



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106508339 A

(43)申请公布日 2017.03.22

(21)申请号 201610878057.0

(22)申请日 2016.10.09

(71)申请人 吉林省农业科学院

地址 130000 吉林省长春市生态大街1363号

(72)发明人 王立春 任军 蔡红光 闫孝贡  
沙洪林 刘剑钊 张洪喜 袁静超  
迟畅 梁尧

(74)专利代理机构 北京瑞恒信达知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11382

代理人 张伟 丁磊

(51)Int.Cl.

A01G 1/00(2006.01)

A01B 79/02(2006.01)

A01C 21/00(2006.01)

权利要求书1页 说明书11页

(54)发明名称

一种基于玉米秸秆全量还田的种植方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于玉米秸秆全量还田的种植方法。采用本发明的方法既有效解决了秸秆资源严重浪费的问题,又杜绝了秸秆燃烧及随意处置所造成的空气污染、土壤表层焦化以及交通阻塞等问题。同时,通过实施本发明的方法还补充了土壤中氮、磷、钾等营养元素,增加了土壤有机质,培肥了土壤;减少了由于大量投入化肥而造成的土壤污染现象,改善了农业生态环境;促进了黑土资源可持续利用,推动了农业现代化快速发展。

1. 一种基于玉米秸秆全量还田的种植方法,所述方法包括如下步骤:

1) 玉米进入完熟期后,采用大型玉米收获机进行收获,同时将玉米秸秆粉碎,并均匀抛散于田间;

2) 喷施玉米秸秆腐解剂1.5-3.5公斤/亩,撒施尿素6-8公斤/亩;

3) 采用翻转犁将秸秆深翻至20-30厘米土层,旋耕耙平,达到播种状态;

4) 翌年春季当土壤5厘米地温为6-10℃,土壤耕层含水量在16%-24%时,采用平播方式,一次性完成播种、施肥作业,重镇压。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中在步骤1)中,将玉米秸秆粉碎至长度<12厘米,优选地粉碎至长度<10厘米。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其中在步骤2)中,所述腐解剂包含链霉菌、枯草芽孢杆菌和康氏木霉;

优选地,在步骤2)中,所述腐解剂通过以下方法制备:将包含链霉菌、枯草芽孢杆菌和康氏木霉的原液按照体积比为2:1:2加入到液体培养基中,接种量为0.1%(体积比),然后在38℃恒温摇床中培养3天,所得的混合培养液即为所述腐解剂;

其中,所述液体培养基包含如下质量百分比的物质:0.5%蛋白胨,0.5%蔗糖,0.5% NaCl,0.3%CaCO<sub>3</sub>和0.1%酵母粉;

优选地,在步骤2)中,所述腐解剂中有效活菌数 $\geq$ 2亿/克。

4. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法,其中在步骤2)中,腐解剂的喷施量为1.5-2.5公斤/亩,最优选地为2公斤/亩;

优选地,在步骤2)中,尿素的撒施量为6.5-7.5公斤/亩,最优选地为7公斤/亩。

5. 根据权利要求1-4中任一项所述的方法,其中在步骤3)中,所述翻转犁的动力在130马力以上,翻耕深度为30-35厘米。

6. 根据权利要求1-5中任一项所述的方法,其中在步骤4)中,所述地温为7-9℃,更优选地为8℃;

优选地,在步骤4)中,所述含水量为18%-22%,更优选地为20%。

7. 根据权利要求1-6中任一项所述的方法,其中在步骤4)中,所述播种的密度为:低肥力地块5.5-6.0万株/公顷,高肥力地块6.0-7.0万株/公顷;

优选地,在步骤4)中,所述重镇压的强度为400-800克/平方厘米,更优选地为500-700克/平方厘米,最优选地为600克/平方厘米。

8. 根据权利要求1-7中任一项所述的方法,其中在步骤4)中,所述施肥为施以60-90公斤/公顷的氮肥、60-90公斤/公顷的磷肥以及70-100公斤/公顷的钾肥用作底肥,并深施10-15厘米。

9. 根据权利要求1-8中任一项所述的方法,该方法还包括在玉米需肥关键期采用高秆作物施肥机追肥的步骤(步骤5),其中大喇叭口期追施90-110公斤/公顷的氮肥,灌浆期追施36-45公斤/公顷的氮肥。

10. 根据权利要求1-9中任一项所述的方法,其中所述方法在中国东北的中部和东部地区进行;

优选地,所述地区的年降雨量为450mm以上,积温为2600℃以上。

## 一种基于玉米秸秆全量还田的种植方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及农业领域,具体涉及一种基于玉米秸秆全量还田的种植方法。

### 背景技术

[0002] 玉米是世界第一大作物,也是我国第一大作物。东北是我国玉米主要产区之一,玉米秸秆年产量接近700亿斤,大量秸秆处理已成为困扰农民和政府的难题。目前,在东北地区,有70%秸秆被废弃燃烧,由其造成的空气污染、生态环境恶化等问题日趋明显。

[0003] 东北地区目前农田作业主要以小四轮机械为主要动力,秸秆还田主要以根茬还田为主,不能实现秸秆全量还田。其主要原因在于:

[0004] 1. 气候条件。玉米收获后,气温很快降低,随之而来的冬季低温导致秸秆腐解慢;春季十年九旱,播种时常造成种子不能与土壤直接接触,种牙的水分条件变差,阻碍了种芽生长,降低产量。

[0005] 2. 还田机具。以中小型农机作业为主的农业生产方式导致秸秆粉碎程度差、还田后土壤过于疏松、散墒严重,影响出苗和产量。

[0006] 3. 配套技术。一些关键技术有待突破,如在机械方面,需要研发粉碎效果好、损耗率低的收获机械及配套的整地、播种机械;在农艺方面,需要解决春天播种后保证出全苗且整齐度高的耕作措施。

[0007] 虽然秸秆还田由来已久,且研究较多,但迄今为止在生产中很难实现玉米秸秆全量还田,多为部分还田(约1/3量)。此外,秸秆全量还田仅在室内模拟试验或者田间小区试验中可实现,多见于论文写作与发表,但不具有可操作性。基于生产实际中,实现玉米秸秆全量还田多处于尝试阶段,且保全苗和秸秆腐解等问题均难以解决。

### 发明内容

[0008] 本发明旨在实现秸秆全量直接还田,培肥土壤,改善农业生态环境,保障黑土资源可持续利用。采用本发明的种植方法,不仅在田间实际生产操作层面解决了秸秆全量还田的技术难题,还可以在保证出苗率的同时,保障玉米实现增产,并培肥土壤。

[0009] 因此,本发明的目的是提供一种基于玉米秸秆全量还田的种植方法。

[0010] 本发明的技术方案如下:

[0011] 一方面,本发明提供一种基于玉米秸秆全量还田的种植方法,所述方法包括如下步骤:

[0012] 1) 玉米进入完熟期后,采用大型玉米收获机进行收获,同时将玉米秸秆粉碎,并均匀抛散于田间;

[0013] 2) 喷施玉米秸秆腐解剂1.5-3.5公斤/亩,撒施尿素6-8公斤/亩;

[0014] 3) 采用翻转犁将秸秆深翻至20-30厘米土层,然后旋耕耙平,达到播种状态;

[0015] 4) 翌年春季当土壤5厘米地温为6-10℃,土壤耕层含水量在16%-24%时,采用平播方式一次性完成播种、施肥作业,重镇压。

- [0016] 优选地,在步骤1)中,将玉米秸秆粉碎至长度<12厘米,更优选地<10厘米;
- [0017] 优选地,在步骤2)中,所述腐解剂包含链霉菌、枯草芽孢杆菌和康氏木霉;
- [0018] 优选地,在步骤2)中,所述腐解剂通过以下方法制备:将包含链霉菌、枯草芽孢杆菌和康氏木霉的原液按照体积比为2:1:2加入到液体培养基中,其中,三种原液中单位体积有效活菌数相同,接种量为0.1%(体积比),然后在38℃恒温摇床中培养3天,所得的混合培养液即为所述腐解剂;
- [0019] 其中,所述液体培养基包含如下质量百分比的物质:0.5%蛋白胨,0.5%蔗糖,0.5%NaCl,0.3%CaCO<sub>3</sub>和0.1%酵母粉;
- [0020] 优选地,在步骤2)中,所述腐解剂中有效活菌数 $\geq$ 2亿/克;
- [0021] 优选地,在步骤2)中,腐解剂的喷施量为1.5-2.5公斤/亩,最优选地为2公斤/亩;
- [0022] 优选地,在步骤2)中,尿素的撒施量为6.5-7.5公斤/亩,最优选地为7公斤/亩;
- [0023] 优选地,在步骤3)中,所述翻转犁的动力在130马力以上,翻耕深度为30-35厘米;
- [0024] 优选地,在步骤4)中,所述地温为7-9℃,更优选地为8℃;
- [0025] 优选地,在步骤4)中,所述含水量为18%-22%,更优选地为20%;
- [0026] 优选地,在步骤4)中,所述播种的密度为:低肥力地块5.5-6.0万株/公顷,高肥力地块6.0-7.0万株/公顷;
- [0027] 其中所述低肥力地块为碱解氮<110mg/kg、有效磷<20mg/kg、速效钾<70mg/kg、有效锌<1.0mg/kg的地块;所述高肥力地块为碱解氮>140mg/kg、有效磷>60mg/kg、速效钾>150mg/kg、有效锌>2.0mg/kg的地块。
- [0028] 优选地,在步骤4)中,所述重镇压的强度为400-800g/cm<sup>2</sup>,更优选地为500-700g/cm<sup>2</sup>,最优选地为600g/cm<sup>2</sup>;
- [0029] 优选地,在步骤4)中,所述施肥为施以60-90公斤/公顷的氮肥、60-90公斤/公顷的磷肥以及70-100公斤/公顷的钾肥用作底肥,并深施10-15厘米。
- [0030] 优选地,上述玉米秸秆全量还田的方法还包括在玉米需肥关键期采用高秆作物施肥机追肥的步骤(步骤5),其中大喇叭口期追施90-110公斤/公顷的氮肥,灌浆期追施35-45公斤/公顷的氮肥;
- [0031] 优选地,在步骤5)中,所述高秆作物施肥机为专利ZL201520221164.7中公开的全液压自走式高秆作物施肥喷药机;
- [0032] 优选地,上述玉米秸秆全量还田的种植方法在中国东北的中部和东部地区进行;更优选地,所述地区的年降雨量为450毫米以上,积温为2600℃以上。
- [0033] 本发明既可有效解决秸秆资源严重浪费的问题,又杜绝了秸秆燃烧及随意处置所造成的空气污染、土壤表层焦化以及交通阻塞等问题。同时,通过实施本发明的方法还补充了土壤中氮、磷、钾等营养元素,增加了土壤有机质,培肥了土壤;减少了由于大量投入化肥而造成的土壤污染现象,改善了农业生态环境;促进了黑土资源可持续利用,推动了农业现代化快速发展。
- [0034] 秸秆还田利用作物秸秆中含有的有机物质及氮、磷、钾等营养元素补充了土壤养分,增加了土壤有机质。玉米秸秆还田后相当于每亩施用尿素5-10公斤,二铵3-4公斤,硫酸钾5-10公斤。土壤有机质年均增0.01%。秸秆还田给土壤微生物增添了大量能源物质,各类微生物数量和酶活性也相应增加,可增加微生物数量18.9%,接触酶活性可提高33%,转化

酶活性可提高47%，尿酶活性可提高17%。加速了对有机物质的分解和矿物质养分的转化，平衡土壤酸碱度，从而提高土壤养分的有效性，改善土壤理化性状，使土壤疏松，孔隙度增加，容量降低，增强土壤保肥保水能力。

## 具体实施方式

[0035] 下面结合具体实施方式对本发明进行进一步的详细描述，给出的实施例仅为了阐明本发明，而不是为了限制本发明的范围。

[0036] 实施例1本明的基于秸秆全量还田的种植方法以及与其他还田种植方式的比较

[0037] 1. 试验地点

[0038] 大面积示范，主要置于吉林中部公主岭吉林省农业科学院试验田，试验面积共计6.0公顷。试验起始于2011年。

[0039] 2. 试验内容

[0040] 2.1 本专利的种植方法

[0041] 当玉米进入完熟期后，采用大型玉米收获机进行收获，同时将玉米秸秆粉碎，并均匀抛散于田间。(步骤1)

[0042] 喷施玉米秸秆腐解剂2公斤/亩，撒施尿素7公斤/亩；其中，所采用的腐解剂是通过以下方法制备的：将包含链霉菌、枯草芽孢杆菌和康氏木霉的原液按照体积比为2:1:2加入到包含如下质量百分比的物质的液体培养基中：0.5%蛋白胨，0.5%蔗糖，0.5%NaCl，0.3%CaCO<sub>3</sub>和0.1%酵母粉，其中，三种原液中单位体积有效活菌数相同，接种量为0.1%（体积比）。在38℃恒温摇床中培养3d，所得的混合培养液即为所述腐解剂。(步骤2)

[0043] 用大马力拖拉机，深翻30-35厘米，将秸秆深翻至20-30厘米土层，翻埋后重耙打碎大垡块，春播种前再轻耙待播种状态。(步骤3)

[0044] 翌年春季当土壤5厘米地温为8℃，土壤耕层含水量在20%时，采用康达玉米播种机平播播种，播种的密度为：6万株/公顷，均匀垄耕作，垄距65厘米等距，单行播种。同时，施以90公斤/公顷的氮肥、90公斤/公顷的磷肥以及90公斤/公顷的钾肥用作底肥，并深施10-15厘米。然后采用600克/平方厘米的强度重镇压。(步骤4)

[0045] 然后在玉米需肥关键期采用高秆作物施肥机追肥的步骤，其中大喇叭口期追施90公斤/公顷的氮肥，灌浆期追施45公斤/公顷的氮肥。(步骤5)

[0046] 2.2对比还田方法

[0047] 对比还田方法采用秸秆全量表层还田(0-10厘米)，即玉米收获后秸秆直接粉碎均匀抛撒田间，喷施腐解剂与尿素(步骤2)，不再动土，即为下一年待播种状态。

[0048] 3. 产量测定

[0049] 收获及测产方法，玉米生理成熟后，选代表性点测产，每个处理选择三点，每点20平方米，重复三次，每点实收实测籽粒产量，根据每点产量折算出每公顷产量。

[0050] 4. 试验结果

[0051] 2015年产量结果为，本明的基于玉米秸秆全量翻埋还田(20-30厘米)的种植方法获得了玉米籽粒产量为11781.0公斤/公顷，秸秆全量表层还田(0-10厘米)(对比种植方法)玉米籽粒产量10700.3公斤/公顷，本明的秸秆20-30厘米深层还田(翻埋)比0-10厘米表层还田(覆盖)增产10.1%。综合分析，玉米秸秆全量翻埋还田效果最佳。

[0052] 实施例2本发明的基于秸秆全量还田的种植方法以及与其他还田种植方式的比较

[0053] 1. 试验地点

[0054] 大面积示范,主要置于吉林中部地区公主岭市朝阳坡乡三河村,占地面积4.3公顷。

[0055] 2. 试验内容

[0056] 2.1 本专利的种植方法

[0057] 当玉米进入完熟期后,采用大型玉米收获机进行收获,同时将玉米秸秆粉碎,并均匀抛散于田间。(步骤1)

[0058] 喷施玉米秸秆腐解剂2公斤/亩,撒施尿素7公斤/亩;其中,所采用的腐解剂是通过以下方法制备的:将包含链霉菌、枯草芽孢杆菌和康氏木霉的原液按照体积比为2:1:2加入到包含如下质量百分比的物质的液体培养基中:0.5%蛋白胨,0.5%蔗糖,0.5%NaCl,0.3%CaCO<sub>3</sub>和0.1%酵母粉,接种量为0.1%(体积比)。在38℃恒温摇床中培养3d,所得的混合培养液即为所述腐解剂。(步骤2)

[0059] 用大马力拖拉机,深翻30-35厘米,将秸秆深翻至20-30厘米土层,翻埋后重耙打碎大垡块,春播种前再轻耙待播种状态。(步骤3)

[0060] 翌年春季当土壤5厘米地温为8℃,土壤耕层含水量在20%时,采用康达玉米播种机平播播种,播种的密度为:6万株/公顷,宽窄行种植,宽行90厘米,窄行40厘米。同时,施以90公斤/公顷的氮肥、90公斤/公顷的磷肥以及90公斤/公顷的钾肥用作底肥,并深施10-15厘米。然后采用600克/平方厘米的强度重镇压。(步骤4)

[0061] 然后在玉米需肥关键期采用高秆作物施肥机追肥的步骤,其中大喇叭口期追施90公斤/公顷的氮肥,灌浆期追施45公斤/公顷的氮肥。(步骤5)

[0062] 2.2 对比还田方法

[0063] 对比还田方法采用秸秆全量表层还田(0-10厘米),即玉米收获后秸秆直接粉碎均匀抛撒田间,喷施腐解剂与尿素(步骤2),不再动土,即为下一年待播种状态。

[0064] 3. 试验结果

[0065] 本发明的秸秆全量20-30厘米深层还田(翻埋)玉米籽粒产量9288.2公斤/公顷,0-10厘米表层还田(覆盖)玉米籽粒产量8337.0公斤/公顷,翻埋还田比覆盖还田增产11.4%-13.0%。综合分析,玉米秸秆全量翻埋还田效果最佳。

[0066] 实施例3本发明的基于秸秆全量还田的种植方法以及与其他还田种植方式的比较

[0067] 1. 试验地点

[0068] 大面积示范,主要置于吉林中部地区公主岭市朝阳坡乡中央堡村,占地面积3.12公顷。

[0069] 2. 试验内容

[0070] 2.1 本专利的种植方法

[0071] 当玉米进入完熟期后,采用大型玉米收获机进行收获,同时将玉米秸秆粉碎,并均匀抛散于田间。(步骤1)

[0072] 喷施玉米秸秆腐解剂2公斤/亩,撒施尿素7公斤/亩;其中,所采用的腐解剂是通过以下方法制备的:将包含链霉菌、枯草芽孢杆菌和康氏木霉的原液按照体积比为2:1:2加入到包含如下质量百分比的物质的液体培养基中:0.5%蛋白胨,0.5%蔗糖,0.5%NaCl,

0.3%CaCO<sub>3</sub>和0.1%酵母粉,接种量为0.1%(体积比)。在38℃恒温摇床中培养3d,所得的混合培养液即为所述腐解剂。(步骤2)

[0073] 用大马力拖拉机,深翻30-35厘米,将秸秆深翻至20-30厘米土层,翻埋后重耙打碎大垡块,春播种前再轻耙待播种状态。(步骤3)

[0074] 翌年春季当土壤5厘米地温为8℃,土壤耕层含水量在20%时,采用康达玉米播种机平播播种,播种的密度为:6万株/公顷,均匀行耕作,垄距65厘米等距,单行播种。同时,施以90公斤/公顷的氮肥、82.5公斤/公顷的磷肥以及82.5公斤/公顷的钾肥用作底肥,并深施10-15厘米。然后采用600克/平方厘米的强度重镇压。(步骤4)

[0075] 然后在玉米需肥关键期采用高秆作物施肥机追肥的步骤,其中大喇叭口期追施90公斤/公顷的氮肥,灌浆期追施45公斤/公顷的氮肥。(步骤5)

[0076] 2.2对比还田方法

[0077] 对比还田方法采用秸秆全量表层还田(0-10厘米),即玉米收获后秸秆直接粉碎均匀抛撒田间,喷施腐解剂与尿素(步骤2),不再动土,即为下一年待播种状态。

[0078] 3. 试验结果

[0079] 本发明的秸秆全量20-30厘米深层还田(翻埋)玉米籽粒产量9339.9公斤/公顷,0-10厘米表层还田(覆盖)玉米籽粒产量8427.9公斤/公顷,翻埋还田比覆盖还田增产10.8%。各示范点平均增产10.0%以上。综合分析,玉米秸秆全量翻埋还田效果最佳。

[0080] 实施例4不同秸秆还田方式对土壤的影响试验

[0081] 1. 试验地点

[0082] 本试验始于2011年,置于吉林中部地区公主岭市吉林省农业科学院试验地,试验占地面积2.7公顷。

[0083] 2. 试验材料与方法

[0084] 2.1 试验设计

[0085] 玉米秸秆全量直接还田试验,设计长期定位裂区试验,每个处理重复三次,大区面积2160平方米。主区为秸秆还田方法,即秸秆全量覆盖还田和秸秆全量深埋还田,副区为耕作方式,即宽窄行耕作和均匀行耕作。

[0086] 2.2 试验内容

[0087] 2.2.1 耕作方式

[0088] 采用两种耕作方式。均匀行耕作,垄距65厘米等距,单行播种;宽窄行耕作,130厘米宽窄行播种,90厘米休闲带,40厘米播种带播种双行,两种耕作方式均采用康达玉米播种机平播。

[0089] 2.2.2 产量测定

[0090] 收获及测产方法,玉米生理成熟后,每大区选代表性点测产,每点20平方米,重复三次,每点实收实测籽粒产量,根据每点籽粒产量折算出每公顷产量。

[0091] 2.2.3 秸秆还田方法

[0092] 2.2.3.1 本专利的种植方法

[0093] 当玉米进入完熟期后,采用大型玉米收获机进行收获,同时将玉米秸秆粉碎,并均匀抛散于田间。(步骤1)

[0094] 喷施玉米秸秆腐解剂2公斤/亩,撒施尿素7公斤/亩;其中,所采用的腐解剂是通过

以下方法制备的:将包含链霉菌、枯草芽孢杆菌和康氏木霉的原液按照体积比为2:1:2加入到包含如下质量百分比的物质的液体培养基中:0.5%蛋白胨,0.5%蔗糖,0.5%NaCl,0.3%CaCO<sub>3</sub>和0.1%酵母粉,接种量为0.1%(体积比)。在38℃恒温摇床中培养3d,所得的混合培养液即为所述腐解剂。(步骤2)

[0095] 用大马力拖拉机,深翻30-35厘米,将秸秆深翻至20-30厘米土层,翻埋后重耙打碎大垡块,春播种前再轻耙待播种状态。(步骤3)

[0096] 翌年春季当土壤5厘米地温为8℃,土壤耕层含水量在20%时,采用康达玉米播种机平播播种,播种的密度为:6万株/公顷。同时,施以90公斤/公顷的氮肥、90公斤/公顷的磷肥以及90公斤/公顷的钾肥用作底肥,并深施10-15厘米。然后采用600克/平方厘米的强度重镇压。(步骤4)

[0097] 然后在玉米需肥关键期采用高秆作物施肥机追肥的步骤,其中大喇叭口期追施90公斤/公顷的氮肥,灌浆期追施45公斤/公顷的氮肥。(步骤5)

[0098] 2.2.3.2对比种植方法

[0099] 对比种植方法采用秸秆全量表层还田(0-10厘米),即玉米收获后秸秆直接粉碎均匀抛撒田间,喷施腐解剂与尿素(步骤2),不再动土,即为下一年待播种状态。

[0100] 3. 试验结果分析

[0101] 3.1不同秸秆还田方式对产量的影响

[0102] 结果表明,玉米秸秆全量翻埋还田比全量覆盖还田增产效果显著,以2014年产量为例,秸秆翻埋还田籽粒产量12335.9公斤/公顷,秸秆覆盖还田籽粒产量10788.9公斤/公顷,翻埋比覆盖增产14.3%。

[0103] 增产原因分析包括,出苗率调查结果,翻埋还田87.9%,覆盖还田83.1%,翻埋比覆盖提高4.8%;百粒重结果,翻埋还田31.9g,覆盖还田30.1g,翻埋比覆盖提高1.8g;穗粒数结果,翻埋还田613粒,覆盖587粒,翻埋比覆盖增加26粒。由此可知秸秆翻埋还田比覆盖还田,产量构成因素各项指标协同提高,发挥了玉米的增产潜力。

[0104] 3.2不同秸秆还田方式对土壤肥力的影响

[0105] 从0-20cm和20-40cm土壤养分变化结果分析,玉米秸秆还田实施三年后,在玉米收获后分别取0-20厘米和20-40厘米土壤样品分析发现不同还田方法土壤养分含量变化明显差异。

[0106] 0-20厘米土壤养分表现,有机质含量结果,翻埋还田2.7%,覆盖还田2.85%,翻埋比覆盖降低0.15%;速效氮、磷、钾含量(毫克/千克),翻埋还田129.6、13.75、187.9,覆盖还田117.6、9.2、167.2,翻埋比覆盖分别增加12.0、4.55、20.7;

[0107] 20-40厘米土壤养分表现,有机质含量结果,翻埋还田2.53%,覆盖还田2.42%,翻埋比覆盖增加0.11%;速效氮、磷、钾含量(毫克/千克),翻埋还田123.2、11.7、171.4,覆盖还田110.0、8.24、166.9,翻埋比覆盖分别增加13.2、3.46、4.5。

[0108] 总体分析,翻埋比覆盖在20-40厘米土壤有机质明显提高,0-40厘米土壤速效养分明显提高。有利于玉米全生育期的生长发育。宽窄行与均匀行耕作趋势相同。

[0109] 从0-20厘米和20-40厘米土壤容重变化结果分析,玉米秸秆还田实施三年后,在玉米收获后分别取0-20厘米和20-40厘米土壤样品分析发现不同还田方法土壤容重明显差异。



[0110] 0-20厘米土壤容重表现,翻埋还田1.28克/立方米,覆盖还田1.56克/立方米;翻埋比覆盖降低0.28克/立方米,

[0111] 20-40厘米土壤容重表现,翻埋还田1.46克/立方米,覆盖还田1.57克/立方米;翻埋比覆盖降低0.11克/立方米。玉米秸秆翻埋还田后,0-40厘米耕层土壤容重明显降低,土壤气相值明显增加。

[0112] 从地上玉米产量结果、0-40厘米土壤养分含量及0-40厘米土壤容重结果综合分析,玉米秸秆全量深翻还田技术不但提高玉米产量,又增加耕层土壤有机质和速效养分含量,耕层土壤容重明显降低,气相值明显增加。宽窄行与均匀行耕作对其影响较小,玉米产量与土壤养分含量及土壤容重表现趋势相同。

[0113] 实施例5还田前不同处理获得的秸秆形态对玉米产量的影响试验

[0114] 目前国内对将秸秆进一步加工成生物碳,或堆沤成有机肥比较热门,基于此,开展本项试验。

[0115] 1. 试验地点

[0116] 本试验始于2011年,置于吉林中部地区公主岭市吉林省农业科学院试验地,试验占地面积1000平方米。

[0117] 2. 试验材料与amp;方法

[0118] 2.1 试验设计

[0119] 玉米秸秆间接还田试验,设计玉米秸秆不同形态等炭量还田,即秸秆加工堆腐肥、秸秆加工黑炭和秸秆直接还田,三种还田方法的比较试验,小区试验,小区面积104平米,重复三次。每公顷施炭量3200公斤。施肥量(公斤/公顷):N 225、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 82.5、K<sub>2</sub>O 82.5;施肥方法:全部磷、钾肥和40%的氮肥底肥施入,60%的氮肥玉米拔节期人工垄上追肥施入。底肥采用低氮复合肥(15-15-15)随播种侧深施,追肥用尿素。

[0120] 2.2 试验内容

[0121] 2.2.1 秸秆还田方法

[0122] 玉米秸秆间接还田方法,将玉米秸秆堆腐加工成堆腐肥和无氧燃烧加工成黑炭再还田。还田时间为玉米收获后,清除地里玉米秸秆,然后按单位面积施用量,在垄间分别均匀施入堆腐肥、黑炭和秸秆,然后灭茬重耙后待播种状态。

[0123] 2.2.2 耕作与播种

[0124] 均匀行耕作,垄距65厘米等距,单行播种;采用康达玉米播种机平播。播种、施肥、重镇压一次性完成,肥料侧深施,种肥分离。

[0125] 2.2.3 产量测定

[0126] 收获及测产方法,玉米生理成熟后,每小区选代表性点测产,每点20平方米,重复三次,每点实收实测籽粒产量,根据每点产量折算出每公顷产量。

[0127] 3. 试验结果分析

[0128] 玉米秸秆不同形态等炭量还田产量结果,直接-黑炭-堆腐肥三种还田方法,以2014年产量为例,玉米籽粒产量分别为12248.5-12712.8-12925.0公斤/公顷,黑炭和堆腐肥比秸秆直接还田增产3.8%-5.5%。秸秆间接还田效益分析,堆肥-黑炭-秸秆含炭量分别为,26.85%、65.00%、40.00%,相当于每公顷要施入堆肥11918公斤,黑炭4923公斤,秸秆8000公斤。黑炭每吨到货价2800元,堆腐肥每吨售价500元,每公顷施黑炭增加费用6982元,

施堆腐肥增加费用2979.5元。综合效益分析结果,在玉米籽粒产量不显著增产前提下,秸秆直接还田效益最佳。

[0129] 实施例6腐解剂的筛选试验

[0130] 1. 试验试剂

[0131] 将包含三种菌种的原液按照不同比例混合,进行6个处理试验(以下比例为体积比)。

[0132] 处理1:康氏木霉:链霉菌:枯草芽孢杆菌=2:1:2

[0133] 处理2:康氏木霉:链霉菌:枯草芽孢杆菌=1:1:1

[0134] 处理3:康氏木霉:链霉菌:枯草芽孢杆菌=2:1:1

[0135] 处理4:康氏木霉:链霉菌:枯草芽孢杆菌=1:2:1

[0136] 处理5:康氏木霉:链霉菌:枯草芽孢杆菌=2:2:1

[0137] 处理6:康氏木霉:链霉菌:枯草芽孢杆菌=1:1:2

[0138] 2. 试验方法

[0139] 有效活菌数的测定,采用平板计数法。

[0140] a、稀释:将混合菌液取10毫升加入90毫升的无菌水中,静置20分钟,在旋转式摇床上200转/分钟充分震荡30分钟,即成母液菌悬液(基础液)

[0141] 用无菌移液管分别吸取5.0毫升母液菌悬液加入45毫升无菌水中,按照1:10进行系列稀释,分别得到 $1:1 \times 10^1$ ,  $1:1 \times 10^2$ , ·····  $1:1 \times 10^8$ 。

[0142] b、加样及培养:每个样品取 $10^6$ 的稀释度,用无菌移液管分别吸取不同稀释度菌悬液0.1毫升,加至预先制备好的固体培养基平板上,分别用无菌玻璃刮刀将不同稀释度的菌悬液均匀地涂于琼脂表面。每一稀释度重复3次,同时以无菌水作空白对照,在合适的条件下培养。

[0143] c、菌落识别:取出代表菌落通过涂片、染色、镜检确认有效菌,进行平板计数。

[0144] d、菌落计数:

[0145] 计算方法:

$$[0146] \quad n_v = \bar{x} k v_1 / (v_0 v_2) \times 10^{-8}$$

[0147]  $n_v$ : 体积有效活菌数(亿/毫升),  $v_1$ : 基础液体积(毫升),  $v_2$ : 菌悬液加入量(毫升),  $v_0$ : 样品量(毫升),  $\bar{x}$ : 菌落平均数(个),  $K$ : 稀释倍数。

[0148] 3. 试验结果

[0149]

菌剂比例(康氏木霉:链霉菌:枯草芽孢杆菌)	板 1	板 2	板 3	平均	稀释倍数	菌落形成单位(亿/毫升)
2:1:2	182	194	229	202	6	2.4
1:1:1	108	123	164	132	6	1.5
2:1:1	151	190	163	168	6	2.0
1:2:1	138	140	124	135	6	1.6
2:2:1	177	148	168	164	6	1.9
1:1:2	150	133	165	150	6	1.8

[0150] 由表中结果可以看出康氏木霉:链霉菌:枯草芽孢杆菌的最佳比例为2:1:2。

[0151] 实施例7不同腐解剂处理秸秆对秸秆降解的影响试验

[0152] 1. 试验地点

[0153] 在吉林省公主岭市朝阳坡镇大房身村,进行了自制菌剂与其他两种菌剂田间效果小区试验对比,为了验证自制菌剂在玉米秸秆的腐熟降解作用效果。

[0154] 2. 材料与amp;方法

[0155] 2.1 试验用品

[0156] 堆制用菌种有3个:1) 引进的北京沃土天地生物科技有限公司生产的VT-1000菌剂;2) 引进的北京京圃园生物工程有限公司生产的秸秆腐熟剂(有机废物发酵菌曲,产品登记证号:微生物肥(2003)准字(0114)号;执行标准:GB20287-2006);3) 自制菌剂:将包含链霉菌、枯草芽孢杆菌和康氏木霉的原液按照体积比为2:1:2加入到包含如下质量百分比的物质的液体培养基中:0.5%蛋白胨,0.5%蔗糖,0.5%NaCl,0.3%CaCO<sub>3</sub>和0.1%酵母粉,接种量为0.1%(体积比),然后在38℃恒温摇床中培养3d,所得的混合培养液即为所述腐解剂。

[0157] 2.2 试验时间

[0158] 2015年6月8日—2015年7月8日。

[0159] 2.3 试验土壤

[0160] 供试土壤公主岭为黑土,土壤pH值6.7,有机质2.8%,碱解氮124.3毫克/千克,速效磷19.6毫克/千克,速效钾131.4毫克/千克。

[0161] 2.4 试验方法:

[0162] 发酵料配比为玉米秸秆80%,牛粪(或猪粪)20%,1000公斤干料加1.5公斤红糖,加3公斤尿素,加入300公斤清水,加入2升(2公斤)菌剂。即按堆肥干重的0.2%微生物菌剂均匀施入堆肥中,物料呈梯形堆积发酵,堆高150厘米左右,堆料底部宽200厘米左右,长度不限。秸秆用粉碎机粉碎。物料堆好后盖上塑料布等适当遮光。发酵时间1个月左右,当物料温度超过60度时开始翻堆,保证堆肥好氧过程,避免造成局部厌氧过程,5-6天翻堆1次,一般翻堆3-4次。

[0163] 本次试验共设3个处理:

[0164] 1) 80%玉米秸秆+20%牛粪+秸秆腐熟剂;

[0165] 2) 80%玉米秸秆+20%牛粪+VT-1000菌剂;

[0166] 3) 80%玉米秸秆+20%牛粪+自制菌剂。

[0167] 2.5数据统计方法

[0168] 试验结果统计分析采用t测验。

[0169] 3. 试验结果

[0170] 三种处理的秸秆降解速度都随着时间的增加而加快,没有显著差异。但秸秆降解程度确有不同,处理1的秸秆降解率为35.77%,处理2的秸秆降解率为38.82%,处理3的秸秆降解率为40.2%,由此可以验证自制菌剂优于其他两种菌剂。

[0171] 实施例8腐解剂不同喷施量田间效果试验

[0172] 1. 试验地点

[0173] 吉林省乾安县严字乡,进行了腐解剂不同喷施量的田间效果试验,为了验证不同喷施量条件下秸秆腐熟效果。

[0174] 2. 材料与方法

[0175] 2.1 试验材料

[0176] 肥料:吉林省农业科学院农业资源与环境研究所生产的腐解剂(即本发明的自制腐解剂),该产品有效活菌数为 $\geq 2.0$ 亿/克。

[0177] 作物:玉米秸秆(长度为5厘米左右)。

[0178] 2.2 供试土壤

[0179] 供试土壤为淡黑钙土,基本理化性状pH值、有机质、碱解氮、速效磷、速效钾分别为:7.9、2.5%、125.7毫克/千克、21.2毫克/千克、130.8毫克/千克。

[0180] 2.3 试验方法

[0181] 试验设5个处理:

[0182] 对照(ck):秸秆还田650千克/亩,清水喷施。

[0183] 处理1:秸秆还田650千克/亩,腐解剂4千克/亩,兑水20升喷施。

[0184] 处理2:秸秆还田650千克/亩,腐解剂3千克/亩,兑水20升喷施。

[0185] 处理3:秸秆还田650千克/亩,腐解剂2千克/亩,兑水20升喷施。

[0186] 处理4:秸秆还田650千克/亩,腐解剂1千克/亩,兑水20升喷施。

[0187] 每个处理重复3次,分别在秸秆腐解的第10天、20天和30天取出小样,烘干、称重,用于测定不同腐熟剂对秸秆的降解效果。

[0188] 3 结果与分析

[0189] 在秸秆还田量为650千克/亩,对照秸秆降解率为12.3%,处理1秸秆降解率为41.01%,处理2秸秆降解率为40.85%,处理3秸秆降解率为40.8%,处理4秸秆降解率为30.92%,结果可以看出,处理1、处理2、处理3的降解率相差无几。那么在面积一定,喷施成本一定的条件下,腐熟剂2千克/亩效果最佳。

[0190] 实施例9不同镇压强度参数比较试验

[0191] 重镇压是本发明的种植方法中一个重要环节,重镇压后可实现保墒,壮根的效果,基于此,对于重镇压强度进行筛选。

[0192] 1. 试验方法

[0193] 参照归零性试验标准,将土壤耕翻,深度为25厘米,土壤经过筛细、铺平,使容重达到0.95克/立方厘米左右,镇压采取模块静压,处理时土壤水分保持20.1%和20.6%,然后采用不同压强模拟,参数变化由0、300、600、1200、2400克/平方厘米;供试土壤为黑土和栗钙土。

[0194] 2. 试验结果

[0195] 结果表明,在栗钙土上,不同压强下土壤容重变化与黑土上的试验结果极为相近。在黑土上单位面积压强600克/平方厘米时,容重为1.28克/立方厘米(较佳容重状态),在栗钙土上,单位面积压强600克/平方厘米时,容重为1.23克/立方厘米(最佳容重状态);单位面积压强1200克/平方厘米时,两处的容重均为1.38克/立方厘米。

[0196] 参照此数量值制作重镇压器,从镇压器使用后田间土壤压实情况来看,大都为1.21-1.25之间(土壤最佳容重状态),保墒、保苗情况良好,未发现不良现象。基于此,中部黑土试验的合理压强为600-650克/平方厘米。