

## 烟草施肥方式研究进展

李渊博<sup>1</sup>, 包晓容<sup>2</sup>, 穆童<sup>2\*</sup>

(1. 洛阳市烟草公司烟叶营销中心, 河南洛阳 471600; 2. 洛阳市烟草公司洛宁县分公司, 河南洛阳 471700)

**摘要** 介绍了不同的烟草施肥方式, 并按施肥时期、肥料的田间分布、施用肥料种类及肥料施入形态对烟草施肥方式进行了分类, 综述了施肥方式对土壤养分、土壤微生物群落结构、土壤呼吸速率和酶活性、烟草生长发育、烟草产量及品质的影响, 并对烟草施肥方式未来的发展进行了展望。

**关键词** 烟草; 施肥方式; 种类; 影响

**中图分类号** S 572 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2020)04-0020-04

**doi**: 10.3969/j.issn.0517-6611.2020.04.006



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Research Progress of Tobacco Fertilization Methods

**LI Yuan-bo<sup>1</sup>, BAO Xiao-rong<sup>2</sup>, MU Tong<sup>2</sup>** (1. Tobacco Marketing Center of Luoyang Tobacco Company, Luoyang, Henan 471600; 2. Luoning County Branch of Henan Luoyang Municipal Tobacco Company, Luoyang, Henan 471700)

**Abstract** Different tobacco fertilization methods were introduced, and the tobacco fertilization methods were classified according to the fertilization period, the field distribution of fertilizers, the type of fertilizer applied and the fertilizer application form. The effects of fertilization methods on soil nutrient, soil microbial community structure, soil respiration rate and enzyme activity, tobacco growth and development, tobacco yield and quality were reviewed, and the future development of tobacco fertilization method was prospected.

**Key words** Tobacco; Fertilization methods; Species; Effect

烟叶品质的形成会受到烤烟基因型、生态因子、栽培技术以及调制措施等因素的影响<sup>[1-4]</sup>。施肥已成为烤烟种植中必不可少的栽培措施, 其对烟叶品质的提升有很大的贡献率。但在实际烟叶生产过程中存在很多不合理的施肥现象, 大水大肥、过量施肥、粗放施肥等是长期困扰着各个烟叶产区的问题<sup>[5-6]</sup>。不当的施肥方式不仅会使肥料的利用率降低, 降低烟叶品质, 长此以往更会使土壤生态环境遭到破坏。资料表明我国拥有世界 8% 的耕地面积, 而年均肥料用量约占世界肥料用量的 33%<sup>[7]</sup>, 这表明我国在肥料使用上仍处于一个使用量大、利用率低的阶段, 平均利用率不到 30%, 远低于发达国家 55% 的水平<sup>[8]</sup>。因此, 探寻烤烟种植中的最优施肥方式是获得优质、高产、低耗的基础, 也是提高烟叶质量、节约投资成本、改良烟叶生产生态环境的关键之一。

近年来有很多学者进行了烟草施肥方式等方面的研究, 但是能够转化为集成技术推广运用的施肥方式比较少。因此, 笔者主要结合近年有关烟草施肥方式的研究, 综述了烟草施肥方式的研究进展, 以及其对土壤生态环境、烟叶生长发育及产质量的影响, 以期改进烟草施肥方式、提高烟草肥料利用效率、提升烟叶产质量提供理论参考。

## 1 烟草施肥方式种类

### 1.1 按照施肥时期划分

**1.1.1 基施。**烟草肥料基施主要是指结合土壤耕作施用肥料的方式, 一般是在移栽前在结合土壤墒情整地起垄时施入基肥<sup>[9]</sup>。基肥的主要作用是烟株生长前中期提供营养, 促进烟株快速、健壮生长。有机肥和磷肥一般在基施时施用, 钾肥一般 50%~60% 在基施时施用。就氮肥而言, 对于降雨

量少、质地偏黏的土壤, 一般将 70%~80% 氮肥作为基施<sup>[10]</sup>; 对于降雨量多、质地偏砂的土壤, 一般将 50%~60% 氮肥作为基施。

**1.1.2 追施。**在烟草生长发育期间施肥称为追施, 烟草肥料追施一般是在烟草移栽后 30 d 左右。肥料追施主要是为烟株生长后期提供营养, 防止烟株脱肥, 叶片早衰。追施一般是为烟株补充氮肥和钾肥, 且以氮肥为主<sup>[11]</sup>。对于基施和追施的比例并不是一成不变的, 其主要受到土壤质地、降雨量、有机质含量影响较大, 确定基施和追施比例时应该根据当地的实际情况对比例进行调整。同时可以在土壤养分有效性低、表土有效水缺乏、烟株出现营养缺乏症时对烟草进行叶面追肥。

### 1.2 按照肥料在田间的分布划分

**1.2.1 穴施。**穴施是指在烟田起垄后将肥料按照行距和株距集中施入到挖好的穴底部的施肥方式, 在施用基肥和追肥时均可以选择穴施的方式。但穴施主要是将肥料集中施用, 烟苗移栽后根际距离肥料较近、肥料浓度较高, 对烟苗的还苗和生长不利, 随着生长时间的延长, 烟株根系向四周延伸, 根尖作为主要吸肥部分离肥料距离越来越远, 对旺长期的烟株供肥不利, 从而影响了烟株的长势和烟叶产量及品质, 因此可能需要通过追肥的方式来给烟株补充营养。

**1.2.2 条施。**条施可以分为单条式施肥和双条式施肥。所谓的单条式施肥方式便是在起垄前于垄线位置挖一条深度约为 10 cm 的沟, 然后将肥料均匀洒在沟中, 再盖好土。而双条式施肥方式是一种分为两层施肥的施肥方式, 即首先在将要起垄的位置两侧开 2 条深约 10 cm 的沟, 沟内均匀施入一定量的肥料作为底肥, 然后用土将肥料掩盖并将沟填平后起垄, 在垄线位置上再开一条约 10 cm 的沟, 均匀施入上层肥料的方式。

**作者简介** 李渊博(1988—), 男, 河南孟津人, 硕士, 从事烟叶生产收购工作。\* 通信作者, 硕士, 从事烟叶生产工作。

**收稿日期** 2019-08-22; **修回日期** 2019-09-04

对于单条式施肥而言,烟草根部吸收效率比较高,但最好根据土壤营养状况确定肥料的配例;该方法总体来讲,由于施肥沟较少,烟株和施肥沟的分布并不是很均匀,容易造成烟株生长不平衡;肥料用量少的情况下,对烟株生长发育起不到作用,肥料用量多会降低肥料利用率造成浪费。

与单条施肥相比,双条施肥的方式增加了施肥沟的数量,增加了烟株与肥料接触的机会,提高了肥料利用率,同时也减少了烟株生长发育不均衡的现象。但是,由于前期烟株对肥料的较高利用,造成后期烟草旺长时烟株缺乏必要的营养,从而影响烟株的正常生长。

**1.2.3 双层施肥。**双层施肥是指在起垄前一段时间先在地表施有机肥料,而后采用机器深耕翻压将肥料翻埋于地底充分发酵降解,最后再起垄并于移栽前再施用肥料的方式。该种施肥方式在移栽前施用一定量肥料可以满足前期烟株生长所需的养分,而且其前期所施基肥为有机肥,而有机肥是一种缓效肥,肥效较长,可以为烟株生长发育后期提供所需养分。该种施肥方式可以满足烟株整个生长发育期所需的养分需求,是一种较为合理的肥料施用方式。

**1.2.4 环穴施肥。**环穴施肥<sup>[12]</sup>是指在起垄前采用三角定株的方式确定,即将栽烟的地方并放置啤酒瓶作为标志,以标志为中心在每个标志周围施 7 d 底肥,直径为 18~22 cm,施用量占整个施用量的 75%,然后起垄并拔去标志,标志所在的位置为栽烟的位置,其余肥料分别于移栽烟后 7、20 d 浇施。

**1.2.5 “101”施肥。**“101”施肥方式<sup>[13]</sup>是首先于垄体中央开穴,深 15~20 cm,中心置一容器,将基肥的 1/3 环形施入,覆土后将容器取出,将留的空间作为栽烟位置,再在穴两边约 15 cm 处开垂直于垄体的长 20 cm、深 15 cm 的施肥沟,将剩余的 2/3 基肥均匀施入并覆土。该种施肥方式所施肥料圈距离烟苗根系 10 cm 左右,烟苗位置基本无肥料,这样有利于缓苗。移栽后 5~7 d 及时浇施少量肥水,可满足烟苗早期的需肥。待根系向四周扩展至肥料圈时,此时肥料全部处于根系吸收范围内,肥料与吸收活力强的根系接触面积大,能集中、大量地被烟株吸收,且根系四周吸肥量较均衡。烟株进入成熟期后,施入土壤的氮肥等已被吸收殆尽,有利于烟叶的成熟<sup>[14]</sup>。

**1.2.6 分次单株定量施肥。**分次单株定量施肥<sup>[15]</sup>是在大穴移栽后,在距离烟株 10 cm 处用直径 4~5 cm 木棍扎深 10 cm 左右的孔穴,用定量容器将基肥倒入后覆土,栽后 4 周内,采用相同的方法用定量容器将基肥追施于烟株相对的另一侧。

**1.3 按照施用肥料种类数划分**按照施肥种类数可将施肥方式划分为单施和混施。一次施肥仅施用一种肥料的方式称为单施,同时施入多种肥料的方式称为混施。对烟草而言一般使用混施的施肥方式,这样可以减少多次施肥带来的人工成本,同时可以使烟草施肥种类多元化,更好地促进烟株生长。近年来有关各种肥料混施的研究很多,目的是为了找出更好的烟草施肥组合,促进烟株生长的同时改善土壤结构,使其对土壤的危害降到最低。

**1.4 按照肥料的施入形态划分**按照肥料的施入形态可以将施肥方式划分为固施和液施。固施是指肥料以固体状态施入田中,国内基本上采用的是固施;液施是指肥料以液体状态施入田中,液施的方式在国外比较常见,烟草上所用到叶面喷施和浇施可以算作是液施的一种。液施所用的液体化学肥料具有生产过程比较简单、成本低,且能够在土壤中均匀分布、施肥量比较精确等优点。近年来,水肥一体化技术在国内得到不断推广,液施的施肥方式也会得到不断的发展普及。

## 2 施肥方式对土壤生态环境的影响

**2.1 施肥方式对土壤养分的影响**土壤养分含量会受到施肥方式的直接影响,表现在土壤各项指标的变化,首先表现在其对土壤养分的影响,但不同的施肥方式对土壤养分的含量变化并不一致。陈丹梅等<sup>[16]</sup>研究表明,有机无机肥混施的方式可以使土壤有机质增加 19.63%,有效磷增加,单施纯化肥的方式可以降低土壤有机质 20.56%,碱解氮和有效钾降低。吕强等<sup>[17]</sup>研究表明,有机施肥模式可以显著提高烟株生长中后期土壤中活性碳氮、总有机碳氮含量和土壤的碳氮比,有助于烟株生长中后期土壤营养均衡持续的供应。袁家富等<sup>[18]</sup>研究发现,提前起垄施肥方式较有机无机施肥处理可以使氮积累高峰提前 15 d,而且能提高烟株对氮的吸收累积。

不同施肥方式对土壤养分淋失效果也不同。高彧等<sup>[19]</sup>研究表明,不同施肥方式对土壤速效氮的流失影响较大,对土壤速效钾的流失影响较小,施肥量越大土壤速效氮养分越多,养分的流失量也越多,基肥与追肥分开施用有利于提高土壤速效钾含量。李良勇等<sup>[20-21]</sup>研究发现,施肥方式可以影响烟田表层的硝态氮含量,在湘东烟区降水量较大的情况下采用单株定量施肥的方式,表层氮肥的硝化作用会受到一定的抑制,可以为减少烟田硝态氮的淋溶提供可能;不论采用何种施肥方式,烟田土壤无机氮含量、硝态氮所占比例较大,铵态氮较小,且各期变动范围不大,施肥方式对土壤剖面无机氮分布的影响主要体现在硝态氮含量上,对铵态氮的影响较小。资料表明,土壤硝态氮的淋溶量,有机、无机肥混施低于单施无机肥处理;单施无机肥的淋溶水硝态氮质量浓度峰值为 9.8 mg/L,拟合方程质量浓度极大值为 9.2 mg/L,接近于 WHO 饮用水质量标准中的大容许质量浓度,对地下水污染具有潜在危险<sup>[22]</sup>。

**2.2 施肥方式对土壤微生物群落结构的影响**施肥方式还可以对微生物群落结构产生影响,有机无机肥混施对土壤优势真菌的影响较小,而单施有机肥可以显著改变土壤真菌的种群结构。郭汉华等<sup>[23]</sup>研究表明,团棵期肥料窄幅条施的处理烟株叶面积最大,同时土壤的微生物数量和根系干重高于其他施肥处理,认为微生物数量与施肥方式有一定的关系,施肥方式影响烟株根系干重,从而对烟株地上部分产生影响。郭萍等<sup>[24]</sup>研究发现,施用有菌液和菌肥的处理放线菌数量显著高于不施肥和只施用烟草专用肥的数量,就施用含有菌液和菌肥的处理来比较,施用含有菌液处理的放

线菌数量略高但并不显著。陈丹梅等<sup>[25]</sup>研究认为,单施化肥处理较有机无机肥混施处理提高了土壤真菌多样性,真菌种群增加,病原微生物的相对比例增大,作物更易受土传性真菌病害的侵袭。

**2.3 施肥方式对土壤呼吸速率及酶活性的影响** 施肥较不施肥可以显著增加土壤的呼吸速率,不同施肥方式对土壤呼吸影响的结果也不同。戴衍晨等<sup>[26]</sup>研究发现,施化肥(NPK)和化肥配施有机肥(NPKOM)的施肥处理较对照可以显著提高烤烟还苗期后的土壤呼吸速率,且2种施肥方式间无显著差异。施肥方式不同,土壤中各种酶活性也不同。王灿等<sup>[27]</sup>研究发现,各施肥处理方式与无肥处理方式脲酶、转化酶、酸性磷酸酶均存在显著差异,秸秆+化肥的施肥方式与单施化肥处理之间也存在显著差异,碱性磷酸酶活性对各种施肥方式的响应差异不显著,这可能与土壤中pH的变化、土壤磷素水平以及其他因素有关。汪林等<sup>[28]</sup>研究发现,单施化肥能迅速提升前期的土壤酶活性,但进入中期后下降过快,牛粪与化肥混施在前、中期其土壤酶活性和供肥能力过低,而到后期则其各项指标均升至高峰,易导致烟苗前中期长势较慢而后期烟叶贪青晚熟,且牛粪与化肥混施会降低土壤过氧化氢酶活性。

### 3 施肥方式对烟草的影响

**3.1 施肥方式对烟草生长发育的影响** 肥料的主要作用时期是烟草的生长发育阶段,不同施肥方式会对烟草生长发育产生影响。谷世昌等<sup>[29]</sup>研究认为,基肥和追肥比为3:7且追肥分4次施入的施肥方式比基肥和追肥比为7:3追肥分2次施入的施肥方式在烟株株高、茎围、叶面积、产量和产值等方面都有显著的提高,表明基肥和追肥比为3:7且追肥分4次施入的施肥方式比较符合云南玉溪当地烤烟的需肥规律。辉树光等<sup>[30]</sup>研究认为,环施中层肥的施肥方式有利于早植烟的生长高峰提前,整个大田生育期延长10d,提高了烟株的抗逆性,在农艺性状、经济性状较对照差异显著,其对提升早植烟种植水平有一定的指导意义。李良勇等<sup>[31]</sup>研究认为,双层条施法和“101”施肥法2种基肥施用方法肥料施用位置最为合理,与烟株根系生长及伸展基本一致,符合湘东烟区土壤及气候条件,能最大限度促进肥效的发挥、根系对养分的吸收以及烟株生长量和干物质积累。韩晓飞等<sup>[32]</sup>研究认为,与单条施肥和穴施相比,双条施肥方式能够有效促进烟株生长,肥效快且稳,可使烟株早生快发且不至于早衰,其早期生长迅速,叶片干物质积累高峰较其他处理提前5~10d,有利于烟叶采收成熟度的提高,株高、茎围、最大叶面积、单叶重等均处于较高水平。

**3.2 施肥方式对烟草产量的影响** 对于烟草而言,较高的产量是高产值的基础,为了获得较高的产量,所以使用肥料来提高烟叶的产量,但是不同的施肥方式对烟草产量的影响不同。李海龙等<sup>[33]</sup>研究发现,有机肥和无机肥配施条件下结合环穴施肥的方式能够获得较好的原烟质量和较大的经济效益,且在实际生产中易于进行推广实施,较适合南涧绿色烟叶生产发展的需要。薛刚等<sup>[34]</sup>研究表明,在南雄特有气

候和土壤条件下施氮量 $150\text{ kg/hm}^2$ ,其中30%在移栽时基施,其余70%在移栽后25d追肥时对水淋施的施肥方式效果较好,有利于获得较好的产量、品质以及较高的经济效益,从而增加烟农收入。赵军等<sup>[35]</sup>研究表明,与单施烟草无机专用、烟草生物有机专用肥相比,70%无机专用肥氮与30%生物有机专用肥氮混施,总施氮量为 $60\text{ kg/hm}^2$ 时,烟草增产8.63%~15.68%,氮素利用率提高了3.21%~208.38%,烟草的生产效益和氮素利用率均达到了最佳。

**3.3 施肥方式对烟草品质的影响** 施肥方式对烟草品质的影响主要体现在烟草所含各种化学成分的变化,只有烟草的各种化学成分协调,才能够获得好感官质量。氮碱比和糖碱比是评价烟草内在化学品质是否协调的指标,赵晓会<sup>[36]</sup>研究发现,有机肥与烟草专用肥混施处理的糖碱比、氮碱比、钾氯比接近适宜值,其烟叶品质协调性较好。蔡联合等<sup>[37]</sup>研究发现,双条施的施肥方式处理的烟叶钾含量高于其他处理,且烟叶化学成分较适宜,协调性好于其他处理。黄松青<sup>[38]</sup>研究认为,“101”施肥法处理还原糖,钾含量相对较高,糖/碱、钾/氯、总氮/烟碱较为协调,烤烟品质相对较好,而处理穴状定位施肥法、分次单株定量法的钾含量、糖/碱较低,总氮/烟碱偏高,品质较差。柳太卫等<sup>[39]</sup>对钾肥的施用方式研究表明,钾肥“少量多次”施用更能提高肥料利用率和土壤钾后效,并明显改善烟叶品质。有机酸是烟叶中的重要成分,彭艳等<sup>[40]</sup>研究认为,不同的有机肥和无机肥混施会对烤烟有机酸含量产生影响,但对不同有机酸含量的影响有较大差异,主要原因可能是因为有机无机复合肥中的腐熟秸秆等中的纤维素对植烟土壤的微生态环境和根际微生物群落的影响不同,进而造成烤烟不同种类有机酸含量的差异。

### 4 展望

合理的施肥方式是实现烟叶优质、丰产、高效、生态、安全的关键因素之一。传统经验式的施肥方式已经满足不了现代烟草农业背景下生产优质烤烟的需要。因此,改善施肥方式对优质烟叶生产至关重要,应该从以下几个方面努力:首先,由于各个烟区生态、气候等条件都不一样,应当结合当地的实际生态条件对影响烤烟肥料利用的因素进行研究,找出适合当地烤烟生产的施肥方式并进行集成应用,指导当地优质烟叶生产;其次,应当加强测土配方施肥技术的应用,测定烟田基础肥力,建立烟田肥力档案,制定1~2个适合当地烟叶生产的肥料配方配合当地适宜的施肥方式,从而使肥料对环境的影响降到最低;最后,应当注重新技术的研究应用,如3S技术、自动变量施肥技术等,其可以为建立精准施肥技术体系以及烟区实施定位、定量的精准田间养分管理提供理论依据,同时应当注重施肥机械的研发,为精准施肥的实施提供保障。

### 参考文献

- [1] 徐明康,万辉,钱宇,等.不同基因型烟叶品质的对比分析[J].江西农业学报,2012,24(1):56-59.
- [2] 古战朝.烤烟主产区生态因子与烟叶品质的关系[D].郑州:河南农业大学,2012.
- [3] 许晓敬.生态、品种和栽培措施及其互作对烤烟品质及生理代谢的影响[D].郑州:河南农业大学,2015.

- [4] 吴疆,张广东,杨兴有,等.四川万源晒烟调制方式对烟叶品质的影响[J].烟草科技,2014(11):80-83.
- [5] 贺彩平,刘峰,石孝均,等.重庆市巫山县烟草施肥现状调查分析[J].中国农学通报,2013,29(7):179-184.
- [6] 王树会,耿素祥.过量施肥对烤烟生长发育和产质的影响[J].中国农业科技导报,2010,12(5):116-122.
- [7] 《全球肥料供应和贸易 2013~2014》第 39 届 IFA 委员会扩大会议[Z].法国巴黎,2013.
- [8] 赵玉芬,尹应武.我国肥料使用中存在的问题及对策[J].科学通报,2015,60(36):3527-3534.
- [9] 中国农业科学院烟草研究所.中国烟草栽培学[M].上海:上海科学技术出版社,1987.
- [10] 李春俭,张福锁,李文卿,等.我国烤烟生产中的氮素管理及其与烟叶品质的关系[J].植物营养与肥料学报,2007,13(2):331-337.
- [11] 胡国松,郑伟,王震东,等.烤烟营养原理[M].北京:科学出版社,2000.
- [12] 孙敬权,唐经祥,薛明德,等.皖北烟区烤烟施肥技术改进研究[J].安徽农业技术师范学院学报,1998,12(2):13-15,6.
- [13] 刘添毅,曾文龙,谢凤标,等.烤烟“101”施肥技术效应[J].福建农业大学学报,1998,27(2):216-219.
- [14] 赵文平.烟草种植常用施肥方式初探[J].甘肃农业,2008(12):88-89.
- [15] COLLINS W K,NAWKS S N.烤烟生产原理[M].陈江华,杨国安,译.北京:科学技术出版社,1995.
- [16] 陈丹梅,段玉琪,杨宇虹,等.长期施肥对植烟土壤养分及微生物群落结构的影响[J].中国农业科学,2014,47(17):3424-3433.
- [17] 吕强,熊璇,许灵杰,等.不同施肥模式对烟草耕层土壤碳氮组分的影响[J].农业科学与技术,英文版,2014,15(7):1156-1159,1182.
- [18] 袁家富,徐祥玉,赵书军,等.不同施肥方式对植烟土壤有效氮、烟株氮累积量和速率的影响[J].中国烟草科学,2011,32(S1):76-81.
- [19] 高彧,杨威,钱翊刚.不同施肥处理对烟草土壤养分流失的影响[J].贵州农业科学,2012,40(9):121-124.
- [20] 李良勇,余卓越,邹喜明,等.单株定量施肥方式下烟田土壤  $\text{NO}_3^-$ -N 淋溶特征研究[J].作物研究,2006,20(2):134-137.
- [21] 李良勇,余卓越,邹喜明,等.不同施肥土壤中无机氮的垂直分布及烤烟对氮素的利用[J].湖北农业科学,2006,45(5):584-587.
- [22] 李良勇,刘峰,李帆,等.不同肥料配比对南方烟田土壤养分淋溶的影响[J].中国烟草科学,2009,30(2):47-52.
- [23] 郭汉华,易建华,贾志红,等.施肥对烟草生长和根际土壤微生物数量的影响[J].烟草科技,2004(6):40-42.
- [24] 郭萍,文庭池,董玲玲,等.施肥对土壤养分含量、微生物数量和酶活性的影响[J].农业现代化研究,2011,32(3):362-366.
- [25] 陈丹梅,袁玲,黄建国,等.长期施肥对南方典型水稻土养分含量及真菌群落的影响[J].作物学报,2017,43(2):286-295.
- [26] 戴衍晨,王瑞,申国明,等.不同施肥条件下烤烟生长期土壤呼吸变化及其影响因素[J].烟草科技,2016(1):8-13,30.
- [27] 王灿,王德建,孙瑞娟,等.长期不同施肥方式下土壤酶活性与肥力因素的相关性[J].生态环境,2008,17(2):688-692.
- [28] 汪林,周冀衡,何伟,等.不同施肥措施对植烟土壤酶活性和供肥能力的影响[J].土壤,2012,44(2):302-307.
- [29] 谷世昌,李向阳,邓建华,等.土壤质地、施氮量和施肥方式对烤烟生长的影响[J].西南农业学报,2011,24(6):2274-2278.
- [30] 辉树光,彭志强,江皓,等.不同施肥方式对早植烟生长发育的影响[J].热带农业科学,2014,34(12):14-17.
- [31] 李良勇,余卓越,邹喜明,等.不同施肥方式对烤烟生长发育及烟叶产质量的影响[J].湖南农业科学,2006(4):53-55.
- [32] 韩晓飞,王子芳,刁向银,等.施肥方法对烤烟生长及养分吸收、分配的影响[J].华北农学报,2011,26(S1):209-213.
- [33] 李海龙,赵正雄,于良君,等.不同施肥方式对烤烟生长发育·产质量的影响[J].安徽农业科学,2013,41(17):7508-7510,7514.
- [34] 薛刚,杨志晓,张小全,等.不同氮肥用量和施用方式对烤烟生长发育及品质的影响[J].西北农业学报,2012,21(6):98-102.
- [35] 赵军,窦玉青,宋付朋,等.有机和无机烟草专用肥配合施用对烟草生产效益和肥料氮素利用率的影响[J].植物营养与肥料学报,2014,20(3):613-619.
- [36] 赵晓会.不同培肥及改良措施对烟田土壤性质及烟草品质影响的研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2011.
- [37] 蔡联合,韦建玉,白森,等.农家肥不同施用方式对烟草生长及烤烟品质的影响[J].南方农业学报,2012,43(3):336-340.
- [38] 黄松青.施肥方式对烤烟生长发育及产、质量的影响[D].长沙:湖南农业大学,2006.
- [39] 柳太卫,杨承,李正,等.钾肥施用方式对土壤钾供应能力及烤烟品质的影响[J].湖北农业科学,2013,52(8):1771-1773,1776.
- [40] 彭艳,喻曦,周冀衡,等.有机无机肥配施对烤烟有机酸含量的影响[J].湖南农业大学学报(自然科学版),2014,40(4):365-368.

(上接第 19 页)

- [28] MOUSTAFA M A,BOERSMA L,KRONSTAD W E. Response of four spring wheat cultivars to drought stress[J].Crop science,1996,36:982-986.
- [29] PLAUT Z,BUTOW B J,BLUMENTHAL C S,et al.Transport of dry matter into developing wheat kernels and its contribution to grain yield under post-anthesis water deficit and elevated temperature[J].Field crops research,2004,86:185-198.
- [30] SZABOLCS I.Soils and Stalination[M]//PESSARAKLI M.Handbook of plant and crop stress.New York;Marcel Dekker Inc.,1994:3-11.
- [31] 王月福,陈建华,曲健磊,等.土壤水分对小麦籽粒品质和产量的影响[J].莱阳农学院学报,2002,19(1):7-9.
- [32] OZTURK A,AYDIN F.Effect of water stress at various growth stages on some quality characteristics of winter wheat[J].Journal of agronomy and crop science,2004,190(2):93-99.
- [33] GUTTIERI M J,AHMAD R,STARK J C,et al.End-use quality of six hard red spring wheat cultivar at different irrigation lever[J].Crop science,2000,40:631-635.
- [34] GUTTIERI M J,MCLEAN R,STARK J C,et al.Managing irrigation and nitrogen fertility of hard spring wheat for optimum bread and noodle quality[J].Crop science,2005,45:2049-2059.
- [35] GUTTIERI M J,STARK J C,O' BRIEN K,et al.Relative sensitive of spring wheat grain yield and quality parameters to moisture deficit[J].Crop science,2001,41:327-335.
- [36] 王立秋,靳占忠,曹敬山,等.水肥因子对小麦籽粒及面包烘烤品质的影响[J].中国农业科学,1997,30(3):67-73.
- [37] GOODING M J,ELLIS R H,SHEWRY P R,et al.Effects of restricted water availability and increase temperature on the grain filling, drying and quality of winter wheat[J].Journal cereal science,2003,37(3):295-309.
- [38] 范雪梅,姜东,戴廷波,等.花后干旱和渍水对不同品质类型小麦籽粒品质形成的影响[J].植物生态学报,2004,28(5):680-685.
- [39] 许振柱,于振文,王东,等.灌溉条件对小麦籽粒蛋白质组分积累及其品质的影响[J].作物学报,2003,29(5):682-687.
- [40] FRANK A B,BAUER A.Cultivar, nitrogen, and soil water effects on apex development in spring wheat[J].Agronomy journal,1984,76(4):656-660.
- [41] 朱云集,马云喜,王晨阳.土壤水分逆境对冬小麦根系某些形态解剖结构及超微结构的影响[J].河南农业大学学报,1994,28(3):224-229.
- [42] MYERS R J K,FOALE M A,DONE A A.Response of grain sorghum to varying irrigation frequency in the Ord irrigation area.II.Evapotranspiration, water use efficiency and root distribution of different cultivars[J].Australian journal of agricultural research,1984,35(1):31-42.
- [43] MAMBANI B,LAL R.Response of upland rice varieties to drought stress. II.Screening rice varieties by means of variable moisture regimes along a toposequence[J].Plant soil,1983,73(1):73-94.
- [44] MORGAN J M.Osmo regulation and water stress in higher plants[J].Annual review of plant physiology,1984,35:299-319.