

## 3 种叶面肥在小麦上的应用效果

周星, 陈洁, 陈许兵, 金何玉, 王振, 王升 (江苏省农垦农业发展股份有限公司现代农业研究院, 江苏南京 210019)

**摘要** 在小麦生产中,为达到增产的目的,选用3种常见的叶面肥进行研究。通过开展大田试验,以当地主栽品种科麦1007为研究对象,共设置6个处理(Y1~Y6),包括4种叶面肥处理(单施和混施处理)、常规对照(磷钾动力)以及清水处理,研究不同时期喷施叶面肥在小麦上的应用效果。结果表明,与常规对照Y2(磷钾动力)相比,除Y6(粒粒金+尿素以及粒粒金+磷钾动力)处理能够提高小麦的高峰苗和叶绿素含量外,其余处理对小麦的高峰苗和叶绿素影响不大。在分蘖期,Y3(粒粒金)处理下小麦单株干重最大,但从拔节期至成熟期时,仅在Y6(粒粒金+尿素以及粒粒金+磷钾动力)处理下小麦单株干重一直高于常规对照,其余叶面肥处理下的小麦干重均低于常规对照。所有处理的小麦株高和穗长均低于对照,有效穗和成穗率在Y6(粒粒金+尿素以及粒粒金+磷钾动力)处理下偏低,但实粒数和结实率在Y6(粒粒金+尿素以及粒粒金+磷钾动力)处理下均处于高水平,可能是前期较多的无效分蘖影响了后期的成穗。产量方面,仅Y6(粒粒金+尿素以及粒粒金+磷钾动力)处理后的小麦产量高于对照,其余处理对小麦产量的提升效果不大。综上,在Y6(粒粒金+尿素以及粒粒金+磷钾动力)处理下,小麦前期的分蘖数得到增加后,进而可促进小麦的光合作用,进而促进作物生长。而前期虽能有效地提高小麦的高峰苗,但影响了后期的有效穗和成穗率,而实粒数和结实率均得到提高,进而对产量的提升有一定作用。因此,在生产上,推荐将粒粒金和尿素在小麦拔节前喷施2次,待旗叶抽出时将粒粒金与磷钾动力混合喷施,前期可增强小麦的分蘖能力,促进作物生长,后期通过提高小麦的实粒数和结实率来提高其产量。

**关键词** 叶面肥;小麦;光合作用;生物量;产量

**中图分类号** S145.2 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2022)09-0150-04

**doi:** 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.09.038



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Application Effect of Three Foliar Fertilizers on Wheat

ZHOU Xing, CHEN Jie, CHEN Xu-bing et al (Institute of Modern Agriculture, Jiangsu Provincial Agricultural Reclamation and Development Corporation, Nanjing, Jiangsu 210019)

**Abstract** In wheat production, in order to achieve the purpose of increasing yield, three foliar fertilizers are selected for research. Through the field experiment, the local main planted variety Kemai 1007 was used as the research object, and a total of 6 treatments (Y1-Y6) were set up, including four foliar fertilizer treatments (single application and mixed application), conventional control (phosphorous potassium power) and water treatment, to explore the effect of applying foliar fertilizer on wheat in different periods. The results showed that compared with the conventional control Y2 (P/K power), except for Y6 (granulation of gold + urea and granulation of gold + P/K power) treatments that could increase the peak seedlings and chlorophyll content of wheat, the other treatments had little effect on the peak seedlings and chlorophyll of wheat. At the early stage, the dry weight of wheat per plant was the largest under the treatment of Y3 (granulation of gold), but from the jointing stage to the maturity stage, the wheat was only under the treatment of Y6 (granulation of gold + urea and granulation of gold + P/K power), and the dry weight of wheat under other foliar fertilizer treatments was lower than that of the conventional control. The wheat plant height were spike length of all treatments were lower than the control, the effective spike and spike forming rate were lower under Y6 (granulation of gold + urea and granulation of gold + P/K power), but the number of actual grains and seed setting rate of Y6 (granulation of gold + urea and granulation of gold + P/K power) were all at a high level. It may be that more invalid tillers in the early stage affected the spike formation in the later stage. In terms of yield, only Y6 (granulation of gold + urea and granulation of gold + P/K power) treatment wheat yield was higher than the control, and the other treatments had little effect on improving wheat yield. In summary, under Y6 (granulation of gold + urea and granulation of gold + P/K power) treatment, the number of tillers in the early stage of wheat was increased, which could then promote the photosynthesis of wheat and promote the growth of crops. Although the early stage could effectively increase the peak seedlings of wheat, it affected the effective spike and spike forming rate in the later stage, and the number of real grains and the seed setting rate were improved, which had a certain effect on the increase of yield. Therefore, in production, it was recommended to spray granulation of gold and urea twice before the jointing of wheat. When the flag leaves were drawn out, the granulation of gold and P/K power should be sprayed dynamically. This could enhance the tillering ability of wheat in the early stage and promote crop growth. In the later stage, the yield of wheat was increased by increasing the number of grains and seed setting rate of wheat.

**Key words** Foliar fertilizer; Wheat; Photosynthesis; Biomass; Yield

叶面肥具有针对性强、营养吸收快和养分利用率高的特点,已被广泛应用于果树、蔬菜和农作物的抗逆、增产及轻简化栽培中<sup>[1-4]</sup>。当前叶面肥种类多样,根据其作用和功能一般分为四大类,分别为营养型叶面肥、调节型叶面肥、生物型叶面肥、复合型叶面肥。它与植物生长调节剂不同,它是把氮、磷、钾、铁、锌、锰等元素集中到一起后制成的营养物质,不但可以为作物补充养分,还可以使作物快速生长<sup>[5-6]</sup>。研究表明,叶面肥的施用能够提高作物叶片的叶绿素含量<sup>[7-8]</sup>,作物的生物量也得到提高<sup>[9-10]</sup>,还会对作物产量的提升起到

积极的作用<sup>[11-13]</sup>。在作物生长期喷施叶面肥不仅能减少化肥的过多使用而带来的环境污染,还能够提高养分利用率来促进作物生长及增产,因此合理施用叶面肥对作物高产、稳产、优质栽培具有重要意义。

小麦是在全球范围内广泛种植的一种非常重要的粮食作物,在三大粮食作物中保持收获面积第一的地位,我国既是世界上最大的小麦生产、消费国,也是世界小麦贸易大国<sup>[14-15]</sup>,因此小麦产量的高低也备受人们的关注。喷施叶面肥来促进作物生长及增产也多有研究,磷钾动力是当地大田生产中常用的一种叶面肥;“粒粒金”采用先进生物技术的方式,研制出含有多种功能团、活性衍生代谢产物以及多种活

**作者简介** 周星(1992—),女,江苏宿迁人,初级农艺师,硕士,从事土壤施肥技术、作物高产栽培技术研究。

**收稿日期** 2021-08-18

性物质的产品,在水稻、瓜菜类作物上表现出很好的增产效应和抗病性<sup>[16]</sup>;禾百润是一种新一代天然矿物有机肥料,由100%的天然方解石矿物构成,能使植物均衡营养,生长茂盛,缩短作物生长周期,使植物保水能力增强,需水量减少,可降低农业生产成本<sup>[17]</sup>。笔者选用这几种叶面肥(磷钾动力、粒粒金、禾百润)在小麦不同生长时期进行人工喷施,研究其对小麦生长及产量的影响,以期叶面肥在冬小麦高产栽培上的合理应用提供参考。

## 1 材料与方 法

**1.1 试验地概况** 试验于2020年6月在江苏省盐城市射阳县盐城农垦农科所小1#田(120°15'50"E、33°40'31"26"N)开展。试验地属亚热带季风气候,光照充足,气候适宜,该地年均气温15.4℃,年均降水量1080mm,年均日照时间2160h,无霜期225d。试验田为稻麦两熟种植制度,前茬作物为水稻,试验田土壤质地为壤性潮盐土,0~20cm土层土壤基本理化性状:有机质含量24.2g/kg,全氮含量1.84g/kg,碱解氮含量120mg/kg,速效磷含量18.5mg/kg,速效钾含量98mg/kg,pH7.9。

**1.2 试验材料** 供试肥料尿素(含N46%)、磷酸氢二铵(含P46%)、45%氯基复合肥(N-P-K=15-15-15)、磷钾动力(磷酸二氢钾)由江苏省农垦农业发展股份有限公司新洋分公司提供。

供试叶面肥粒粒金、禾百润由江苏尊龙农业科技有限公司提供。

供试品种为当地大田常见品种科麦1007,由江苏省大田种业集团有限公司新洋分公司提供。

**1.3 试验设计** 试验安排在地势平坦、土壤肥力中等偏上且均匀、排灌方便、无禽畜危害、无病虫害的田块。每个小区长30.0m,宽11.1m,面积为333.0m<sup>2</sup>,各小区间距50cm。采用20cm行距的小麦播种机,基本苗为300万/hm<sup>2</sup>。

共设6个处理,无重复。处理①(Y1)为清水对照,于小麦3叶1心期、返青拔节期、旗叶抽出时人工喷施3次;处理②(Y2)为常规对照磷钾动力750g/hm<sup>2</sup>,于小麦3叶1心期、返青拔节期、旗叶抽出时人工喷施3次;处理③(Y3)为粒粒金450mL/hm<sup>2</sup>,于小麦3叶1心期、返青拔节期、旗叶抽出时人工喷施3次;处理④(Y4)为禾百润1500g/hm<sup>2</sup>,于小麦3叶1心期、旗叶抽出时人工喷施2次;处理⑤(Y5)为粒粒金450mL/hm<sup>2</sup>+禾百润750g/hm<sup>2</sup>,于小麦3叶1心期、旗叶抽出时人工喷施2次;处理⑥(Y6)为粒粒金450mL/hm<sup>2</sup>+尿素750g/hm<sup>2</sup>,于小麦3叶1心期、返青拔节期喷施2次,旗叶抽出时喷施粒粒金450mL/hm<sup>2</sup>+磷钾动力750g/hm<sup>2</sup>。

**1.4 试验田管理** 小麦于2020年10月28日机械播种,2021年6月3号机械收割测产。具体施肥方案是在2020年10月25日机械施用基肥,尿素225kg/hm<sup>2</sup>+磷酸氢二铵225kg/hm<sup>2</sup>。2020年11月24日人工施用分蘖肥,尿素127.5kg/hm<sup>2</sup>。2021年2月23日人工施用拔节孕穗肥,尿素150kg/hm<sup>2</sup>+复合肥150kg/hm<sup>2</sup>。2021年3月12日人工施用穗肥,尿素112.5kg/hm<sup>2</sup>,其他病虫害防治与大田相同。

**1.5 采样与测定** 高峰苗:从小麦分蘖后开始,连续6次调查每个小区已定点区域中(1m)小麦的苗数,从中挑出最大值后计算出小麦的高峰苗。

叶绿素:从小麦抽穗末期直至小麦成熟期,于每个小区随机挑选10株小麦,每7d定期用SPAD仪器测定小麦旗叶的叶绿素含量(SPAD值),连续测定4次。

干物质重:分别在小麦分蘖期、拔节期、抽穗期和成熟期,于每个小区随机挑选10株小麦,先105℃烘箱中杀青后,再调节烘箱温度至70℃烘至恒重后称重。

株高:于小麦成熟期时,在每个小区间挑选出长势一致的5穴小麦,测量其株高。

产量及其构成:在小麦成熟期,首先人工调查已定点区域中(1m)小麦的总穗数,之后根据小麦行距得出小麦有效穗,同时每小区中剪取5穴小麦穗用来测量麦穗长度、实粒数和千粒重等指标,最后通过机器收割称重后换算成标准水分下的小麦产量。

**1.6 数据处理** 采用Excel 2010软件处理数据、制表和绘图。

## 2 结果与分析

**2.1 喷施不同叶面肥对小麦高峰苗的影响** 由图1可知,与常规对照Y2(磷钾动力)相比,小麦的高峰苗仅在Y6(粒粒金+尿素以及粒粒金+磷钾动力)和Y1(清水)处理下高于对照,其余叶面肥处理后,小麦的高峰苗未增加且在Y5(粒粒金+禾百润)处理下降至最低。说明粒粒金和禾百润单施或者混施后都不能达到增加小麦高峰苗的目的,而将粒粒金与尿素以及和磷钾动力混施后能够较大幅度地增加小麦的高峰苗数量。

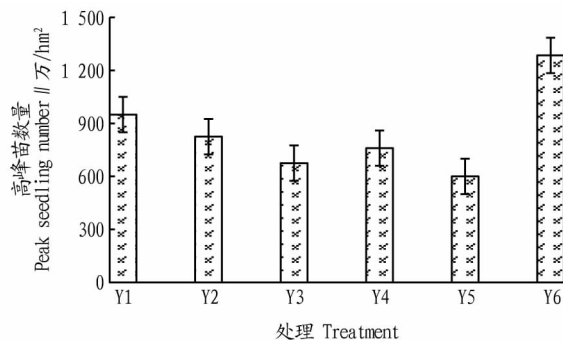


图1 不同叶面肥处理对小麦高峰苗的影响

Fig. 1 Effects of different foliar fertilizer treatments on wheat peak seedlings

**2.2 喷施不同叶面肥对不同时间小麦叶绿素含量的影响** 由图2可知,小麦的叶绿素含量在Y6(粒粒金+尿素以及粒粒金+磷钾动力)处理下于各个时间下都处于最高水平,其次是常规对照Y2(磷钾动力)处理,Y1(清水)处理下叶绿素含量较低,叶绿素含量在其余叶面肥处理下差别不大。说明Y6(粒粒金+尿素以及粒粒金+磷钾动力)处理能够提高小麦的叶绿素含量,增强小麦的光合作用能力,其叶面肥处理对小麦的光合作用影响不大。

**2.3 喷施不同叶面肥对不同时期小麦单株干重的影响** 由

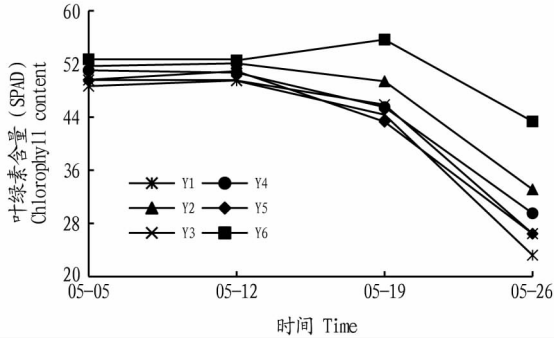


图2 不同叶面肥处理对不同时间小麦叶绿素含量的影响

Fig. 2 Effects of different foliar fertilizer treatments on chlorophyll content of wheat at different times

图3可知,与常规对照Y2(磷钾动力)相比,在分蘖期时,除Y5(粒粒金+禾百润)处理外,小麦单株干重在其他处理下均高于常规对照且在Y3(粒粒金)处理下达到最高;在拔节期时,小麦单株干重在Y4(禾百润)和Y6(粒粒金+尿素以及粒粒金+磷钾动力)2个处理下高于常规对照;在抽穗期时,小麦单株干重均低于常规对照且在Y6(粒粒金+尿素以及粒粒金+磷钾动力)和Y3(粒粒金)2个处理下较高;在成熟期时,小麦单株干重仅在Y6(粒粒金+尿素以及粒粒金+磷钾动力)处理下高于常规对照。说明粒粒金与尿素以及和磷钾动力混施后能够提高小麦的生物量从而达到促进其生长的目的,而其他几种叶面肥处理对成熟期小麦的单株生物量影响不大。

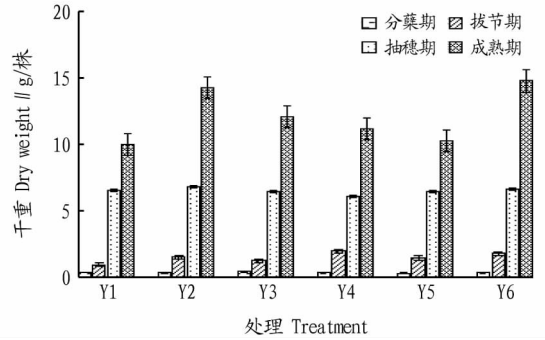


图3 不同叶面肥处理对小麦单株干重的影响

Fig. 3 Effects of different foliar fertilizer treatments on dry weight per plant of wheat

2.4 喷施不同叶面肥对小麦产量及其结构的影响 由表1可知,与常规对照Y2(磷钾动力)相比,其他叶面肥处理下的小麦株高及穗长均降低,且仅次于常规对照的是Y6(粒粒金+尿素以及粒粒金+磷钾动力)处理。除Y3(粒粒金)处理外,其他处理下小麦的有效穗均高于常规对照且在Y6(粒粒金+尿素以及粒粒金+磷钾动力)处理下较高,但成穗率在此处理下最低,且除Y1(清水)处理外,其他叶面肥处理下小麦的成穗率均高于常规对照Y2(磷钾动力)。实粒数和结实率也都在Y6(粒粒金+尿素以及粒粒金+磷钾动力)处理下达到最高,千粒重Y1(清水)和Y4(禾百润)2个处理高于常规对照。

表1 不同叶面肥处理对小麦产量及其结构的影响

Table 1 Effects of different foliar fertilizer treatments on wheat yield and structure

处理 Treatment	株高 Plant height cm	穗长 Spike length cm	有效穗 Effective panicle 万/hm <sup>2</sup>	成穗率 Panicle rate %	实粒数 Number of actual grains 粒	结实率 Seed setting rate//%	千粒重 1 000-grain weight//g	产量 Yield kg/hm <sup>2</sup>
Y1	91.2	9.0	408.0	42.9	49	94.0	53.7	7 063.7
Y2	94.8	9.2	397.4	48.2	48	95.6	52.5	7 917.2
Y3	94.1	9.1	378.7	56.1	45	95.2	51.5	7 662.2
Y4	90.2	8.9	438.7	57.7	47	95.5	53.7	7 671.1
Y5	93.9	8.7	412.5	68.7	43	95.5	50.3	7 390.5
Y6	94.7	9.1	405.0	31.5	49	95.8	50.9	8 079.4

产量方面,仅Y6(粒粒金+尿素以及粒粒金+磷钾动力)处理下的产量高于常规对照Y2(磷钾动力),可能是有效穗、实粒数和结实率的增加使产量增加。Y1(清水)处理下产量最低,Y3(粒粒金)和Y4(禾百润)2个处理下小麦产量相差不大,但2种叶面肥混施后(Y5)小麦产量下降,可能是2种叶面肥混施2次后引起了小麦千粒重和实粒数的下降而导致减产。

### 3 结论与讨论

该试验中,小麦的高峰苗在Y6(粒粒金+尿素以及粒粒金+磷钾动力)处理下达到最高,其余叶面肥处理下小麦的高峰苗均低于对照,这可能与叶面肥的养分组成有关,粒粒金含有多种活性物质,尿素溶于水后可更好地被小麦叶片吸收,于苗期混施后可充分发挥其肥效来直接有效地促进小麦吸收分蘖。磷钾动力中含有作物易于直接吸收的养分,而粒

粒金和禾百润在苗期喷施一次后未达到促进小麦分蘖的目的,可能由于2种叶面肥中的养分未被小麦充分吸收利用。

小麦的叶绿素含量也是在Y6(粒粒金+尿素以及粒粒金+磷钾动力)处理下于不同时间一直处于最高水平,这与以往研究结果相似<sup>[18-19]</sup>,而其余处理下小麦旗叶的叶绿素含量均低于对照。叶绿素的合成受到光照、温度、氮素、参与光合反应的酶活性等多种因素的影响<sup>[20-22]</sup>。在Y6(粒粒金+尿素以及粒粒金+磷钾动力)处理下小麦叶绿素含量高,一方面是粒粒金含有的活性物质可有效提高小麦叶片中酶的活性,氮也会影响部分合成酶的活性,另一方面氮是叶绿素合成的主要矿质元素,磷钾动力可直接提供养分,将粒粒金+尿素以及粒粒金+磷钾动力在抽穗前喷施可充分发挥其肥效来增强小麦光合作用,而其他处理对小麦光合作用影响不大。成熟期小麦单株干重的变化趋势与小麦的高峰苗大体相同,这与前期

小麦的长势及光合作用后形成的产物等密切相关。从产量及其结构方面来看,小麦的株高和穗长都在常规对照 Y2(磷酸钾动力)处理下最高,有效穗和成穗率在 Y6(粒粒金+尿素以及粒粒金+磷酸钾动力)处理下处于较低水平,且有效穗高于对照,这与前期高峰苗偏多,生成了较多的无效分蘖进而影响了后期的成穗有关,但实粒数和结实率在 Y6 处理下达到最高,产量位列第一。研究表明叶面肥喷施能够提高小麦的产量<sup>[23-26]</sup>。该试验中,小麦产量的提升与小麦前期生成较多的分蘖,抽穗期光合作用的增强后积累较多的有机物,成熟期增加的有效穗、实粒数和结实率等因素密切相关。综上所述,推荐将粒粒金和尿素混匀后于小麦苗期和拔节期喷施 2 次,将粒粒金和磷酸钾动力混匀后于小麦旗叶抽出后喷施一次,可达到增强小麦的分蘖和光合作用能力,后期还能够提高有效穗、实粒数和结实率,来达到促进作物生长及提高作物产量的目的。

### 参考文献

- [1] 李燕婷,李秀英,肖艳,等. 叶面肥的营养机理及应用研究进展[J]. 中国农业科学,2009,42(1):162-172.
- [2] 李延菊,张序,卢建声,等. 喷施叶面肥对甜樱桃坐果率及果实品质的影响[J]. 中国果树,2013(5):34-36.
- [3] 朱亚,赵永平,郑仕伟,等. 缓释肥与叶面肥配施对烟草生长发育和光合特性的影响[J]. 江西农业学报,2018,30(6):67-70.
- [4] 徐宁,张方园,曹娜,等. 硅叶面肥对夏玉米生长发育、产量和品质的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(14):74-77.
- [5] 邓思涵,龙九妹,陈聪颖,等. 叶面肥阻控水稻富集镉的研究进展[J]. 中国农学通报,2020,36(1):1-5.
- [6] 颜进贵,钟桂宏,杨金球. 功能型贵西牌叶面肥的研究与应用[J]. 作物研究,2017,31(7):724-726.
- [7] 樊俊,郑诗樟,胡红青,等. 施用叶面肥对不同基肥处理小白菜效果的研究[J]. 中国土壤与肥料,2010(3):25-30.
- [8] 刘辉,宋涛,曹奇领,等. 不同叶面肥在黄瓜盆栽上的应用研究[J]. 农

- 学报,2015,5(10):70-74.
- [9] 李瑞海,徐大兵,黄启为,等. 叶面肥对苗期油菜生长特性的影响[J]. 南京农业大学学报,2008,31(3):91-96.
- [10] 梁啸天,蒋高明. 不同叶面肥对夏大豆主要农艺性状的影响[J]. 山东农业科学,2016,48(8):85-88.
- [11] 汪洋,张慎举,侯乐新,等. 豫东砂壤土强筋小麦应用叶面肥增产保优效应研究[J]. 河南农业科学,2010,39(9):35-36.
- [12] 李继玲,王英日. 几种叶面肥在水稻上的应用比较试验[J]. 农学报,2013,3(8):29-31,37.
- [13] 胡大鹏,陈浩,夏苜蔚,等. 不同有机叶面肥对盐城盐碱地有机水稻产量·品质及效益的影响[J]. 安徽农业科学,2022,50(4):165-168.
- [14] 赵广才,常旭虹,王德梅,等. 小麦生产概况及其发展[J]. 作物杂志,2018(4):1-7.
- [15] 王一杰,辛岭,胡志全,等. 我国小麦生产、消费和贸易的现状分析[J]. 中国农业资源与区划,2018,39(5):36-45.
- [16] 潘涌佳,刘吉平,刘伟强. “粒粒金”在蚕桑生产应用方面的初试[J]. 广东蚕业,2012,46(2):28-30.
- [17] 禾百润——独一无二的碳肥[J]. 新农业,2017(3):63.
- [18] 朱荣,康建宏,慕宇,等. 喷施叶面肥对花后干旱春小麦光合特性的影响[J]. 西南农业学报,2017,30(7):1593-1599.
- [19] 张春明,兰汝佳,甘淳丹,等. 新型微量元素型叶面肥对春小麦旗叶衰老、籽粒产量和品质的影响[J]. 生态与农村环境学报,2019,35(1):121-127.
- [20] 何宁,王雪扬,曹良子,等. 光温处理对小豆苗期生理性状及叶绿素合成前体的影响[J]. 作物学报,2019,45(3):460-468.
- [21] 吴楚,王政权,范志强,等. 不同氮浓度和形态比例对水曲柳幼苗叶绿素合成、光合作用以及生物量分配的影响[J]. 植物生态学报,2003,27(6):771-779.
- [22] 王平荣,张帆涛,高家旭,等. 高等植物叶绿素生物合成的研究进展[J]. 西北植物学报,2009,29(3):629-636.
- [23] 李云,黄斌,张先平,等. 不同时期喷施不同叶面肥对冬小麦产量及品质的影响[J]. 陕西农业科学,2018,64(2):55-58.
- [24] 陆梅,孙敏,任爱霞,等. 喷施叶面肥对旱地小麦生长的影响及与产量的关系[J]. 作物杂志,2018(4):121-125.
- [25] 程红玉,肖占文,宗盛晓,等. ALA 叶面肥对春小麦光合特性和灌浆速率的影响[J]. 麦类作物学报,2018,38(5):572-577.
- [26] 李旭霖,王宗仁,胡景田,等. 追施海藻叶面肥对盐碱地冬小麦生长及其产量的影响[J]. 安徽农业科学,2017,45(33):32-33,44.

(上接第 149 页)

的外观质量,导致经济产量下降。

在 4 个处理中,N、P、K 肥料配合施用,夏阳白 N 肥利用率为 35.4%,P 肥利用率为 28.6%,K 肥利用率为 52.5%。如果不施任意一种肥料,其他肥料的利用率显著降低,尤其是不施 N 肥,对其他 2 种肥料利用率影响最大。不施 N 肥条件下,K 肥利用率为-14.7%,植株的 K 积累量低于不施 K 处理,说明所施的 K 肥未被吸收,造成浪费;不施 P 肥条件下,N 肥、K 肥利用率分别为 16.2%、20.3%,比 N、P、K 肥料配合施用处理分别降低 54.2%、61.3%;不施 K 肥条件下,N 肥、P 肥利用率分别为 17.4%、12.3%,比 N、P、K 肥料配合施用处理分别降低 50.8%、57.0%。因此,在夏阳白生产中,应加强 N、P、K 肥料配合施用,提高产量和肥料利用率,减少肥料的浪费,降低生产成本。

N 肥对夏阳白生物产量、经济产量影响最大,P 肥、K 肥次之,N、P、K 肥料配合施用是提高夏阳白产量的关键措施。N、P、K 肥料配合施用能显著提高肥料利用率。该试验条件下,N 肥利用率为 35.4%,P 肥利用率为 28.6%,K 肥利用率为 52.5%。

### 参考文献

- [1] 国家统计局. 2021 中国统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社,2021.
- [2] 耿川雄,张茜,朱红业,等. 化肥不同减量比例对白菜、甘蓝产量和肥料利用率的影响[J]. 西南农业学报,2021,34(5):1047-1053.
- [3] 李春惠,庞慧,宁贤,等. 夏阳白白菜高产栽培技术[J]. 现代农业科技,2009(15):91-92.
- [4] 李娟娟. 夏阳白的高产栽培技术[J]. 农家之友,2001(4):16.
- [5] 王建军. 我国大白菜生产现状及发展对策[J]. 中国果菜,2020,40(7):80-82,106.
- [6] 黄梓翀,刘善江,孙昊,等. 我国蔬菜肥料利用率现状与提高对策[J]. 蔬菜,2021(7):43-50.
- [7] 彭育好,彭育勤,陈桂芬. 不同肥料配合与不同施肥量对夏阳白的增产效果初探[J]. 广西农业学报,2003,18(1):9-11.
- [8] 张海涛,王倩,刘金,等. 不同施肥处理对黄淮地区大白菜产量及养分利用率的影响[J]. 河南农业大学学报,2012,46(4):392-396.
- [9] 郑明强. 有机肥和氮肥不同施用量对白菜产量及经济效益的影响[J]. 安徽农业科学,2016,44(30):112-114.
- [10] 裴晓云. 大白菜对氮磷钾肥料的利用与增效技术[J]. 江苏农业科学,2001,29(3):44-46.
- [11] 孙晓,姜学玲,张占田,等. 氮磷钾肥丰缺对白菜产量及养分利用效率的影响[J]. 山东农业科学,2019,51(5):109-112,116.
- [12] 冯浩杰,刘善江. 肥料增效剂对白菜农学效应的影响[J]. 北方园艺,2015(14):174-177.
- [13] 张悦. 肥料应用中存在的问题及建议[J]. 肥料与健康,2020,47(6):4-9.
- [14] 艾合买提·克力木,麦提艾力·阿巴拜科日. 白菜“2+X”氮肥总量控制试验研究[J]. 南方农业,2014,8(21):34-35.