2-3]。燕麦为禾本科一年生草本植物,是优良的粮草兼用作物[4]。作为粮食作物,燕麦营养丰富,蛋白质、脂肪、膳食纤维含量均高于其他禾谷类作物[5];作为饲料作物,燕麦植株高,草产量高,籽粒和鲜干草均为优良饲料,其鲜茎、叶、穗嫩而多汁,比其他麦类作物更有营养,可青饲、青贮、制干草[6]。燕麦的产量和品质不仅决定于遗传特性,水、肥、气、温等也是影响产量和品质的主要因素。燕麦喜湿润冷凉环境,对土壤要求低,具有耐瘠薄、耐寒、耐旱等特点,但燕麦耐肥性差、籽粒产量低,产量与品质是制约燕麦产业高速发展的主要瓶颈[7]。肥料是农业生产的物质基础,研究表明,适量的氮、磷肥施入能显著提高燕麦产量[8-9]。施肥量不足,由于燕麦植株不具备固氮能力，其生长发育所需的氮磷钾养分主要依靠根系从土壤中吸收。而通常条件下,土壤中可利用的养分往往难以满足燕麦高产优质的需要。施肥过量,又容易造成燕麦贪青徒长,倒伏减产[10-11]。因此,科学合理施肥是保证燕麦产量、降低生产投入的重要途径。关于施肥对燕麦产量、燕麦植株干物质积累分配和植株养分吸收利用的影响已有研究[12-13]，但是在内蒙古阴山北麓地区关于燕麦长期施肥的试验研究相对较少。本研究依托内蒙古自治区农牧业科学院武川旱作农业试验站2004年布置的长期定位试验,分析了长期施肥条件下不同施肥措施对2015年燕麦产量、干物质积累、养分吸收和水肥利用效率的影响,以期为当地燕麦种植合理施肥提供科学依据。

1　材料和方法

1.1　试验点基本情况

武川旱作农业试验站位于内蒙古呼和浩特市武川县上秃亥乡三间房村，北纬41°08′22.8″、东经111°17′43.6″,海拔1 570 m。试验区域属中温带半干旱大陆性季风气候,干旱少雨,风大沙多,年降水量200~400 mm,年蒸发量1 850 mm,年平均气温2.7 ℃,无霜期110 d。地形以缓坡丘陵为主,土壤以栗钙土、灰褐土、石质土为主,沙性较重。长期定位试验开始于2004年,土壤为栗钙土,试验开始时耕层(0~20 cm)土壤碱解氮含量48.5 mg/kg、速效磷含量9.2 mg/kg、速效钾含量39.1 mg/kg、有机质含量1.5%、pH值8.5。

1.2　供试材料和试验设计

2015年种植燕麦品种为燕科二号，采用条播,行距25 cm,播量为150 kg/hm^2,保苗数为400万株/hm^2。燕麦生育期降水量144.43 mm,出苗前人工补灌水量45 mm。有机肥为羊粪,用量7 500 kg/hm^2,养分含量为N-P_2O_5-K_2O=0.95-0.51-1.95，有机质含量为46.60%。化肥氮肥用缓释尿素(N:44%),由加拿大加阳公司提供;磷肥用过磷酸钙(P_2O_5:46%);钾肥用氯化钾(K_2O:60%)。化肥纯养分施用量为:N-P_2O_5-K_2O=150-45-75。有机肥作基肥,在每年翻地前均匀撒在地表,人工翻压;氮磷钾化肥用作种肥在播种时开沟撒施。试验采用随机区组设计,小区面积50 m^2,3次重复。试验共8个处理,包括施氮磷钾肥(NPK);施氮磷肥(NP);施氮钾肥(NK);施磷钾肥(PK);单施有机肥(OM);有机肥配施氮磷钾肥(NPK+O);单施氮肥(N);不施肥(CK)。各处理具体养分用量见表1。

1.3　测定内容与方法

生物量测定：燕麦出苗后每隔15 d取样1次,各小区选取35 cm有代表性的植株，进行各器官鲜重测定;之后将样品烘干测定干重,并留样粉碎后测定各器官营养成分。叶面积测定:将样品植株上所有叶片逐一展开平铺到叶面积仪(LI-3000)上测定总叶面积,换算成叶面积指数。籽粒产量测定:燕麦成熟时,各小区收获中间10行,测定籽粒产量。土壤含水量测定：在燕麦播前和收获后使用中子仪测定

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表1 不同处理下的施肥量 单位:kg/hm²

养分	NPK	NP	NK	PK	OM	NPK+O	N	CK
N	150	150	150	0	142.5	292.5	150	0
P_2O_5	45	45	0	45	76.5	121.5	0	0
K_2O	75	0	75	75	292.5	367.5	0	0

0~100 cm土壤含水量,每10 cm为一层。土壤容重测定:挖0~100 cm深土壤剖面,用环刀每10 cm取100 cm³样品后,105 ℃烘干称取样品干质量,计算样品容重。植株养分测定:采用H_2SO_4-H_2O_2消煮,氮、磷、钾分别用凯氏法、钒钼黄比色法、火焰光度计法测定。

1.4 参数计算方法

肥料利用率/%=(施肥区燕麦地上部植株吸收的养分量-缺素区燕麦地上部植株吸收的养分量)/N、P_2O_5、K_2O纯养分投入量×100;农学效率/(kg/kg)=(施肥区燕麦籽粒产量-缺素区燕麦籽粒产量)/N、P_2O_5、K_2O纯养分投入量;土壤储水量/mm=土层厚度(cm)×土壤容重(g/cm³)×土壤质量含水量/10;作物耗水量/mm=生育期降水量(mm)+灌溉量(mm)+生育期内土壤储水量的变化(mm);水分利用效率/[kg·(hm²/mm)]=燕麦籽粒产量(kg/hm²)/作物耗水量[14-17]。

1.5 数据分析

数据处理与统计分析采用软件Excel 2010和SPSS 18.0。

2 结果与分析

2.1 不同施肥处理对燕麦产量及产量构成要素的影响

由表2可知,燕麦籽粒产量在NPK+O处理下最高,与其他处理差异显著(P<0.05);NPK和OM处理间、OM与NP处理间产量差异不显著(P>0.05),其他处理间差异显著(P<0.05);NK、PK、N、CK处理间产量差异不显著(P>0.05)。施肥较不施肥处理(CK)均有增产效果,增产幅度为2.81%~49.86%,其中,NPK+O处理增产幅度最大。NPK+O处理下燕麦籽粒千粒重与OM处理差异不显著(P>0.05),与其他处理比较差异显著(P<0.05)。燕麦株高NPK+O处理最高,单株穗长和单株小穗数均为NPK+O、NPK、OM处理较高,处理之间差异不显著。

表2 不同施肥处理对燕麦产量及产量构成要素的影响

处理	产量/(kg/hm²)	增产率/%	千粒重/g	株高/cm	单株穗长/cm	单株小穗数
NPK	1 646±36 b	38.97	22.41±0.74 bc	59.57±1.91 b	13.80±0.20 a	9.77±0.21 ab
NP	1 445±90 c	22.00	19.39±1.08 e	52.84±0.87 c	11.41±0.46 bc	9.14±0.55 bc
NK	1 243±10 d	4.92	21.82±0.66 bcd	51.29±2.33 c	11.34±0.98 bc	8.20±0.70 cde
PK	1 218±87 d	2.81	21.26±0.67 cd	52.49±1.93 c	11.27±1.30 bc	8.71±0.93 cd
OM	1 552±98 bc	30.98	22.96±0.76 ab	56.87±3.72 b	13.03±0.25 ab	9.97±1.21 ab
NPK+O	1 775±33 a	49.86	23.93±0.41 a	67.57±4.60 a	14.20±1.57 a	10.30±0.62 a
N	1 251±40 d	5.60	21.73±0.78 bcd	51.78±1.22 c	10.53±1.27 c	7.83±0.65 de
CK	1 185±81 d	–	20.56±0.64 de	52.78±0.80 c	9.55±1.52 c	7.50±1.14 e

注:同列小写字母不同表示0.05水平差异显著,下同。

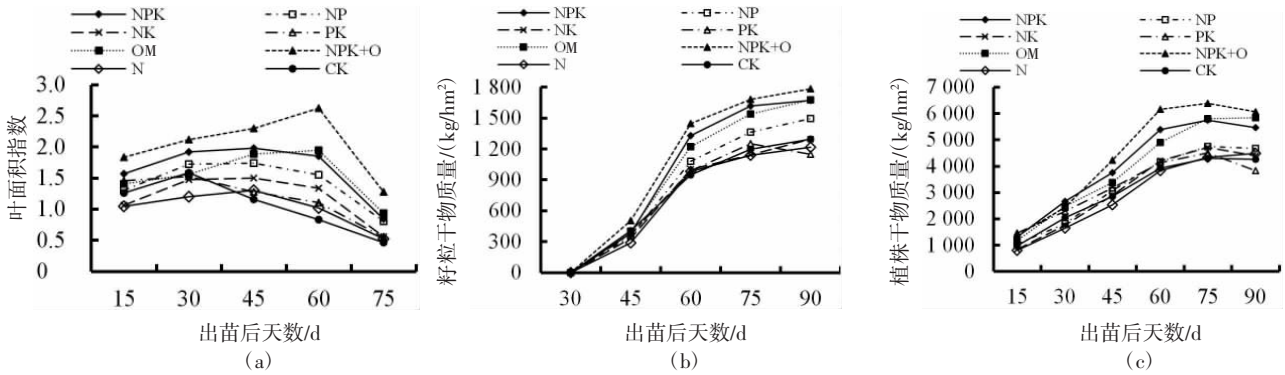
2.2 不同施肥处理对燕麦生长指标的影响

长期施肥条件下不同施肥措施燕麦叶面积指数变化见图1a,各处理均呈先上升后下降的单峰曲线变化。NPK+O、OM处理叶面积指数显著高于其他处理,在出苗后60 d,叶面积指数达到最大值,分别为2.62、1.95。在出苗后45 d,NPK、NP、NK和N处理的叶面积指数达到最大值,分别为1.98、1.75、1.50和1.30,PK和CK处理的叶面积指数较低,在出苗后30 d叶面积指数达到最大值,分别为1.53和1.59。

由图1b和图1c可知,燕麦籽粒和植株干物质

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

量呈“慢-快-慢”增加的“S”形曲线变化,在出苗后15~45 d燕麦主要为营养生长,植株生物量较小;在出苗后30 d籽粒逐渐形成,出苗后45~60 d是燕麦的快速生长期,之后进入籽粒灌浆期,籽粒和植株干物质量增加缓慢,甚至停止增重。在出苗后60 d左右,NPK+O、NPK和OM处理植株干物质量显著高于其他处理,植株干物质量最大值分别为6 066、5 464、5 836 kg/hm²,3个处理籽粒干物质量最大值分别为1 785、1 672、1 678 kg/hm²。



a—叶面积指数;b—籽粒干物质量;c—植株干物质量。

图1　不同施肥处理下燕麦叶面积指数和干物质量动态变化

2.3　不同施肥处理对燕麦养分吸收的影响

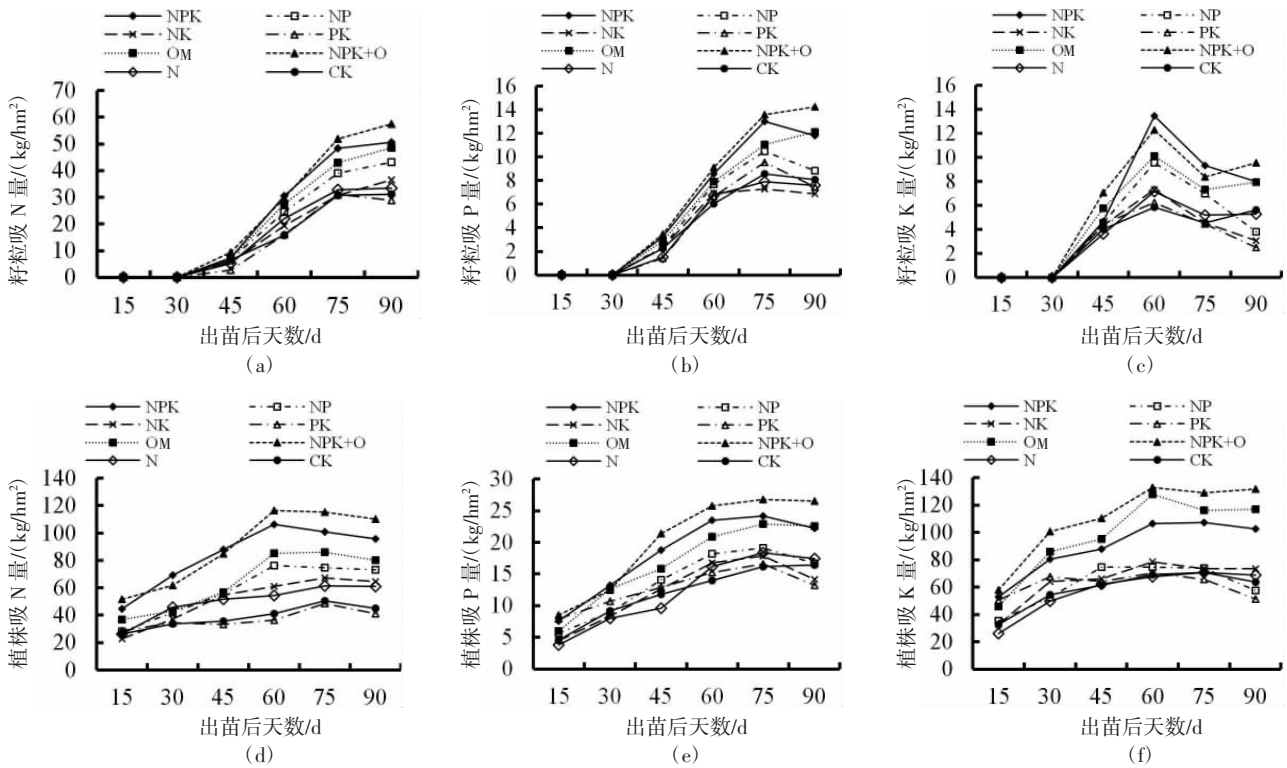
燕麦籽粒和植株氮磷钾养分吸收规律见图2,不同施肥措施燕麦籽粒和植株的N、P、K养分吸收量均呈“S”形变化趋势。籽粒N、P养分最大吸收量出现在出苗后75~90 d(图2a、图2b);籽粒K最大吸收量出现在出苗后60 d(图2c)。在出苗后60~75 d,植株N、P、K吸收量达到最大值。生育期内,不同处理间籽粒和植株最大N素吸收量表现为NPK+O>NPK>OM>NP>NK>N>PK>CK,籽粒最大N素吸收量为31.09~57.46 kg/hm²,植株最大N素吸收量为48.57~115.28 kg/hm²(图2d)。不同处理间籽粒和植株最大P素吸收量表现为NPK+O>NPK>OM>NP>N>NK>PK>CK,籽粒最大P素吸收量为7.27~14.24 kg/hm²,植株最大P素吸收量为16.14~26.77 kg/hm²(图2e)。不同处理间籽粒和植株最大K素吸收量表现为NPK+O>OM>NPK>NK>NP>PK>CK>N,籽粒最大K素吸收量为4.46~9.57 kg/hm²;植株最大K素吸收量为70.50~132.92 kg/hm²(图2f)。

2.4　不同施肥处理对燕麦水分和肥料利用效率的影响

燕麦耗水量及水分利用效率见表3,各处理播种前0~100 cm土壤含水量为185.6~255.2 mm,收获后0~100 cm土壤含水量为150.4~224.1 mm,播种前和收获后0~100 cm土壤含水量无显著差异(P>0.05)。NPK+O处理播种前和收获后0~100 cm土壤含水量最低,分别为179.4 mm和150.4 mm。不同处理间燕麦生育期耗水量为203.6~230.8 mm,处理间差异不显著(P>0.05),PK处理耗水量最高,NP处理耗水量最低。NPK+O处理水分利用效率最高,为8.17 kg/(hm²·mm),与NPK、OM和NP处理差异不显著(P>0.05),与其他处理差异显著(P<0.05),与CK处理相比,NPK+O处理水分利用效率提高46.5%。其次为NPK、OM和NP处理,分别为7.84、7.33和7.10 kg/(hm²·mm),处理之间无显著差异(P>0.05),与其他处理差异显著(P<0.05)。与CK处理相比,NPK处理水分利用效率提高40.0%,OM处理水分利用效率提高29.5%。N、NK、CK、PK处理水分利用效率较低,分别为5.93、5.85、5.58和5.31 kg/(hm²·mm)。

不同施肥处理对燕麦肥料利用效率的影响结果见表4,NPK处理的N、P_2O_5、K_2O肥料利用率最高,分别为36.37%、17.93%和59.92%;OM处理次之,分别为27.29%、11.05%和20.28%;NPK+O处理较低,分别为23.60%、10.20%和20.22%;N处理最低,为10.57%。每增施1 kg N燕麦籽粒增加0.44~2.86 kg;

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net



a—籽粒 N 吸收;b—籽粒 P 吸收;c—籽粒 K 吸收;d—植株 N 吸收;e—植株 P 吸收;f—植株 K 吸收。

图 2 不同施肥处理对燕麦养分吸收的影响

表 3 不同施肥处理对燕麦耗水量及水分利用效率的影响

处理	播前土壤含水量/mm	收获时土壤含水量/mm	灌溉量/mm	作物耗水量/mm	水分利用效率/[kg/(hm²·mm)]
NPK	196.8	175.5	45	210.8	7.84 a
NP	202.6	188.4	45	203.6	7.10 ab
NK	228.6	204.6	45	213.4	5.85 bc
PK	255.2	213.9	45	230.8	5.31 c
OM	197.3	170.9	45	215.8	7.33 ab
NPK+O	179.4	150.4	45	218.4	8.17 a
N	185.6	161.3	45	213.8	5.93 bc
CK	248.0	224.1	45	213.4	5.58 c

每增施 1 kg P 燕麦籽粒增加 4.03~8.96 kg;每增施 1 kg K 燕麦籽粒增加 0.36~2.68 kg。每生产 100 kg 燕麦籽粒吸收 N 3.38~6.21 kg,平均 4.93 kg;吸收 P_2O_5 1.09~1.49 kg,平均 1.31 kg;吸收 K_2O 3.98~7.43 kg,平均 5.77 kg。

3 讨论与结论

有关长期施肥对作物产量的影响已有多项研究结果表明，氮磷钾化肥长期平衡施用或氮磷钾化肥配合施用有机肥均能显著提高作物产量[18-22]。本试验结果表明，氮磷钾化肥配合施用有机肥处理(NPK+O)和氮磷钾化肥平衡施用处理(NPK)的燕麦产量、千粒重、株高、单株穗长和单株小穗数均显著高于氮磷钾缺素处理和不施肥处理(CK)。由此说明在燕麦生产中氮磷钾化肥平衡施肥或氮磷钾化肥配合施用有机肥是提高燕麦产量的重要途径。本试验长期施肥对燕麦植株干物质量、叶面积指数和养分吸收量的影响,结果表明,氮磷钾化肥配合施用有机

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 4　不同施肥处理对燕麦肥料利用效率的影响

处理	养分吸收量/(kg/hm²)			肥料利用率/%			农学效率/(kg/kg)			养分吸收量/(kg/100 kg)		
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
NPK	95.72	22.20	102.47	36.37	17.93	59.92	2.86	8.96	2.68	5.81	1.35	6.22
NP	73.01	16.70	57.53							5.05	1.16	3.98
NK	64.36	14.13	73.30							5.18	1.14	5.90
PK	41.16	13.27	51.48							3.38	1.09	4.23
OM	80.05	22.59	116.84	27.29	11.05	20.28	2.34	4.03	0.36	5.16	1.46	7.53
NPK+O	110.21	26.52	131.84	23.60	10.20	20.22	1.91	4.38	0.90	6.21	1.49	7.43
N	60.83	17.48	68.62	10.57			0.44			4.86	1.40	5.48
CK	44.96	16.45	63.61							3.80	1.39	5.37

肥处理(NPK+O)和氮磷钾化肥平衡施用处理(NPK)的植株干物质积累、叶面积指数和养分吸收量均高于氮磷钾缺素处理和不施肥处理(CK),与肖相芬等[9]在吉林市白城的燕麦试验结果和杨晓等[23]在小麦上的试验结果一致。燕麦水分利用效率结果表明,氮磷钾化肥配合施用机肥处理(NPK+O)和氮磷钾化肥平衡施用处理(NPK)显著提高了燕麦的水分利用效率,分别达到了8.17、7.84 kg/(hm²·mm),这可能由于通过多年的氮磷钾化肥平衡施用以及化肥和有机肥配合施用,改善了土壤的理化性状,从而提高了旱地土壤水分的有效性。

在阴山北麓旱作区,化肥与有机肥配施(NPK+O)或化肥平衡配施(NPK)可显著提高燕麦产量、千粒重以及株高、单株穗长和单株小穗数;氮磷钾化肥配合施用有机肥(NPK+O)和氮磷钾化肥平衡施用(NPK)可显著提高燕麦叶面积指数、干物质量和NPK养分吸收量。氮磷钾化肥配合施用有机肥(NPK+O)和氮磷钾化肥平衡施用(NPK)可显著提高燕麦水分利用效率,分别为8.17和7.84 kg/(hm²·mm)。氮磷钾化肥平衡施用(NPK)N、P_2O_5、K_2O肥料利用率最高,分别为36.37%、17.93%和59.92%。每生产100 kg燕麦籽粒吸收N 3.38~6.21 kg,平均4.93 kg;吸收P_2O_5 1.09~1.49 kg,平均1.31 kg;吸收K_2O 3.98~7.43 kg,平均5.77 kg。

参考文献:

[1] 潘志华,张璐阳,陈东东,等.北方农牧交错带农田水分生产潜力开发研究进展与思考[J].中国农业科技导报,2010,12(1):40-45.

[2] 韩文元,赵宝平,任鹏,等.内蒙古农牧交错区施氮量对燕麦饲草产量和饲用品质的影响[J]. 中国农学通报,2015,31(24):122-127.

[3] 沈姣姣,王靖,陈辰,等.播种期对农牧交错带莜麦生长发育和产量形成的影响[J]. 中国农学通报,2011,27(15):52-56.

[4] 魏巍,拉巴,杨文才,等.氮、磷肥配施对青引1号燕麦产量和品质的影响[J].作物杂志,2016(1):120-124.

[5] 张新军,杨才,曾昭海,等.不同施氮量对裸燕麦产量品质及叶面硒肥效率的影响[J].中国农学通报,2015,31(33):122-127.

[6] 高娜,张玉龙,刘玉,等.水氮调控对小油菜养分吸收、水氮利用效率及产量的影响[J]. 中国生态农业学报,2017,25(6):821-828.

[7] 葛军勇,田长叶,曾昭海,等.不同基因型裸燕麦氮素利用效率与氮素营养特性[J]. 干旱地区农业研究,2015,33(4): 82-87.

[8] 赵宏魁,马真,张春辉,等.种植密度和施氮水平对燕麦生物量分配的影响[J].草业科学,2016,33(2):249-258.

[9] 肖相芬,周川姣,周顺利,等.燕麦氮吸收利用特性与适宜施氮量的定位研究[J].中国农业科学,2011,44(22):4618-4626.

[10] 翟园,杨恒博,曲静,等.氮素对燕麦的生理生化指标和品质的影响[J].中国农学通报,2016,32(3):29-34.

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

[11] 刘锁云,陈磊庆,胡廷会,等.水氮处理对燕麦功能叶衰老及产量的影响[J].麦类作物学报,2012,32(4):706-710.
[12] 许永胜,胡跃高,曾昭海,等.施用生物菌肥对裸燕麦氮素积累和光合生理的影响[J].西南农业学报,2015,28(6):2586-2591.
[13] 孙洪仁,曾红,刘江扬,等.中国农牧交错带燕麦土壤氮素丰缺指标与适宜施氮量初步研究[J].北方农业学报,2017,45(5):22-27.
[14] 张君,赵沛义,潘志华,等.基于产量及环境友好的玉米氮肥投入阈值确定 [J]. 农业工程学报,2016,32(12):136-143.
[15] 董宛麟,张立祯,于洋,等.向日葵和马铃薯间作模式的生产力及水分利用 [J]. 农业工程学报,2012,28(18):127-133.
[16] 段玉,王砚田,刘富俊,等.马铃薯吸肥特点及平衡施肥研究[J].内蒙古农业科技,2003 (6):5-6.
[17] 段玉,张君,李焕春,等.马铃薯氮磷钾养分吸收规律及施肥肥效的研究[J].土壤,2014,46(2):212-217.
[18] 王道中,花可可,郭志彬,等.长期施肥对砂姜黑土作物产量及土壤物理性质的影响 [J]. 中国农业科学,2015,48(23):4781-4789.
[19] 张国印,茹淑华,孙世友,等.长期施用氮磷钾肥对褐土土壤肥力及作物产量的影响[J].华北农学报,2013,28(3):217-221.
[20] 罗龙皂,李渝,张文安,等.长期施肥下黄壤旱地玉米产量及肥料利用率的变化特征 [J]. 应用生态学报,2013,24(10):2793-2798.
[21] 罗照霞,杨志奇,俄胜哲.长期施肥对冬油菜产量及养分吸收利用的影响 [J]. 干旱地区农业研究,2017,35(1):122-127.
[22] 罗照霞,杨志奇,俄胜哲,等.长期施肥对冬小麦产量、养分吸收利用的影响 [J]. 麦类作物学报,2015,35(4):528-534.
[23] 杨晓,郝明德,李芳林.黄土区长期施肥对小麦产量和养分吸收的影响[J].土壤通报,2010,41(1):164-169.

(责任编辑 康文钦)

全国优秀农业期刊、中国核心期刊(遴选)数据库收录期刊

欢迎订阅 2021 年《中国种业》

《中国种业》是由农业农村部主管,中国农业科学院作物科学研究所和中国种子协会共同主办的全国性、专业性、技术性种业科技期刊。

刊物目标定位:以行业导刊的面目出现,并做到权威性、真实性和及时性。主要栏目有种业论坛、专题综述、种业管理、研究论文、品种选育、良种良法等;报道内容范围:最新种业政策、各地种业管理经验、种业企业经营之道、新品种新技术等,信息量大,技术实用。

欢迎投稿、刊登广告

读者对象:各级种子管理、经营企业的领导和技术人员,各级农业科研、推广部门人员,大中专农业院校师生,农村专业户和广大农业生产经营者。

月刊,大 16 开,每期 20 元,全年 240 元。国内统一连续出版物号:CN 11-4413/S,国际标准连续出版物号:ISSN 1671-895X,全国各地邮局均可订阅,亦可直接汇款至编辑部订阅,挂号需每期另加 3 元。

邮发代号:82-132

地址:(100081)北京市中关村南大街 12 号《中国种业》编辑部

电话:010-82105796(编辑部) 010-82105795(广告发行部)

网址:www.chinaseedqks.cn E-mail:chinaseedqks@163.com 微信公众号:中国种业

中国种业编辑部 QQ 群:115872093

中国种业读者 QQ 群:289113905

(C)1994-2020 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net