

# 美国的有机农业及有机稻生产

王 术, 高光杰, 贾宝艳, 黄元财, 王 岩, 王 韵, 周婵婵

(沈阳农业大学农学院/农业部东北水稻生物学与遗传育种重点实验室, 沈阳 110866)

**摘要:**现代农业过分依赖农业化学合成物质,造成了环境污染和有害物质在作物体内积累,进而威胁人类和动物安全,催生了有机农业。本文系统介绍美国有机农业现状,包括有机农业的概念、法律法规、有机作物生产情况等。以得克萨斯州为例,详细介绍了有机稻的市场需求及生产技术,包括品种选择、培肥地力、病虫草害防治、收获及贮藏等。

**关键词:**美国;有机农业;有机稻生产;病、虫、草害防治;水分管理

中图分类号: S-0

文献标识码: A

文章编号: 1003-8701(2016)04-0022-05

## Organic Agriculture and Organic Rice Production in the US

WANG Shu, GAO Guangjie, JIA Baoyan, HUANG Yuancai, WANG Yan, WANG Yun, ZHOU Chanchan

(College of Agronomy, Shenyang Agricultural University /Key Laboratory of Northeastern Rice Biology and Genetic Breeding, Ministry of Agriculture, Shenyang 110866, China)

**Abstract:** Modern agriculture is characterized with excessive application of agrochemicals, which results in environmental pollution and poisonous element accumulation in plants, furthermore threatens the security of human beings and animals. Therefore, the system of organic farming is innovated. In this paper, the current situation of organic farming in the US was introduced, including the concepts, law and acts, and production involving organic farming. Taking Texas as an example, the marketing of organic rice as well as the producing techniques were introduced in detail, including cultivar selection, fertilization, diseases, pest and weeds management, and harvesting and storage.

**Key words:** U.S.A; Organic agriculture; Organic rice production; Diseases, pest and weeds control; Water management

现代农业的主要特征是大量施用农业化学物质(农药、化肥等)来保护作物,提高土壤肥力,因此大量农业化学物质漂移到人们日常生活环境中去,对环境造成污染,通过植物或动物食物链进入人体,危害人类健康。因此,人们强烈呼唤一个环保和再生的时代的到来—即有机农业<sup>[1]</sup>。美国是世界农业发达国家之一,除技术先进外,还拥有大规模耕地,了解美国有机农业发展情况,对发展我国有机农业,实现我国农业永续发展,具有重要的理论和实际参考价值。

## 1 关于有机农业

### 1.1 有机产品及有机农业

收稿日期: 2016-02-27

基金项目: 国家留学基金(20115025); 国家农业科技成果转化基金(2011GB2B000006); 辽宁省百千万人才工程基金(2012921026); 辽宁省高校优秀人才支持计划(A类)项目(LR2013031)

作者简介: 王 术(1968-),男,教授,博士,主要从事水稻高产优质高效栽培、生理及品种改良研究。

“有机”一词经常在食品超市看到,对于消费者而言,产品标签上写的“有机”字样,意味着该产品不含有任何化学合成物质;对于生产者而言,生产该产品的原料作物是按相关部门制定的程序和规则并遵循生态原则生产的。马尼托巴有机生产者协会(Organic Producers Association of Manitoba, OPAM)将有机产品定义为种植、养殖、贮藏、加工过程中不使用诸如化肥、除草剂、杀菌剂、杀虫剂及植物生长调节剂等化学合成物质。美国农业部国家有机标准委员会(National Organic Standards Board of the USDA)将有机农业定义为生态学生产管理系统,该系统主要特征是提高生物多样性、促进生物循环、提高土壤生物活性。有机农业是一种生产方式,这种生产方式依靠生态系统管理而不是强调外部物质的过度投入。有机农场其实是一个大的生物体,既有生物因素(如动物、植物、微生物),又有非生物因素(土壤、环境)。这一切都在人的掌控之中,保持一个经济稳定的同时,实现环境友好<sup>[2]</sup>。

早在20世纪70年代,美国某些州的市场开始

出现有机食品,而且比常规食品价格更高<sup>[3]</sup>。为了防止消费欺诈,一些私人或非营利组织开始推出有机食品认证业务,进而使生产者和消费者利益得到保护。1990年,美国国会出台有机食品生产法规(Organic Foods Production Act, OFPA),贴有“有机”标识的产品需满足有机食品生产法规的要求后方可使用。该法规的行使人为美国农业部。2000年美国农业部出台新有机农业生产规则,基本原则主要包括:(1)种植有机作物的土地3年前没施用禁用化学合成物质;(2)轮作;(3)禁止应用基因工程、辐射等技术和城市污水灌溉;(4)土壤肥力的保持要依靠耕作措施;(5)病虫害防治不能使用化学农药,但可以应用物理、机械及生物学方法防治。

然而,有机产品并不能保证产品的有害物质残留为零。有机食品生产规程是来自于空气、土壤、水的有害污染和残留降到最低程度,有机食品的管理者、加工者及零售者一定要保证有机食品的一致性。有机农业的终极目标是建立土壤微生物、植物、动物及人的有机联系,实现健康和效益的最大化<sup>[4]</sup>。

关于“有机产品”和“天然产品”,消费者有时认为二者为同义词,其实二者区别较大。美国食品安全检验局(US Food Safety and Inspection Service)将天然食品定义为不含人工合成的物质,并尽量减少食品的加工以保证食品的天然特点。但天然食品并不能保证是有机食品,主要因为其在生产过程中不能保证人工合成物质的混入。

## 1.2 有机农业的基本原理

有机农业是建立在生态学原理基础上的永续利用、自然和谐的农业生产系统,一般遵循3个基本生态学原理,即相互依赖性、生物多样性及循环再利用。

### 1.2.1 相互依赖性

生态系统十分复杂,生物因素和非生物因素

相互依赖,一种因素的变化都会导致生态失衡,如过量施肥可导致氮素渗入地下水,磷素溶入河流,造成富营养化。

### 1.2.2 生物多样性

生态系统中的生物多样性可以防止某种病虫害的爆发,因为每种病虫害都有天敌。因此,有机农业常常依靠种植多种作物来提高生物多样性。

### 1.2.3 循环再利用

自然生态系统保持多种养分循环,如氮循环、磷循环、硫循环和碳循环等。绿色植物将光能转化成光合产物供人类利用,营养物质返还到土壤中降解并留在土壤中。有机产品生产者遵循这一原理,利用养分循环,减少土壤改良剂的投入。

## 2 美国有机作物种植规模及市场

美国的主要有机作物为玉米、小麦、燕麦、大麦、高粱、水稻及大豆。有机玉米、大豆、小麦相对面积较小,但绝对面积较大,有机燕麦、大麦和水稻的相对面积较大。自2005至2011年,有机玉米、燕麦、大麦、高粱及水稻的增幅较大(表1)。全美有机玉米总面积为9.38万公顷,主要分布在威斯康辛等37个州;有机小麦13.79万公顷,分布在蒙大拿等36个州;有机燕麦2.48万公顷,全美有30个州种植;有机大麦2.56万公顷,全美29个州种植;有机高粱0.69万公顷,全美24个州种植;有机水稻1.94万公顷,只有11个州种植;有机大豆5.3万公顷,分布在明尼苏达等32个州(表2)。全美有机作物面积排名前10的州作物的分布各具特色,如得克萨斯州主要以有机玉米、小麦和水稻为主;明尼苏达州以有机玉米、大豆及麦类作物为主;加利福尼亚州以有机麦类作物和水稻为主;衣阿华州侧重于有机玉米和大豆(表3)。有机玉米面积较大的州,有机大豆面积也比较大,这是利用玉米和大豆轮作的结果。

表1 美国2005及2011年主要有机农作物及作物生产总面积

作物	有机作物面积(千公顷)		作物总面积(千公顷)		有机作物面积占总面积(%)	
	2005	2011	2005	2011	2005	2011
玉米	52.3	93.8	32 703.6	36 768.4	0.16	0.26
小麦	117.5	137.9	22 891.6	21 763.6	0.51	0.63
燕麦	18.6	24.8	1 698.4	998.4	1.09	2.48
大麦	15.7	25.6	1 550.0	1 023.6	1.01	2.50
高粱	2.4	6.9	2 581.6	2 192.4	0.09	0.32
水稻	10.6	19.4	1 353.6	1 075.6	0.78	1.80
大豆	48.9	53.0	28 856.8	31 190.4	0.17	0.17

注:数据源自USDA,表2~3同

表2 2011年美国主要有机作物认证面积依次排名前5位的州及面积 千公顷

有机作物	依次排名前5位的州及面积					全美总面积	
	州	面积	州	面积	州		面积
玉米	威斯康辛	13.5	明尼苏达	11.5	衣阿华	10.3	37*
					纽约	7.5	93.8
小麦	蒙大拿	22.3	犹他	21.0	怀俄明	12.7	36*
					科罗拉多	10.9	137.9
燕麦	威斯康辛	3.7	明尼苏达	3.4	衣阿华	3.2	30*
					北达科他	2.8	24.8
大麦	爱达荷	5.0	俄勒冈	4.3	加利福尼亚	3.5	29*
					威斯康辛	2.4	25.6
高粱	新墨西哥	1.9	北达科他	0.9	加利福尼亚	0.8	24*
					德克萨斯	0.7	6.9
水稻	德克萨斯	8.0	加利福尼亚	7.4	阿肯色	1.9	11*
					佛罗里达	1.5	19.4
大豆	明尼苏达	7.6	衣阿华	7.2	密执根	4.6	32*
					阿肯色	3.8	53.0

注:\*表示获得有机作物认证的州数

表3 2011年美国有机作物总面积排名前10位的州的主要有机作物分布 千公顷

州排名	玉米	小麦	燕麦	大麦	高粱	水稻	大豆	总面积*
得克萨斯	6.9	6.4	0.3	0.0	0.7	8.0	0.9	32.7
明尼苏达	11.5	2.8	3.4	2.1	0.2	0.0	7.6	29.3
威斯康辛	13.5	1.7	3.7	2.4	0.4	0.0	3.5	27.3
蒙大拿	0.0	22.3	0.2	2.3	0.0	0.0	0.0	26.8
加利福尼亚	1.9	7.5	1.5	3.5	0.8	7.4	0.0	25.2
北达科他	1.2	9.2	2.8	1.2	0.9	0.0	1.7	24.8
衣阿华	10.3	0.8	3.2	0.7	0.0	0.0	7.2	22.7
犹他	0.0	21.0	0.3	1.0	0.0	0.0	0.0	22.4
内布拉斯加	6.4	6.4	0.7	0.1	0.1	0.0	3.4	21.5
纽约	7.5	1.2	2.1	0.8	0.2	0.0	3.5	19.3

注:\*总面积为禾谷类作物面积(包括其他禾谷类作物)+大豆面积

市场上,与非有机食品相比,有机食品具有明显的价格优势。笔者走访了得克萨斯州博蒙特市 Walmart、Kroger、HEB 及 Nature and Organic Food 等4大超市,比较了超市内和超市间有机食品和非有机食品的价格(表4)。由表4可知,有机稻米

与非有机稻米价格相差悬殊,有机稻米品种多采用著名的 Basmati、Jasmine 85 等香稻品种;两种面粉价格相差不大;有机和非有机西红柿和苹果价格差异较大,与前人报道一致<sup>[5-6]</sup>。

表4 有机食品及普通食品的价格 美元/公斤

	Nature&Oganic Food		Walmart		H.E.B.		Kroger	
	有机	非有机	有机	非有机	有机	非有机	有机	非有机
精装糙米	8.09*	-	-	1.64	4.43*	1.10	6.88*	1.42
精装精米	9.31*	-	-	3.99*	3.31	1.55	7.21*	1.46
多功能麦粉	4.64	-	-	1.48	2.12	1.32	1.55	1.11
西红柿	7.53	-	-	3.29	6.62	3.20	7.31	4.42
苹果(嘎啦)	5.09	-	-	2.18	4.38	3.73	5.53	3.76
牛奶(美元/升)	3.58	-	1.70	1.01	1.44	0.91	1.31	1.05
鸡蛋(美元/打)	3.99	-	4.48	2.97	4.10	3.25	4.79	3.59
牛肉	11.09	-	-	12.13	12.18	9.93	15.53	11.09

注:\*表示稻米品种为 Basmati;调查时间2014年11月中旬

### 3 美国的有机稻生产

水稻是美国的重要出口创汇作物。2013年美国水稻种植面积107.56万公顷,平均单产8 350.3公斤/公顷,其中46.6%的稻谷用于出口。国内市场直接消费(米饭)占60%,大米面粉(糕点、粉丝或配粉)占18%,酿制啤酒占10%,宠物粮占12%<sup>[7]</sup>。

美国有机稻兴起于20世纪80年代,主要产地位于美国的西南地区,其中主要集中于德克萨斯州和加利福尼亚州。近年来,受水资源限制,美国水稻面积不断减少,但有机稻面积却逐年上升,这与美国有机食品消费市场不断增长有关。2005年德克萨斯州水稻面积为1.06万公顷,2011年达1.94万公顷,增长了83%(表1)。2014年美国国会立法,每年提供2 000万美元经费用于有机水稻研究。

#### 3.1 美国的有机稻米市场

有机稻是指生产过程中不使用化学合成物质,不使用转基因及辐射技术育成品种的生产模式<sup>[8]</sup>。近些年来美国的农业现代化进步中大量使用化肥、杀虫剂、杀菌剂、除草剂等化学合成物质,造成土壤、空气污染及作物残留,进而危害人、畜及生物安全。众所周知,美国的农业工业化遥遥领先于世界,如世界三大除草剂农达、百草枯及二甲戊乐灵均发明于美国。美国率先使用转基因玉米、大豆、水稻等作物品种。近年来在水稻转基因研究有所突破,并逐渐商业化。但2011年,美国转基因水稻受到主要进口国欧盟、西亚及东亚等国家和地区的反对和阻挠,美国转基因水稻商业化于2012年被迫叫停。由于价格和生产成本的原因,与常规稻相比,有机稻规模相对较小,但有机稻的生产理念是崇尚自然、健康和环境友好,因此不断激起人们的研究和饮食兴趣。有机稻的消费群体是孕妇、婴幼儿、病后康复者、有机食品追随者。调查结果显示,超市内有机稻米所用的品种大多为香稻,如Basmati,也有Jasmine(数据未显示)。Basmati有机糙米价格是普通非有机糙米价格的4~5倍,普通有机精米价格是普通非有机精米价格的2~3倍(表4)。随着人们生活水平的提高,有机稻生产技术的完善和有机食品价格更趋于合理,越来越多的人有能力消费有机水稻,有机水稻发展前景广阔。

#### 3.2 有机水稻生产技术

笔者走访博蒙特市几家有机稻米加工厂,得

知有机水稻稻谷价格为1.11美元/公斤,而常规水稻稻谷为0.36美元/公斤,因此,有机稻生产有很强的价格优势。在保证产量不是太低的前提下(一般稻农的产量底限为5 600 kg/hm<sup>2</sup>),稻农都会获得较高的回报。实际生产中,一般有机稻的产量为常规稻产量的75%~90%,有时有机稻产量与常规稻持平,甚至超过常规稻<sup>[9]</sup>。得克萨斯州有机稻生产关键技术如下。

##### 3.2.1 品种选择

生产有机水稻首先选用非转基因、非辐射育成的品种。由于不使用杀虫剂、杀菌剂和除草剂,品种要具有较强的抗病、抗虫能力<sup>[9]</sup>。生产上一般采用建立深水层和密植控制杂草,这就要求品种还具有较强的深水分蘖能力,耐密植及抗倒伏能力,株高相对较高,有利于建立冠层优势,抑制杂草的滋生。另外还要考虑稻米品质,以满足不同消费者的需求。目前,美国得克萨斯州一般选择抗稻瘟病强的Presidio<sup>[10]</sup>及丰产性突出的杂交稻XL 753等,以及产量较高、效益显著的香稻品种,如Jasmine 85和Jazzman<sup>[11]</sup>。

##### 3.2.2 培肥地力

由于有机稻生产过程中不施用化肥,为了提高土壤肥力,稻农采用天然措施保持土壤肥力。一般采用较多的是与深根豆科作物、绿肥作物或覆盖作物轮作。深根豆科作物一般为大豆、苜蓿;覆盖作物如三叶草等豆科作物。绿肥作物利用生物固氮及残茬留在土壤中的氮素可以满足有机稻50%氮素的需求。除轮作外,还可以通过施用农家肥(如鸡粪、猪粪、牛粪及人粪尿等)、天然矿石、堆肥及美国农业部允许的有机肥。在某些有机稻产区(如加利福尼亚),冬季稻田保持水层,为野生鸟类创造生活条件,同时鸟的粪便可以提高土壤肥力。

##### 3.2.3 病、虫害防治

限制美国有机稻生产的最大虫害是稻水象甲。稻水象甲的幼虫通过取食根部(幼根),减少水稻总根系,造成植株长势较差,影响营养生长和生殖生长,产量下降。有些稻区小龙虾对幼苗造成严重危害。由于有机水稻氮肥施用量较低,由过量施氮引起的病害如纹枯病、稻瘟病、稻曲病等发病率较低,但由于缺素引起的病害在某些稻区也较严重,如直穗病(Straight head)。由于生产上还没有发现抗稻水象甲的水稻品种,因此防治稻水象甲的有效方法一是尽量早播种,早期低温条件下稻水象甲发生率较低,水稻根系有充足

的生长时间。随着气温回升,到了稻水象甲发生盛期,水稻根系已发生很多,不至造成太大伤害;二是适当加大播种量,提高秧苗密度,这样可以有效缓冲稻水象甲的危害。防治水稻病害最经济有效的措施是采用抗病品种,目前生产上大多采用该措施防治病害。

### 3.2.4 杂草防治

杂草防治是有机稻生产的难题之一。水稻田的杂草主要是稗和鸭舌草,莎草时有发生,但并不能造成有效危害。在美国,红稻(杂草稻)是影响有机稻产量和品质的重要草害,仅次于稗草和千金子,一般稻田除草剂无效。从农艺角度来看,杂草防治多采用轮作、平整田面、苗床准备以及水分管理等措施。

#### 3.2.4.1 轮作

为避免水稻伴生性以及水生杂草的危害,一般于水稻下茬种植覆盖作物或采用休闲,消除水稻杂草的生长环境,避免草害。覆盖作物一般为豆科的大豆、三叶草及禾本科黑麦草、苏丹草等,有条件的农场还在覆盖作物上养牛。

#### 3.2.4.2 平整田面

田面平整可以保证水层深度一致,既可通过深水层有效防治杂草,又不至于淹没稻苗。一般坡度为0.1%~0.2%。农场均可以通过激光平地机使田面平整。

#### 3.2.4.3 苗床准备

早直播播种前用圆盘翻地机械浅翻,深度为5 cm,然后精细旋地,最后用耩地机械耩平,播前苗床达到平和实的状态。如果苗床过于暄松,播种深度会增大,导致出苗率下降。水直播苗床早整平后灌水,然后进行水耙地和耩地,这一点与移栽稻相同。

#### 3.2.4.4 水分管理

有机稻因为有水分管理,对杂草的控制相对较容易。有机稻栽培水分管理一般采用永久灌溉法和精细灌溉法。永久灌溉常用于水直播,即播前建立浅水层,水稻在水层下出苗,待秧苗长出水面后,随着秧苗的长高不断提高水层深度。该灌溉法对杂草稻发生有很好的抑制作用。精细灌溉即早播种后灌水,12~24 h后排水,保持土壤湿润。待秧苗长至2 cm高时,采用永久灌溉。二种灌溉方法的水层最终深度为10~15 cm,直至收获前10 d。通过水层管理,可以有效抑制稗草等禾本科杂草的发生;也延缓了阔叶性杂草的生

长,减轻与水稻的竞争。

### 3.2.5 收获

若有机稻谷加工成精白米,为了减少碎米率,当稻谷含水量达21%~26%时即可收获;若用于生产糙米,为了提高糙米的口感和风味,要求籽粒灌浆充分,稻谷含水量为16%~18%时才开始收获。

### 3.2.6 贮藏和加工

为了安全贮藏,新收获的稻谷通过自然风或热风逐渐降低湿度,使稻谷的含水量一定要降到14%以下。不像常规稻储藏时可应用杀虫剂或杀菌剂防除病虫害,有机水稻贮藏时注重仓库环境及设施清洁无污染,要定期检查仓内温度、湿度、害虫活动情况及稻谷新鲜度。利用冬季低温防止仓内温度上升;可以应用固体CO<sub>2</sub>,制造缺氧环境,抑制害虫的发生。有机稻米加工时严禁使用化学合成物质。

### 参考文献:

- [1] 佟国光. 国外有机农业与有机农产品发展现状及思考[J]. 经济纵横, 2005(10): 55-56.
- [2] Lampkin N. Organic farming[M]. Cambridge, UK: Farming Press, 1990: 715.
- [3] 尹红. 美国有机农业迅猛发展[J]. 国外环保动态, 2004(11): 40-41.
- [4] 唐其展. 美国有机农业的发展和启示[J]. 广西农业科学, 2004(6): 517-520.
- [5] 杜永臣, 胡鸿, 刘凤权, 等. 美国有机蔬菜产业发展现状及其启示[J]. 中国蔬菜, 2010(19): 9-11.
- [6] 王艳花. 美国有机苹果产业发展的实践及启示[J]. 农业发展, 2009(5): 35-37.
- [7] Batres-Marquez S P, Jesen H H. Rice consumption in the United States: recent evidence from food consumption surveys[J]. Journal of the American Dietetic Association. 2009, 109(10): 1719-1727.
- [8] 王萍. 寒地有机水稻栽培技术[J]. 吉林农业科学, 2011, 36(5): 24-25.
- [9] Way M O, McCauley G M, Zhou X G, et al. Texas Rice Production Guidelines[M]. College Station, TX: Texas A&M AgriLife Extens. Serv. Pub., 2014.: 57.
- [10] McClung A M. Presidio rice - a new long grain rice with improved ratoon crop potential and milling yield[J]. Texas Rice, Highlighting Research in 2005. 2005. p. XI.
- [11] Sha X Y, Linscombe S D, Jodari F, et al. Registration of 'Jazzman' Aromatic Long-Grain Rice[J]. Journal of Plant Registration, 2011, 5(3): 304-308.

(责任编辑:王昱)