化肥减量配施鸡粪对土壤肥力及水稻产量的影响

张琳[1],吕玉虎[1],李亚光[2],郭晓彦[3],张丽霞[1],聂良鹏[1],丁 丽[1],史鹏飞[1],凌敬伟[1],潘兹亮[1],朱德焰[1],李 杰[1*]
(1. 信阳市农业科学院,河南信阳 464000;2. 河南兴发昊利达肥业有限公司,河南新乡 453000;3. 信阳农林学院,河南信阳 464399)

摘要 在豫南稻区,通过田间试验研究了化肥减量配施鸡粪对土壤肥力和水稻产量的影响。在化肥减量10%和20%条件下,将鸡粪设1 500、2 250、3 000 kg/hm^2 3个水平,另设仅施用100%化肥处理作为对照。结果表明,施用鸡粪2 250 kg/hm^{2}不仅可以减少10%的化肥量还能增加水稻产量。鸡粪的施用能促进土壤有机质含量的增加,且含量提高幅度与鸡粪施入量呈正相关。在水稻成熟期,以90%HF+PE3000处理的土壤碱解氮和有机质含量最高,速效磷和速效钾含量以90%HF+PE1500处理最高。因此,鸡粪与化肥配施可适当减少化肥施用量,从而减少化肥对土壤面源污染的影响,也可使鸡粪得到合理利用。

关键词 鸡粪;化肥;叶绿素;土壤肥力;水稻产量
中图分类号 S511;S143.6 **文献标识码** A
文章编号 0517-6611(2022)15-0143-03
doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2022.15.038
开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effect of the Combined Application of Reducing Chemical Fertilizer and Chicken Manure on Soil Fertility and Rice Yield

ZHANG Lin[1],LÜ Yu-hu[1],LI Ya-guang[2] et al (1. Xinyang Academy of Agricultural Sciences, Xinyang, Henan 464000; 2. Henan Xingfa Haolida Chemical Company Limited, Xinxiang, Henan 453000)

Abstract A field experiment was carried out to explore the effects of chicken manure combined with reduced 10% and 20% chemical fertilizer on soil fertility and rice yield in South Henan province. The series of chicken manure application was 1 500, 2 250, 3 000 kg/hm^2, and 100% chemical fertilizer as the control. The results showed that treatment with 2 250 kg/hm^2 of chicken manure could reduce 10% chemical fertilizer and increase rice yield. The application of chicken manure could promote the increase of soil organic matter content, and the increasement was positively correlated with the application amount of chicken manure. At the mature stage of rice, the soil available N and organic matter content treated with 90% chemical fertilizer +3 000 kg/hm^2 chicken manure was the highest, and the soil available P and K treated with 90% chemical fertilizer +1 500 kg/hm^2 chicken manure was the highest. So, combined application of chicken manure and chemical fertilizer could reduce the chemical fertilizer application amount, reduce the non-point source pollution load, and rationally use chicken manure.

Key words Chicken manure; Chemical fertilizer; Chlorophyll; Soil fertility; Rice yield

水稻作为豫南地区的主要粮食作物,年种植面积43万hm^2,占全省水稻总面积的83.4%[1]。水稻的优质高产对保证豫南地区粮食供应和社会稳定具有重要意义。近年来盲目施肥现象在水稻生产中普遍存在,化肥特别是氮肥的施用量逐年增加,虽然在一定程度上提高了农作物产量,但也带来了一系列生态环境问题,如土壤肥力退化、农产品质量下降、环境污染等负面影响,直接威胁到农业生产安全[2-3]。随着国家减肥增效行动的推进,有机肥替代部分化肥被认为是减少化肥用量、提高肥料资源利用效率的有效措施[4]。研究表明,农田施用畜禽粪便可有效增加土壤中氮、磷、钾等有效养分含量,从而提高玉米产量和籽粒中蛋白质含量[5-6]。添加鸡粪可有效改善土壤理化性质和养分状况,为作物提供适宜的生长环境[7]。有机肥与化肥配合施用,不仅减少了畜禽粪便和有机废弃物对环境的污染,而且有效增加了土壤有机质含量,还可以增加土壤养分和土壤有益微生物的数量,提高土壤酶活性[8]。畜禽粪便作有机肥时,以基施为主,但不能完全代替化肥。鸡粪和化肥按一定比例施用,可以增加土壤有机质含量,但完全用鸡粪代替化肥则会对产量产生负面影响[9-10]。因此,合理研究畜禽粪便与化肥的配合施用显得尤为重要。笔者探讨了在化肥用量减少10%和20%的情况下,配施不同量鸡粪对土壤肥力以及水稻产量的影响,旨在为豫南稻区化肥的合理利用提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 于2017年3月至2018年10月在信阳市农业科学院试验园区(114°05′E,32°07′N)进行。该地属亚热带向暖温带过渡区,日照充足,年均1 900~2 100 h;年平均气温15.1~15.3 ℃;降水丰沛,年均降水量900~1 400 mm,空气湿润,相对湿度年均77%。供试土壤为水稻土(耕层土壤质地为黏壤土),试验前土壤pH 6.7,有机质25.4 g/kg,碱解氮81.5 mg/kg,有效磷10.5 mg/kg,速效钾58.2 mg/kg。试验田栽培管理同一般高产田。

1.2 试验材料 供试氮肥为尿素(含纯N 46%),磷肥为普钙(含P_2O_5 11%),钾肥为氯化钾(含K_2O 60%)。鸡粪的养分含量为有机质215.8 g/kg,全氮含量14.1 g/kg,全磷含量9.0 g/kg,全钾含量7.8 g/kg。供试水稻品种为Y两优689。

1.3 试验设计 根据鸡粪和化肥施用量,设置7个处理,包括对照和6个不同类型的配施处理,随机区组设计,3次重复。处理分别为100%HF(X_1)、90%HF+PE1500(X_2)、90%HF+PE2250(X_3)、90%HF+PE3000(X_4)、80%HF+ PE1500(X_5)、80%HF+ PE2250(X_6)、80%HF+ PE3000(X_7)。其中,100% HF指当地常规施肥量,全部施用化肥,施肥量为N 150 kg/hm^2、P_2O_5 75 kg/hm^2、K_2O 105 kg/hm^2;90%HF、80%HF分别为施用90%、80%的常规施肥量;PE指的是施用鸡粪,数字表示

基金项目 河南省科技攻关计划项目(172102110125)。
作者简介 张琳(1989—),女,河南温县人,研究实习员,硕士,从事土壤肥料与绿肥研究。*通信作者,副研究员,博士,从事土壤培肥与植物营养研究。
收稿日期 2021-08-21;**修回日期** 2022-03-11

施肥量,单位 kg/hm^2。氮肥按照基肥∶分蘖肥∶孕穗肥=5∶3∶2 分次施入,磷肥全部基施,钾肥按基肥和穗肥各 50%施用。

水稻于 2018 年 5 月 14 日划行移栽,小区栽插密度 16.7 cm×20.0 cm,每穴 2~3 棵基本苗。移栽后灌浅水使秧苗返青,分蘖肥在移栽后 7 d 施用,孕穗肥在晒田复水后施用。每小区长 3.3 m,宽 2.0 m。小区间筑 0.3 m 宽的埂,并覆塑料薄膜防止串水串肥,区组间留 0.5 m 宽的沟,便于进排水。

1.4 样品采集与测定

1.4.1 水稻叶片叶绿素 SPAD。施肥第 7 天测定水稻叶片叶绿素 SPAD,对每个小区中 5 株水稻的倒一叶至倒四叶进行 SPAD 测定,最终由同一小区、同一叶位 5 个 SPAD 的平均值代表该小区该叶位的叶色情况。

1.4.2 产量及其构成因素。成熟期于每个处理取具有代表性植株 10 穴,测定株高和有效穗、穗粒数、穗实粒数,风干后测定千粒重。各小区单打单收,风干后,测定籽粒产量。

1.4.3 土壤性状。水稻收获后在小区内采集耕层混合土样(0~20 cm),风干过筛后测定。土壤 pH 用 pH 计测定,碱解氮采用碱解扩散法测定,速效磷采用 Olsen 法测定,速效钾采用醋酸铵浸提-火焰光度法测定,土壤有机质采用重铬酸钾外加热法测定[11]。

1.5 数据分析 采用 Excel 2007 软件进行数据整理,用 SAS 9.2 进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同处理对水稻农艺性状的影响 不同处理水稻农艺性状见表 1。从表 1 可以看出,90%HF 和 80%HF 处理中,配施不同量的鸡粪处理对水稻的有效穗无显著影响,但对株高、穗粒数、实粒数、结实率和千粒重有不同程度的影响。在 90%HF 的 3 个处理(X_2、X_3、X_4)中,X_4 表现效果最好,与 X_1 相比株高、穗粒数、实粒数和千粒重均显著增加,增幅分别为 7.35%、19.35%、25.47%、4.24%。在 80%HF 的 3 个处理(X_5、X_6、X_7)中,X_7 表现效果最好,与 X_1 相比株高、穗粒数、实粒数、结实率和千粒重均显著增加,增幅分别为 5.91%、20.16%、27.36%、6.05%、3.65%。这说明配施鸡粪有助于改善水稻的农艺性状,但鸡粪的施用量不是越高越好。

决定水稻产量的主要因素是有效穗数、穗实粒数、千粒重。由表 1 可知,化肥减量 20%配施 3 000 kg/hm^2(X_4、X_7)的 2 个处理,其株高、穗粒数、穗实粒数、千粒重均显著高于 X_1。其原因可能是单施化肥在水稻生长前期供肥过旺、后期供肥不足,而鸡粪在水稻全生育期都有充足的养分供应,有利于水稻后期籽粒生长。

表 1 不同处理水稻农艺性状及产量

Table 1 Agronomic characters and yield of rice under different treatments

处理 Treatment	有效穗 Effective ear 万/hm^2	株高 Plant height cm	穗粒数 Kernel per spike 粒/穗	实粒数 Filled grain number 粒/穗	结实率 Seed setting rate %	千粒重 1 000-grains weight//g
X_1(CK)	292 a	118.4 b	124 b	106 b	85.41 b	25.45 b
X_2	284 a	122.8 ab	147 ab	127 ab	86.44 b	26.08 ab
X_3	278 a	125.2 a	142 ab	124 ab	87.07 b	26.04 ab
X_4	274 a	127.1 a	148 a	133 a	89.70 ab	26.53 a
X_5	316 a	124.5 ab	139 ab	121 ab	87.57 b	26.56 a
X_6	260 a	122.7 ab	138 ab	127 ab	91.90 a	26.09 ab
X_7	294 a	125.4 a	149 a	135 a	90.58 a	26.38 a

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments($P<0.05$)

2.2 不同处理对水稻产量的影响 不同处理水稻产量见表 2。从表 2 可以看出,与对照 X_1 相比,鸡粪各处理水稻产量均升高。各处理产量比对照 X_1 增加 0.06%~12.94%。90%HF 的 3 个处理水稻平均产量为 9 606.5 kg/hm^2,80%HF 的 3 个处理水稻平均产量为 9 217.3 kg/hm^2,均高于 X_1,表现为 90%HF>80%HF>100%HF。其中 X_3 处理水稻产量显著高于 X_1。

2.3 不同处理对水稻叶片叶绿素 SPAD 的影响 不同处理的水稻叶片叶绿素 SPAD 见表 3。从表 3 可以看出,在施入底肥 7 d 后(5 月 28 日,分蘖期),鸡粪处理的叶绿素 SPAD 与单施化肥处理(X_1)相比差异不显著,但配施鸡粪的稍高;在施入分蘖肥 7 d 后(6 月 6 日,孕穗期),各处理叶绿素 SPAD 与单施化肥处理(X_1)相比差异不显著;在施入孕穗肥 7 d 后(7 月 16 日,齐穗期),X_2 的叶绿素含量与全施化肥处理(X_1)相比差异显著;在成熟期,单施化肥处理(X_1)的叶片叶绿素含量显著低于鸡粪处理,且在同一化肥施用量的情况下,随着鸡粪施用量的增加,叶绿素含量呈先降低后增加的趋势。

表 2 不同处理水稻产量

Table 2 Yield of rice under different treatments

处理 Treatment	小区平均产量 Plot average yield//kg	产量 Yield kg/hm^2	比 100%HF 增产 Increased yield than 100%HF	
			产量 Yield//kg/hm^2	百分比 Percentage//%
X_1(CK)	5.878	8 817.0 b	—	—
X_2	6.239	9 358.1 ab	541.1	6.14
X_3	6.638	9 957.5 a	1 140.5	12.94
X_4	6.336	9 503.8 ab	686.8	7.79
X_5	6.265	9 396.8 ab	579.8	6.58
X_6	5.882	8 822.7 b	5.7	0.06
X_7	6.288	9 432.4 ab	615.4	6.98

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P<0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments($P<0.05$)

表 3　不同处理水稻叶片叶绿素 SPAD

Table 3　Chlorophyll SPAD in rice leaves under different treatments

处理 Treatment	分蘖期 Tillering stage	孕穗期 Booting stage	齐穗期 Full panicle stage	成熟期 Mature stage
X_1(CK)	37.17 a	38.61 a	37.63 c	14.19 b
X_2	38.95 a	38.68 a	40.06 a	22.90 a
X_3	38.73 a	39.94 a	39.41 ab	21.68 a
X_4	37.74 a	38.07 a	38.76 abc	23.99 a
X_5	37.67 a	38.86 a	37.79 bc	19.62 a
X_6	38.89 a	38.89 a	38.47 abc	18.64 ab
X_7	39.47 a	38.23 a	39.09 abc	21.42 a

注：同列不同小写字母表示不同处理间差异显著(P<0.05)

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments(P < 0.05)

2.4　不同处理对水稻成熟期土壤肥力的影响　从表 4 可以看出，与 X_1 对照相比，除 X_5 处理外，化肥配施鸡粪处理的耕层土壤碱解氮含量均显著提高，各处理土壤碱解氮含量提高 25.32%～131.54%。当化肥施用量为 80%HF 时，将鸡粪由 1 500 kg/hm^2 提高至 2 250 kg/hm^2 时，能显著提高土壤碱解氮含量，但当鸡粪施用量为 2 250 kg/hm^2 时，再增加鸡粪施用量也难以提高土壤碱解氮含量。

与 X_1 对照相比，各处理耕层土壤速效磷含量无显著差异，在等量鸡粪处理下，90%HF 处理较 80%HF 处理土壤速效磷含量高，增幅为 4.32%～99.33%。

土壤速效钾含量表现趋势与土壤碱解氮含量表现趋势相似。化肥配施鸡粪各处理土壤速效钾含量与 X_1 间差异不显著，但在施用鸡粪 1 500 kg/hm^2 时，X_2 土壤速效钾含量显著高于 X_5。

与 X_1 对照相比，各处理耕层土壤有机质含量无显著差异。在化肥施用量一定时，90%HF 和 80%HF 的 3 个处理均表现为有机质含量随着鸡粪施用量的增加而增加的趋势。由此可知，土壤有机质含量的增加幅度与鸡粪施入量呈正相关关系。

表 4　不同处理对水稻成熟期土壤肥力的影响

Table 4　Effects of different treatments on soil fertility at rice maturity stage

处理 Treatment	碱解氮 Alkaline hydrolysis nitrogen mg/kg	速效磷 Available P mg/kg	速效钾 Available K mg/kg	有机质 Organic matter g/kg	pH
X_1(CK)	80.33 c	3.87 a	99.60 ab	18.13 a	6.60 bc
X_2	168.67 ab	5.92 a	117.15 a	18.06 a	6.43 c
X_3	164.00 ab	5.56 a	107.79 ab	18.27 a	6.77 bc
X_4	186.00 a	5.34 a	106.17 ab	22.73 a	7.00 bc
X_5	100.67 c	2.97 a	93.39 b	17.33 a	7.03 b
X_6	146.00 b	5.33 a	103.57 ab	17.83 a	7.80 a
X_7	145.33 b	4.57 a	101.34 ab	19.99 a	7.87 a

注：同列不同小写字母表示不同处理间差异显著(P<0.05)

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference between different treatments(P < 0.05)

90%HF 的 3 个处理(X_2、X_3、X_4)间土壤 pH 差异不显著，但鸡粪的施用有升高土壤 pH 的趋势。当化肥施用量为 80% HF 时，将鸡粪由 1 500 kg/hm^2 提高至 2 250 kg/hm^2 时，土壤 pH 显著提高。

3　讨论

作为光合速率的关键因素，叶绿素含量对作物的生长发育具有重要意义[12]。水稻各生长阶段叶绿素 SPAD 反映了施用鸡粪后水稻整个生育期的氮素供应情况。该研究结果表明，鸡粪与化肥配施可提高水稻叶片叶绿素 SPAD，叶片叶绿素含量的提高，不仅可以延缓叶片衰老，还可以为水稻增产奠定基础[13]。化肥具有肥效快、易被作物吸收的特点，而有机肥肥效缓慢，不能及时满足作物关键生育期的养分需求[14]。用有机肥部分代替化肥，可以满足作物生长需求而获得高产[15]。该研究中，与单施化肥相比，鸡粪配施减量化肥处理提高了产量，在 90%HF+PE2250 时差异显著。说明有机肥部分替代化肥后，有机无机养分可以协调、平衡供给，满足作物对养分的需求，保持作物稳产高产，同时减少化肥用量。研究结果与杨晓梅等[16]研究结果一致。化肥中的速效养分可以在短期内满足作物对养分的需求，而鸡粪中含有一定量的缓效养分，在自然条件、土壤微生物、酶等方面的作用下经过矿化作用转换为速效养分，同时矿化作用产生的有机酸，又可以溶解土壤中的一些难溶性养分，使土壤中的速效养分含量升高[17]。在水稻成熟期，90%HF+PE3000 处理的土壤碱解氮和有机质含量最高，90%HF+PE1500 处理的有效磷、钾含量最高。因此，鸡粪与化肥配合施用，可以适当减少化肥的使用量，从而减少化肥对土壤面源污染的影响，也可使有机肥得到合理利用。土壤有机质是土壤固相的重要组成部分，其含量是反映土壤肥力水平的重要标准[18]。研究表明，在相同化肥施用量条件下，土壤有机质含量随着鸡粪施用量的增加而增加。这与陈乃祥等[19]和唐继伟等[20]的研究结果一致。土壤 pH 可以直观反映土壤的酸碱度，对土壤养分的有效性和作物生长发育有明显影响[21]。该研究发现，鸡粪与化肥同时施用可提高成熟期土壤 pH，且鸡粪的施用量与土壤 pH 呈显著正相关。这主要是因为鸡粪作为有机肥可以促进土壤腐殖质的分解，提高土壤的缓冲性能，具有调节土壤 pH 的作用[22]。通过化肥与鸡粪配施可提高土壤有效养分含量和水稻产量，如果完全采用有机肥作为水稻生长的养分来源，是否能减少更多的化肥用量或者在短期内不施用化肥，仍需要开展研究进行探讨。

4　结论

该试验条件下，鸡粪能显著提高成熟期叶片的叶绿素含量，不仅可以延缓叶片衰老，还可以为水稻增产奠定基础。施用鸡粪 2 250 kg/hm^2 时不仅可以减少 10%的化肥量且能增加水稻产量。

在水稻成熟期，以 90%HF+PE3000 处理的土壤碱解氮和有机质含量最高，速效磷和速效钾含量以 90%HF+PE1500 处理最高。综合考虑水稻产量和土壤成熟期养分指标，90% HF+PE2250 是较为推荐的施肥处理。

（下转第 162 页）

鲜切菊花染色效果及吸色后保鲜效果的影响,探索适宜的食用色素浓度及最佳的染色时间。结果发现,当食用色素浓度为 3 g/L 时,切花最大花径可达(79.98±3.82)mm,当食用色素浓度为 10 g/L 时,切花最大花径最小,为(67.25±3.13)mm。切花在低浓度食用色素下鲜重变化率高于高浓度,其中当食用色素浓度为 4 g/L 时,切花吸色后鲜重变化率为 2.91%;瓶插观察结束时,当食用色素浓度为 4 g/L 时切花鲜重变化率为 14.75%,而高浓度食用色素下切花鲜重变化率仅为 9.50%左右。叶片的 pH 与细胞膜相对透性均高于花瓣,单头鲜切菊花花瓣、叶片的 pH 均随着食用色素浓度的增加呈逐渐升高的趋势。当食用色素浓度较低时,细胞膜相对透性也较低,尤其是当食用色素浓度为 3 g/L 时切花花瓣细胞膜相对透性仅为 0.13,同时该浓度下叶片细胞膜相对透性仅为 0.17,因此食用色素吸色的适宜浓度为 2~5 g/L。当单头鲜切菊花染色 4 h 左右时,花瓣染色效果较佳,食用色素对植株衰老机制的影响最小,切花衰老速率较低。

浙江海丰生物科技股份有限公司利用设施栽培技术,实现切花菊周年供应。单头切花菊“白扇”花色纯正,耐储运,瓶插期长,是日本市场较受欢迎的夏菊品种[12-13]。受传统文化的影响,在国内市场单头切花白菊的应用市场受限,因此利用食用色素改变白色切花菊花色的染色菊应运而生。目前人工染色已成为改变花色的主要途径之一,染色后切花花色稳定、富有表现力。食用色素可分为合成色素与天然色素[14],一般为水溶性材料,使用食用色素染出的花卉具有较好的安全性,且染色效果较佳。食用色素作为切花非生理代谢产物,影响了植株的正常生命活动,加速了切花衰老。笔者探究了不同食用色素浓度与染色时间对单头切花菊染色效果和保鲜效果的影响,通过对比各项生理生态指标来确定适宜的染色条件。其中,切花花瓣 pH 与细胞膜相对透性随着食用色素浓度的增加而增大,说明食用色素浓度越大,切花衰老速率越快。该试验结果与章玉平等[15-16]研究结果相似。切花染色后用清水进行匀色,使得色素在花瓣中分布更加均匀且不褪色,与邓波等[17]研究结果不同。究其原因,该试验所选的单头切花菊品种及食用色素材料与上述研究报道不同。影响菊花染色效果的因素是多方面的,仍需进一步研究,以期为产业化生产染色菊花提供理论依据。

参考文献

[1] 单萍. 白色单头切花菊新品种选育[D]. 南京:南京农业大学,2014.
[2] 李军,陈霞,张鑫,等. 两种食用色素对马蹄莲鲜切花复色染色效果的研究[J]. 现代园艺,2020,43(24):13-14.
[3] 章玉平,梁彩霞. 菊花的染色技术[J]. 中国花卉园艺,2003(11):24-25.
[4] 陈霞,钟建民. 锈球压花花材染色与保色效果研究[J]. 安徽农业科学,2018,46(11):43-44,80.
[5] ABOU EL-GHAIT E M,GOMAA A O,YOUSSEF A S M,et al. Effect of some postharvest treatments on vase life and quality of chrysanthemum (*Dendranthema grandiflorum* Kitam) cut flowers[J]. Research journal of agriculture & biological sciences,2012,8(2):261-271.
[6] 王磊,昝亚玲,尉淑珍. Zn^{2+}对百合鲜切花保鲜效应的研究[J]. 现代园艺,2018(9):5-8.
[7] 余前媛. 硼酸对百合切花保鲜效应的研究[J]. 安徽农学通报,2012,18(23):90-91,152.
[8] 杨红超,马丽,吴有花. 6-BA 与 2,4-D 混合保鲜剂对菊花切花保鲜效果研究[J]. 北方园艺,2013(1):166-168.
[9] 孙向丽,张启翔,潘会堂. 菊花采后生理与技术研究进展[J]. 西北林学院学报,2006,21(6):84-89.
[10] 王诚吉,马惠玲. 鲜切花栽培与保鲜技术[M]. 杨凌:西北农业科技大学出版社,2004.
[11] 刘文静. 阿司匹林对月季切花衰老的影响[J]. 植物生理学通讯,2007,43(6):1109-1110.
[12] 朱梦珠,杨惠婷,胡计红,等. 切花菊‘白扇’开放式组培快繁体系的建立[J]. 热带作物学报,2019,40(8):1551-1558.
[13] 周婷,杨惠婷,胡计红,等. 单头切花菊‘白扇’组培快繁技术[J]. 热带作物学报,2019,40(4):715-723.
[14] 高迎. 切花菊染色技术研究[D]. 南京:南京农业大学,2014.
[15] 章玉平,黄运凤,张芳. 食用色素对菊花的染色效应[J]. 亚热带植物科学,2004,33(2):25-27.
[16] 章玉平,郑奕雄,刘武,等. 食用色素与化学染料对菊花的染色效应[J]. 广东农业科学,2009,36(12):133-135.
[17] 邓波,李海龙,顾仁芳,等. 菊花染色技术探讨[J]. 林业科技开发,2008,22(4):111-112.

(上接第 145 页)

鸡粪与化肥同时施用可提高成熟期土壤 pH,可考虑作为酸性土壤进行改良的方法。鸡粪含有丰富的养分,施入土壤后使得根际有机质提高,但植物对有机质的耐受性有限,当土壤中有机质超过植物耐受性时,会造成植物根际腐烂,导致农作物减产。因此,在鸡粪还田时,还应注重水稻对有机质耐受性的研究。

参考文献

[1] 刘祥臣,丰大清,李平,等. 对豫南稻区再生稻的研究与思考[J]. 农业科技通讯,2015(2):39-44.
[2] 沈连峰,苗蕾,韩敏,等. 河南省淮河流域不同土地利用类型氮磷流失的特征分析[J]. 水土保持学报,2012,26(4):77-80.
[3] 鲍吝智. 水稻施肥肥效与肥料利用率初报[J]. 内蒙古农业科技,2013(6):75-76.
[4] 侯俊,王帅,崔士通,等. 沙土地有机肥替代化肥与灌溉优化在苜蓿上的耦合效应研究[J]. 中国土壤与肥料,2018(6):104 - 111.
[5] 李燕青. 不同类型有机肥与化肥配施的农学和环境效应研究[D]. 北京:中国农业科学院,2016.
[6] 何娇,梁巧玲,靳志锋. 生物有机肥对甜玉米产量·品质和土壤肥力的影响[J]. 安徽农业科学,2021,49(24):175-177.
[7] 徐艳,李娟,张海欧,等. 沸石、鸡粪对番茄生长及土壤养分变化研究[J]. 环境科学与技术,2021,44(2):40-45.
[8] 陈贵,赵国华,张红梅,等. 长期施用有机肥对水稻产量和氮磷养分利用效率的影响[J]. 中国土壤与肥料,2017(1):92-97.
[9] 张金福. 施用鸡粪和化肥对稻麦轮作农田土壤肥力和氮磷迁移的影响[D]. 南京:南京农业大学,2009.
[10] 夏光利,毕军,张昌爱,等. 腐熟灭菌鸡粪与不同浓度化肥配施效果研究[J]. 中国农学通报,2004,20(1):165-166.
[11] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 2 版. 北京:中国农业科技出版社,2000.
[12] 李彦卿,雷嘉矽,谢满堂,等. 种植密度和施氮浓度对玉米粒收 1 号叶绿素含量的影响[J]. 时代农机,2018,45(6):32-33,35.
[13] 司婷. 有机无机肥配施对旱地作物生长的影响及环境效应研究[D]. 长沙:湖南农业大学,2012.
[14] 奚振邦,王寓群,杨佩珍. 中国现代农业发展中的有机肥问题[J]. 中国农业科学,2004,37(12):1874-1878.
[15] 郝小雨,高伟,王玉军,等. 有机无机肥料配合施用对设施番茄产量、品质及土壤硝态氮淋失的影响[J]. 农业环境科学学报,2012,31(3):538-547.
[16] 杨晓梅,李桂花,李贵春,等. 有机无机配施比例对华北褐土冬小麦产量与氮肥利用率的影响[J]. 中国土壤与肥料,2014(4):48-52.
[17] 罗兴录,岑忠用,谢和霞,等. 生物有机肥对土壤理化、生物性状和木薯生长的影响[J]. 西北农业学报,2008,17(1):167-173.
[18] 贾中涛,王文亮,汤建华,等. 畜禽粪便有机肥与氮肥配施对玉米土壤性状的影响[J]. 环境科学与技术,2015,38(S1):34-39.
[19] 陈乃祥,秦光蔚,陈爱晶. 有机肥替代部分化肥对水稻产量及土壤有机质的影响[J]. 农业开发与装备,2018(11):126-128.
[20] 唐继伟,林治安,许建新,等. 有机肥与无机肥在提高土壤肥力中的作用[J]. 中国土壤与肥料,2006(3):44-47.
[21] 吴礼树. 土壤肥料学[M]. 2 版. 北京:中国农业出版社,2011.
[22] 裴瑞杰,王俊忠,冀建华,等. 腐殖酸肥料与氮肥配施对土壤理化性质的影响[J]. 江苏农业科学,2018,46(19):331-334.