

高台县小麦及玉米施肥现状调查与评价

孙建好, 李伟琦, 赵建华

(甘肃省农业科学院土壤肥料与节水农业研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 调查了高台县新坝镇暖泉村、照中村、照一村、新沟村、下坝村等5个村2015年的小麦、玉米施肥情况。结果表明, 调查样本的小麦、玉米施肥以氮素和磷素投入为主, 钾肥投入量少或基本不施。调查区普遍施用的化肥品种以尿素、磷酸二铵为主, 小麦田施用量分别占总施用量的61.3%和37.4%, 玉米田施用量分别占总施用量的71.9%和26.1%, 复合肥、硝酸铵、钾肥很少。作物生产过程中小麦仅有29%的农户追肥1次; 玉米有64%的农户追施2次尿素, 41%的农户追施2次磷酸二铵。小麦的氮肥、磷肥、钾肥偏生产力(PFP)均低于全国水平; 玉米的氮肥、磷肥偏生产力(PFP)也低于全国水平, 钾肥的偏生产力(PFP)相对较高, 且高于全国水平。

关键词: 小麦; 玉米; 施肥; 调查与评价; 高台县

中图分类号: S147.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2019)06-0051-06

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2019.06.013

Investigation and Evaluation of Fertilization Situation of Wheat and Corn in Gaotai County

SUN Jianhao, LI Weiqi, ZHAO Jianhua

(Institute of Soil, Fertilizer and Water-saving Agriculture, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: In 2015, the fertilization of wheat and corn in five villages of Xinba Town in Gaotai County of Gansu Province was investigated, which Nuanquan Village, Zhaozhong Village, Zhaoyi Village, Xingou Village, Xiaba Village. The results showed that nitrogen and phosphorus were the main fertilizer inputs for wheat and corn of survey sample, while potassium was little or no. Urea and diammonium phosphate were the most commonly used fertilizers in the survey area, the wheat field application amount accounted for 61.3% and 37.4% of the total application amount, the corn field application amount accounted for 71.9% and 26.1% of the total application amount, respectively, the compound fertilizer, ammonium nitrate, potassium fertilizer are few. In the crop production process, only 29% of the farmers applied fertilizer once; 64% of the farmers applied urea twice and 41% of the farmers applied diammonium hypophosphite twice. The partial productivity of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers (PFP) of wheat was lower than that of the whole country; the partial productivity of nitrogen and phosphorus fertilizers (PFP) of maize was lower than that of the whole country, and the partial productivity of potassium fertilizer (PFP) was higher than that of the whole country.

Key words: Wheat; Corn; Fertilization; Investigation and evaluation; Gaotai County

化肥是保证粮食安全的重要物质基础, 但近年来化肥投入对粮食增产的贡献效应却日益下降, 化肥的需求量仍在为满足高生产力而不断增长, 必然给环境带来极大的资源

压力和负面效应^[1-4]。高台县地处河西走廊中部, 黑河中游下段, 是全国商品粮基地县之一。为了追求高产, 在当地作物生产中普遍存在盲目施肥的现象, 投肥结构不合理、

收稿日期: 2019-01-14; 修订日期: 2019-04-25

基金项目: 国家重点研发计划项目(2017YFD0201808-02); 国家重点研发计划(2018TFD0200406)。

作者简介: 孙建好(1972—), 男, 甘肃永登人, 副研究员, 硕士, 主要从事农作物间套作研究工作。
Email: sunjianhao@126.com。

肥料利用率低的问题长期存在,严重影响当地农业的可持续发展和肥料资源的高效利用。因此,我们于2017年针对高台县新坝镇暖泉村、新沟村、下坝村、照中村、照一村等5个村的大田作物(小麦、玉米)的施肥现状进行了实地调查,进而从中分析总结出当地小麦、玉米施肥问题的影响因素,以期为进一步指导农户合理施用化肥、实现作物高产和养分高效、保障区域粮食安全提供数据支撑。

1 材料和方法

1.1 调查区域概况

高台县位于河西走廊中部,黑河中游下段。全县总面积4 425 km²,下辖7镇2乡,共136个行政村和10个社区。全县总人口15.85万人,其中农村人口13万人,占总人口的82.2%。全县有耕地面积2.80万hm²,其中大田2.60万hm²,保护地0.153万hm²,园地0.04万hm²,主要种植小麦、玉米、蔬菜、葡萄、棉花等作物,是个传统的农业大县。新坝镇位于高台县城西南56 km处,地处祁连山浅山区,海拔1 714~2 500 m,年平均气温3.2~6.2℃,无霜期120 d,年降水量219.2 mm,年蒸发量3 000 mm,属河西走廊沿山冷凉干旱和寒温带山区冷凉气候。总面积786.13 km²,耕地面积0.69万hm²,播种面积6 590 hm²,现辖30个村,1个农场,295个村民小组,5 340户,20 176人,其中劳动力15 044人。2014年全镇经济总收入3.4亿元,人均纯收入8 677元。区域农业灌溉用水和人畜饮水完全依靠水库、塘坝拦蓄祁连山冰雪融水,全镇有水库5座,设计蓄水量1 187万m³。

1.2 调查方法

农户调查采用统一问卷设计,调查人员实地走访农户,进行“面对面”封闭式问答调查。主要对高台县新坝镇暖泉村、新沟村、下坝村、照中村、照一村等5个村的大田作

物(小麦、玉米)的种植情况、施肥情况进行调查进行农户实地调查。有效调查60户,收回大田作物有效问卷105份,其中小麦问卷46份,玉米调查问卷59份。

1.3 数据处理

化肥养分含量按实际调查记录的各肥料养分含量标准计算,没有记录的按调查记录平均值计算。

化肥偏生产力(PFP)=施肥后作物产量/化肥(N、P₂O₅、K₂O)的投入量^[5]

调查数据采用Excel 2003处理分析。

2 结果与分析

2.1 调查样本农户的基本情况

调查样本间的农户家庭人口、农业劳动力数量和实际务农人员有一定的差异,其中暖泉村平均家庭人口、平均劳动力数、平均土地面积均最多;照中村、照一村2村平均家庭人口最少,实际务农人员数量最少;平均土地面积以照一村最少,劳动力数量均占家庭人口的70%左右。分析发现,暖泉村和照中村务农比例较高,分别占家庭劳动力的81%和83%,其他村占家庭劳动力的76%~79%。可以看出,调查样本总体上约80%家庭劳动力还是以农业生产为主。

从图1看,调查样本农户家庭劳动力的文化水平相对较低,教育水平以初中文化水平最多,占到样本总量的63%以上;其次为高中文化程度的农户占17%,中专及以上文化程度占总样本容量的10%。农户的文化教育程度低是该区脱贫致富奔小康需重点解决

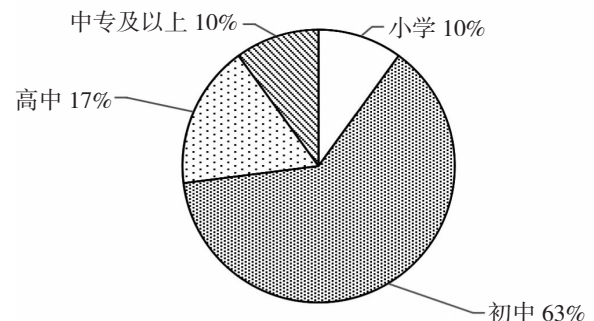


图1 农户家庭劳动力最高文化程度调查

的瓶颈。

从总体上看,调查区调查样本农户家庭收入来源结构以农业收入和非农业收入为主(表1),2015年各村农户家庭平均总收入为28 763元。农业收入包括粮食(占总收入的64.8%)、蔬菜(占总收入的7.6%)、果树(占总收入的5.0%)、粮食补贴(占总收入的2.1%)和养殖业收入(占总收入的3.7%),非农业收入包括家庭经营(占总收入的3.4%)、外出打工(占总收入的12.0%)和其他收入(占总收入的1.4%)。样本农户家庭经济收入最主要的经济来源是种植业(包括粮食、蔬菜)和外出打工。下坝村种植业收入户均收入最高,外出打工收入以照中村最高,年总收入以照中村、新沟村、暖泉村较高。

2.2 调查区小麦、玉米生产力分析

当地小麦生育期为3月中下旬到8月上旬,播种量在450~600 kg/hm²;玉米生育期为4月下旬至10月上旬,播种量在40.5~60.0 kg/hm²,照一村和暖泉村因海拔相对较高播种和收获较晚。小麦播种方式53%是人工、21%畜力、26%机械,播种费用600~1 200元/hm²,浇水3~4次;以机械收获为主,平均成本1 050元/hm²。玉米播种方式97%人工、3%机械,播种费用600~1 200元/hm²,浇水3~5次;收获以人工为主,成本平均3 675元/hm²。

5个村的小麦、玉米抽查调查样本面积

及各地区的平均折合产量水平见表2。从表2可以看出,当地户均种植小麦的面积较小,5个村户均仅有0.192 hm²,小麦户均种植面积最大的暖泉村也仅有0.252 hm²,种植的小麦也很少出售,大多留作口粮。5个村中以新沟村小麦平均折合产量最高,达7 704.60 kg/hm²,其他4个村的小麦平均折合产量为7 000.05~7 437.45 kg/hm²。当地农户玉米种植面积较大,新沟村户均种植玉米的面积最大,为0.918 hm²;照一村户均种植玉米的面积最小,为0.405 hm²。玉米平均产量以暖泉村最高,为16 227.30 kg/hm²;照中村最低,为9 619.95 kg/hm²。

表2 调查样本小麦、玉米种植的面积及平均折合产量

调查地点	小麦		玉米	
	每户种植面积/hm ²	平均折合产量/(kg/hm ²)	每户种植面积/hm ²	平均折合产量/(kg/hm ²)
暖泉村	0.252	7 200.00	0.605	16 227.30
下坝村	0.167	7 000.05	0.743	11 571.45
新沟村	0.176	7 704.60	0.918	11 716.35
照一村	0.156	7 437.45	0.405	12 000.00
照中村	0.221	7 125.00	0.731	9 619.95
平均	0.192	7 343.55	0.655	12 078.00

2.3 小麦、玉米施肥调查分析

从表3可以看出,调查样本的小麦施肥以氮素和磷素投入为主,钾肥基本不施。氮素基肥平均投入为210.0 kg/hm²,磷素基肥平均投入为117.0 kg/hm²。氮磷钾肥均主要

表1 调查样本农户家庭经济收入状况

调查地点	农业收入/(元/户)				非农业收入/(元/户)				年总收入/(元/户)
	粮食	蔬菜	果树	粮食补贴	养殖	家庭经营	打工	其他	
暖泉村	18 818	182	7 182	1 030	2 727	0	3 636	0	33 575
下坝村	24 286	0	0	150	0	0	0	0	24 436
新沟村	19 809	4 091	0	465	1 727	0	5 073	1 818	32 984
照一村	12 373	933	0	363	0	0	3 000	0	16 669
照中村	17 938	5 750	0	1 071	800	4 938	5 531	125	36 153
平均	18 645	2 191	1 436	606	1 051	988	3 448	389	28 763

是基肥,大部分农户对小麦不进行追肥,5个村仅有29%的农户在5月初追肥1次。氮肥追肥量占总施肥量的34%。合理的氮磷钾比例是作物养分协调吸收的基础,小麦平均的氮磷钾施用比例为1:0.56:0.20,依据以往试验结果,甘肃麦类作物最适氮磷钾比例为1:0.50:0.60^[6-7],故调查区的小麦氮磷比例较合适但钾素缺乏。

表3 调查样本小麦基肥及追肥施用量调查结果
kg/hm²

调查地点	基肥			追肥		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
暖泉村	234.0	132.0		121.5	0	0
下坝村	186.0	129.0		115.5	87.0	138.0
新沟村	204.0	100.5		103.5	0	0
照一村	195.0	112.5		166.5	96.0	0
照中村	231.0	118.5	42.0	138.0	87.0	87.0
加权平均	210.0	117.0	42.0	148.5	90.0	112.5

农户玉米种植主要以氮磷投入为主(表4),钾肥仅少量投入,氮磷钾肥追肥比例较高,基本占总施肥量的50%。从追施次数来看,大部分农户追施2次尿素,占样本总数的64%;22%的农户追施3次,10%的农户追肥1次,还有少量农户不追尿素。追施磷酸二铵的农户也以追施2次的较多,达41%;不追施的占36%,追施1次的占24%。

化肥偏生产力(PFP)是适合于用农户调

表4 调查样本玉米基肥及追肥施用量调查结果
kg/hm²

调查地点	基肥			追肥		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
暖泉村	210.0	117.0	0	177.0	73.5	87.0
下坝村	154.5	103.5	34.5	217.5	88.5	0
新沟村	211.5	76.5	0	226.5	64.5	0
照一村	175.5	85.5	0	175.5	67.5	69.0
照中村	201.0	106.5	55.5	169.5	85.5	42.0
加权平均	192.0	97.5	45.0	189.0	75.0	66.0

研数据分析的国际农学界常用肥料利用率指标,可以充分反映当地实际生产水平和化肥施用量的综合效应。张福锁等^[3]研究分析,我国N、P₂O₅、K₂O的平均PFP小麦分别为43.0、63.7、72.7 kg/kg,玉米分别为51.6、72.4、64.7 kg/kg。从表5可以看出,调查区小麦的氮、磷、钾肥PFP均低于全国水平^[4],玉米的氮肥PFP也低于全国水平。在玉米上磷肥的PFP略低于全国水平,钾肥投入较少,故其PFP相对高于全国水平。这与陈伟等^[6,8]研究结果相似,可见为了提高氮、磷、钾肥的效益,必须科学合理施用化肥。

施肥累计面积是指每次施用该品种肥料耕地面积之和的累积,其值可能大于实际耕地面积。如某一种肥料尿素在一块1.0 hm²耕地上施用了2次(基肥、追肥),则施肥累计面积则计为2.0 hm²。肥料用量指种植一季小麦或玉米该品种肥料的累积施用量。调

表5 调查样本小麦和玉米的氮磷钾肥偏生产力

调查地点	小麦			玉米		
	氮肥偏生产力	磷肥偏生产力	钾肥偏生产力	氮肥偏生产力	磷肥偏生产力	钾肥偏生产力
暖泉村	20.31	54.44		41.98	85.07	188.14
下坝村	23.29	32.46	50.73	31.18	60.34	342.86
新沟村	25.05	76.58		26.80	83.08	
照一村	20.55	35.68		34.18	77.81	173.91
照中村	19.31	34.86	55.82	25.94	49.99	99.59
加权平均	21.49	47.22	53.63	31.15	70.73	206.03

查区施用的肥料品种有尿素、磷酸二铵、复合肥(专用肥)、硝酸铵、钾肥,基肥主要用尿素、磷酸二铵、少量复合肥(专用肥)、硝酸铵、钾肥,小麦基本追肥1次或不追肥,玉米第1次和第2次追肥主要用尿素、磷酸二铵,第3次追肥基本全用尿素。

调查区大田普遍施用的化肥以尿素、磷酸二铵为主(表6),施尿素的累计面积小麦172.600 hm²,玉米1765.000 hm²,累计施肥量在小麦上为3810.5 kg,玉米上为42151.5 kg。其次是磷酸二铵,累计施肥面积小麦为143.2 hm²,玉米为1214.7 hm²,累计施肥量分别为2325.1 kg、15289.6 kg。施用复合肥、硝酸铵、钾肥的农户和累积施肥面积均很小。小麦田尿素、磷酸二铵的施用量分别占总施用量的61.3%和37.4%,玉米田尿素、磷酸二铵的施用量分别占总施用量71.9%和26.1%。

前人的研究认为,甘肃省农作物氮磷钾的合理施用范围为小麦施氮120~240 kg/hm²、施磷60~120 kg/hm²、施钾60~120 kg/hm²,玉米施氮225~450 kg/hm²、施磷90~180 kg/hm²,施钾75~150 kg/hm²,施肥量小于合理施用范围下限即认为施肥量不足,高于合理施用范围上限认为施肥过量^[7]。从表7看出,5个村小麦施氮量均过量;施磷量仅新沟村在合理范围内,其余村均过量;

施钾的农户很少,但玉米施氮量和施钾量均在合理范围内,施磷量暖泉村、下坝村、照中村均存在略高的情况,新沟村和照一村均在合理范围内。吴良泉^[1]推荐的西北绿洲灌区玉米的合理施肥量为N 219.0 kg/hm²、P₂O₅ 123.0 kg/hm²、K₂O 55.5 kg/hm²,小麦的合理施肥量 N 169.5 kg/hm²、P₂O₅ 67.5 kg/hm²、K₂O 36.0 kg/hm²,可见调查区小麦、玉米的氮磷钾施肥量均高于合理施肥量。

表7 调查样本小麦和玉米的施肥量 kg/hm²

调查地点	小麦			玉米		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
暖泉村	354.0	132.0	0	387.0	190.5	87.0
下坝村	300.0	216.0	138.0	370.5	192.0	34.5
新沟村	307.5	100.5	0	438.0	141.0	0
照一村	361.5	208.5	0	351.0	154.5	69.0
照中村	369.0	204.0	127.5	370.5	192.0	96.0

3 结论与讨论

调查表明,甘肃省高台县新坝镇暖泉村、照中村、照一村、新沟村、下坝村等5个村的小麦、玉米施肥以氮素和磷素投入为主,钾肥投入量少或基本不施,调查样本小麦平均氮磷钾施用比例为1:0.56:0.20,钾素缺乏。西北地区土壤受成土母质的影响,土壤钾素水平较高,但随着氮、磷肥的大量使用导致作物产量的增加,从而增加了钾素的移出量,高产条件下对土壤钾的供应

表6 调查样本主要施用的化学肥料品种调查结果

肥料名称	小麦			玉米		
	施肥累计面积 /hm ²	肥料实物用量 /(kg/hm ²)	肥料实物用量 /kg	施肥累计面积 /hm ²	肥料实物用量 /(kg/hm ²)	肥料实物用量 /kg
尿素	11.507	1.473	3810.5	117.667	1.593	42151.5
磷酸二铵	9.547	1.080	2325.1	80.980	0.840	15289.6
复合肥	0	0	0.0	0.933	1.000	210.0
硝酸铵	0.067	2.667	40.0	1.200	1.333	360.0
钾肥	0.400	0.400	36.0	4.800	0.533	576.0
合计	21.520	5.620	6211.6	205.580	5.300	58587.1

容量与强度有了更高的要求^[6],合理引导这一区域种植户适当施用钾肥,对小麦、玉米的增产有重要作用。

合理的氮肥分期调控追施能够提高光合速率,改善群体质量,使作物植株健壮,抗倒伏能力强,进而提高产量和品质^[9-10]。但调查样本中种植小麦的仅有29%的农户追肥1次,追肥量占总施肥量的34%。在玉米生产过程中64%的农户追施2次尿素,22%的农户追施尿素3次,少量农户追施尿素1次或不追;41%的农户追施2次磷酸二铵,36%的不追施磷酸二铵,24%的追施1次磷酸二铵。另外,5个村灌溉供水按村所处位置依次供应,追肥时期受供水受供水日期限制,不能完全与作物生长需水需肥时期吻合,也是影响肥料利用率的一个重要原因。

调查区大田普遍施用的化肥品种以尿素、磷酸二铵为主,施用复合肥、硝酸铵、钾肥的农户数和累积施肥面积均很小。小麦田尿素、磷酸二铵的施用量分别占总施用量的61.3%和37.4%,玉米田尿素、磷酸二铵的施用量分别占总施用量71.9%和26.1%。化肥偏生产力(PFP)较低,与甘肃省农作物氮磷钾的合理施用范围相比,小麦总体施氮、磷、钾肥均过量;玉米施氮、钾量在合理范围内,施磷量存在略高的情况,与吴良泉^[1]推荐的西北绿洲灌区玉米、小麦的合理施肥量相比偏高。

高台县是重要的小麦、玉米粮食生产区。调查分析发现,当地小麦、玉米产量均低于全省平均水平,氮肥投入量却居高不下,反映出当地施肥缺乏科学性,大部分农户仍然受“施肥多产量高”的传统观念影响,过量施肥现象普遍存在。试验表明,减少施氮量30%~60%后作物没有减产,长期大量施氮会导致氮素的淋失,土壤酸化^[1-5]。当地农户施肥方式大部分基肥以深施为主,追肥以沟施或穴施为主,但仍有灌水前撒施的

追肥方式,肥料利用率极低。应建立合理的施肥制度,采取科学的施肥方式,引导小麦、玉米种植施氮量高的农户降低基肥比例,增加追肥比例^[11],并提倡肥料品种的复合化、配方化,减少氮肥用量,提高肥料利用率。

参考文献:

- [1] 吴良泉. 基于“大配方、小调整”的中国三大粮食作物区域配肥技术研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2014.
- [2] 李宇轩. 中国化肥产业政策对粮食生产的影响研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2014.
- [3] 张福锁, 王激清, 张卫峰, 等. 中国主要粮食作物肥料利用率现状与提高途径[J]. 土壤学报, 2008, 45(5): 915-924.
- [4] 刘钦普. 中国化肥投入区域差异及环境风险分析[J]. 中国农业科学, 2014, 47(18): 3596-3605.
- [5] 赵护兵, 王朝辉, 高亚军, 等. 西北典型区域旱地冬小麦农户施肥调查分析[J]. 植物营养与肥料学报, 2013, 19(4): 840-848.
- [6] 陈伟, 孙建好, 赵建华. 甘肃省4个生态区玉米养分管理现状调查[J]. 甘肃农业科技, 2013(5): 15-17.
- [7] 张树清. 甘肃农田氮磷钾养分资源特征研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2001.
- [8] 陈伟, 孙建好, 赵建华. 甘肃省小麦施肥现状分析与评价[J]. 干旱地区农业研究, 2014, 31(2): 23-27.
- [9] 田纪春, 陈建省, 王延训, 等. 氮素追肥后移对小麦子粒产量和旗叶光合特性的影响[J]. 中国农业科学, 2001, 34(1): 1-4.
- [10] 常艳丽, 刘俊梅, 李玉会, 等. 陕西关中平原小麦/玉米轮作体系施肥现状调查与评价[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2014, 42(8): 53-61.
- [11] 王激清, 马文奇, 江荣风, 等. 我国水稻、小麦、玉米基肥和追肥用量及比例分析[J]. 土壤通报, 2008, 39(2): 329-333.

(本文责编: 郑立龙)