

豆利岭,刘庆峰,王 宁,等.不同土壤和播种深度下稻秸淋洗对小麦出苗及生长发育的影响[J].江苏农业科学,2019,47(23):106-110.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.23.025

不同土壤和播种深度下稻秸淋洗对小麦出苗及生长发育的影响

豆利岭¹,刘庆峰¹,王 宁^{2,3},于建光^{2,3},刘满强¹,张永春^{2,3},艾玉春^{2,3}

(1.南京农业大学资源与环境科学学院,江苏南京 210095; 2.江苏省农业科学院农业资源与环境研究所,江苏南京 210014;
3.农业农村部江苏耕地保育科学观测实验站,江苏南京 210014)

摘要:为准确评估稻秸对小麦的化感效应,有效设计农艺技术措施和配套农机操作,以应对稻秸还田产生的负面效应,开展不同土壤类型和播种深度下稻秸淋洗对小麦出苗及生长发育影响的盆栽试验。试验设置不覆盖稻秸直接降水(无稻秸淋洗)或覆盖稻秸后降水(稻秸淋洗)2种降水方式,选取2种土壤和3种播种深度,测定上述因素对小麦出苗率及小麦幼苗生长发育的影响。结果表明,在45 d内模拟降水总量80 mm的条件下,高沙土中小麦的出苗率及生长发育状况总体好于黄泥土;随着播种深度的增加,2种土壤中小麦的出苗率均呈下降趋势,其中高沙土播种深度为5.0 cm,黄泥土播种深度为1.0 cm且覆盖稻秸时,小麦出苗率和群体地上部总鲜质量显著下降;稻秸淋洗显著抑制小麦出苗率和生物量,且抑制作用随小麦播种深度的增加而增强,当黄泥土中小麦播种深度达5.0 cm时,稻秸淋洗导致小麦不能出苗。在长江中下游稻麦轮作区土壤黏粒含量较高的地区,当稻秸还田并伴有降水时,应避免小麦播种过深,以减轻稻秸还田对小麦出苗及生长发育的抑制作用。

关键词:土壤;播种深度;稻秸;淋洗;小麦;出苗;生长发育

中图分类号: S512.104 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)23-0106-04

稻秸还田作为一项有效的稻秸处置措施被广泛采用,稻秸还田技术以及还田效应在国内外被长期、大量地研究并报道^[1]。长期稻秸还田不仅能增加土壤中养分含量,改善土壤结构,增加作物产量,还具有良好的环境与生态效应^[2]。长江中下游稻麦轮作区是我国重要的粮食主产区,在该区域的茬口时间,要求快速收获并播种下茬作物与处理上茬稻秸的矛盾长期存在;尽管长期稻秸还田有助于提高小麦的产量和增加土壤肥力^[3],但水稻收获后大量稻秸还田对小麦出苗及幼苗生长发育产生不利影响的报道并不鲜见,同时稻秸还田后所引发的化感效应、病虫害多发、耕种质量低、农机农艺不配套等负面效应制约了其推广应用,大量未有效处理的稻秸被遗弃后产生的大气和水体污染事件层出不穷。

多数已有研究表明,稻秸全量还田使后茬小麦增产^[4-5],但也有研究认为,是否增产取决于多种因素的综合效应^[6],如玉米稻秸还田对小麦产量的影响不显著,但会提高赤霉病发生概率^[7]。还有报道发现,未风化的冬小麦稻秸对自身秧苗生长发育产生抑制作用^[8]。水稻稻秸还田条件下,影响小麦出苗的首要因素是土壤水分失衡,其次是稻秸阻碍^[9]。水

稻稻秸浸提液对小麦苗高、苗鲜质量、根鲜质量的影响表现为低浓度促进、高浓度抑制^[10]。植物残体导致的化感作用在全世界广泛存在,植物常通过活体分泌或残体腐解释放化感物质^[11]。当前的稻秸还田技术研究更多地围绕克服还田稻秸的物理性障碍、养分固定以及构建快腐菌群等开展,而对稻秸化感效应的研究远远不够。

目前,国内外围绕稻秸覆盖对小麦幼苗的影响研究较多,但关于稻秸覆盖并经淋洗对不同土壤类型、播种深度下小麦的影响研究鲜有报道。稻麦轮作区水稻收获后播种小麦时,由于水稻稻秸产生量大且稻秸还田耕作后土壤表层松软,小麦的播种更易产生过深或过浅现象,加之小麦播种后常伴随有间歇性阴雨天气,因此应有效评估水稻稻秸还田后,在不同区域(土壤类型)、不同播种深度下,稻秸淋洗对小麦出苗及幼苗生长发育的影响,进而更有效地设计农艺技术措施和配套农机操作,以应对稻秸还田实践产生的负面效应,同时助于有效预测稻麦轮作区不同年份小麦产量变动。

1 材料与方法

1.1 供试材料

试验于2015年10—12月在江苏省农业科学院农业资源与环境研究所人工气候室开展,供试水稻稻秸为成熟干燥未腐烂的水稻稻秸,粉碎至长2~5 cm备用。供试土壤为采自江苏省泰州市的高沙土(pH值为7.25,有机质含量为20 g/kg,全氮含量为0.55 g/kg)和无锡市的黄泥土(pH值为6.38,有机质含量为48.2 g/kg,全氮含量0.88 g/kg);供试小麦品种为宁麦13。

收稿日期:2018-09-04

基金项目:公益性行业(农业)科研专项(编号:201503136);国家自然科学基金面上项目(编号:41271308);江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(17)1001]。

作者简介:豆利岭(1991—),女,河北邯郸人,硕士,研究实习员,主要从事农田土壤退化与修复研究。E-mail:1376102637@qq.com。
通信作者:于建光,博士,研究员,主要从事土壤生态学以及农田土壤退化与修复研究。E-mail:yujg@jaas.ac.cn。

1.2 试验设计

试验选取 2 种土壤, 设置不覆盖秸秆直接模拟降水(无秸秆淋洗)或覆盖稻秸后模拟降水(秸秆淋洗)2 种水分管理方式, 并设置 3 种播种深度, 共 12 个处理(表 1)。每个处理重复 4 次, 总计 48 个盆钵。试验容器为塑料盆钵(直径为 17 cm, 高度为 16.5 cm), 盆钵底部加网筛并用托盘支撑盆钵, 每盆钵装风干土 2.3 kg。氮磷钾用量: 纯 N 为 0.15 g/kg, P_2O_5 为 0.1 g/kg, K_2O 为 0.15 g/kg。将各处理盆钵所施用化肥与土壤充分混匀。覆盖秸秆各处理盆钵分别添加秸秆, 添加秸秆量等同于常规大田秸秆还田量(9 000 kg/hm²)。

试验开始时, 各处理盆钵土壤与水量均根据不同处理进行装填, 各盆钵最终加水至土壤田间最大持水量的 75%。不同处理盆钵分别在不同深度播种小麦种子, 各盆钵均播种小麦种子 36 粒, 所有盆钵置于人工培养箱中培养, 白天培养温度为 20 ℃, 恒温, 光照 12 h, 光照度为 10 000 lx; 夜间培养温度为 15 ℃恒温, 无光照。模拟降水各盆钵加入同等水量, 具体操作: 每 5 d 进行 1 次模拟降水, 通过喷雾模拟降水, 通过天平称质量控制降水量, 每次模拟降水量为 8 mm, 共 10 次, 模拟降水总量为 80 mm。

培养 45 d 后, 对所有盆钵进行破坏性采样, 将小麦幼苗从土壤根部剪开, 快速统计小麦苗数、株高和地上部鲜质量等, 计算小麦出苗率; 对部分小麦新鲜植株进行冷藏, 用于测定植株丙二醛(MDA)、脯氨酸含量。

表 1 秸秆淋洗试验设计

处理	播种深度 (cm)	秸秆覆盖情况	土壤类型
S0.5	0.5	无秸秆	高沙土
S1	1.0	无秸秆	高沙土
S5	5.0	无秸秆	高沙土
SRs0.5	0.5	秸秆覆盖	高沙土
SRs1	1.0	秸秆覆盖	高沙土
SRs5	5.0	秸秆覆盖	高沙土
C0.5	0.5	无秸秆	黄泥土
C1	1.0	无秸秆	黄泥土
C5	5.0	无秸秆	黄泥土
CRs0.5	0.5	秸秆覆盖	黄泥土
CRs1	1.0	秸秆覆盖	黄泥土
CRs5	5.0	秸秆覆盖	黄泥土

1.3 测定指标与方法

小麦出苗率通过出苗数与播种数相比获得, 小麦苗期株高采用直尺进行测量, 地上部鲜质量通过精确到 0.01 g 的电子天平进行称量, 小麦植株丙二醛含量的测定采用硫代巴比妥酸法, 脯氨酸含量的测定采用磺基水杨酸法。

1.4 数据处理

数据统计分析采用 Microsoft Excel 2007 和 SPSS13.0 软件进行, 显著性差异分析采用 LSD 法, 因素分析采用 GLM 模型进行。

2 结果与分析

2.1 不同土壤类型、播种深度下秸秆淋洗对小麦出苗率的影响

由图 1 可知, 在相同播种深度与秸秆淋洗条件下, 经 45 d

的培养后, 高沙土处理小麦的出苗率均显著高于黄泥土($P < 0.05$); 2 种土壤无论是否经秸秆淋洗, 随着小麦播种深度增加, 小麦的出苗率均逐渐下降, 其中高沙土中播种深度达 5.0 cm 时小麦的出苗率显著低于 0.5、1.0 cm 处理, 黄泥土中播种深度达 1.0 cm 时小麦的出苗率就开始显著降低。

高沙土中当小麦的播种深度为 0.5、1.0 cm 时, 秸秆淋洗未对小麦的出苗率产生显著影响, 而当播种深度为 5.0 cm 时, 秸秆淋洗显著抑制小麦的出苗; 黄泥土中所有播种深度下, 秸秆淋洗均可降低小麦出苗率, 其中播种深度为 1.0 cm 时, 秸秆淋洗使小麦出苗率接近零, 而当播种深度为 5.0 cm 时, 秸秆淋洗的小麦不出苗, 因此后面不对该处理作差异显著性分析。

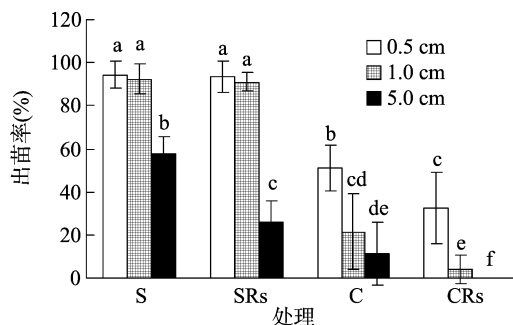


图 1 不同土壤类型、播种深度下秸秆淋洗对小麦出苗率的影响

2.2 不同土壤类型、播种深度下秸秆淋洗对小麦株高的影响

由图 2 可知, 在相同播种深度及秸秆淋洗条件下, 经 45 d 的培养后, 高沙土处理小麦的株高大多大于黄泥土处理; 高沙土中, 无论是否经秸秆淋洗, 随着小麦播种深度增加, 小麦的株高均先增加后降低, 而在黄泥土中, 小麦的株高在不同播种深度时的变化不大。

高沙土中, 秸秆淋洗处理小麦的株高略有增加, 而在黄泥土中当播种深度为 0.5、1.0 cm 时, 秸秆淋洗处理使小麦的株高略有增加, 但在播种深度为 5.0 cm 时, 秸秆淋洗处理小麦未出苗。这表明在相同的播种深度下, 秸秆淋洗对小麦株高的影响不因土壤类型而变化, 除黄泥土播种深度达 5.0 cm 时小麦未出苗而无法比较外, 秸秆淋洗似乎有利于增加出苗后小麦的株高。

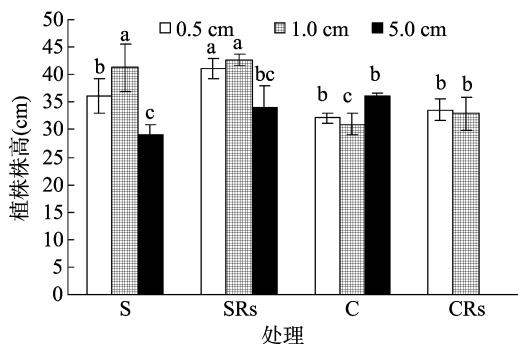


图 2 不同土壤类型、播种深度下秸秆淋洗对小麦株高的影响

2.3 不同土壤类型、播种深度下秸秆淋洗对小麦生物量的影响

由图 3 - A 可知, 在相同播种深度与秸秆淋洗条件下, 经 45 d 的培养后, 高沙土处理小麦单株地上部鲜质量大多大于

相应黄泥土处理;无论是否经秸秆淋洗,随着播种深度增加,高沙土处理的小麦单株地上部鲜质量先增加后降低,其中播种深度为 1.0 cm 时最高,而为 5.0 cm 时最低;除 CRs 5 处理外,2 种土壤在相同的播种深度下,秸秆淋洗均有助于小麦单株地上部鲜质量的增加,且大多处理间差异显著。

小麦地上部总鲜质量反映了群体状态,其受小麦单株地上部鲜质量和出苗率的影响。由图 3-B 可知,在相同播种深度及秸秆淋洗条件下,高沙土中小麦地上部总鲜质量均大

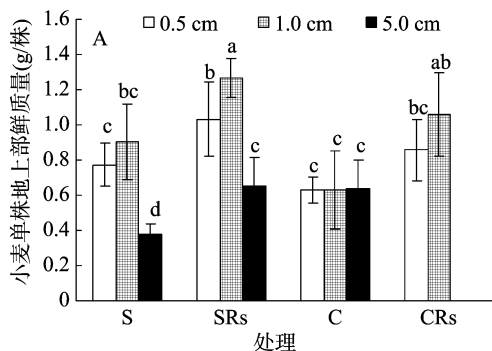
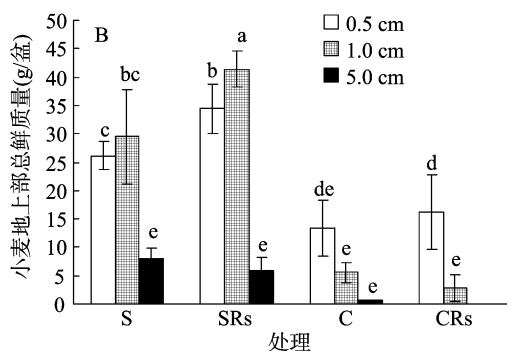


图3 不同土壤类型、播种深度下秸秆淋洗对小麦生物量的影响

于黄泥土;无论是否经秸秆淋洗,随着播种深度增加,高沙土处理小麦植株地上部总鲜质量先增加后大幅降低,其中播种深度为 1.0 cm 时最高,而播种深度为 5.0 cm 时最低;在播种深度为 0.5、1.0 cm 时,高沙土和黄泥土中秸秆淋洗均增加了小麦群体地上部的生物量(黄泥土播种深度为 1.0 cm 的处理除外),而在播种深度为 5.0 cm 时,高沙土中秸秆淋洗降低了小麦群体地上部总鲜质量;黄泥土播深 5.0 cm 时秸秆淋洗条件下小麦未出苗,无法比较。



2.4 不同土壤类型、播种深度下秸秆淋洗对小麦生理生化过程的影响

MDA 含量的高低与植株的抗逆性有密切的联系。由图 4-A 可知,在相同土壤和秸秆淋洗条件下,播种深度对小麦植株丙二醛含量的影响不同,高沙土中无论是否经秸秆淋洗,不同播种深度下小麦植株丙二醛含量差异不大,而黄泥土中小麦未经秸秆淋洗处理下,小麦播种深度由 0.5 cm 变为 1.0 cm 和 5.0 cm 时,小麦植株丙二醛含量显著升高;相同土壤与播种深度下,秸秆淋洗大多对丙二醛含量没有显著影响,

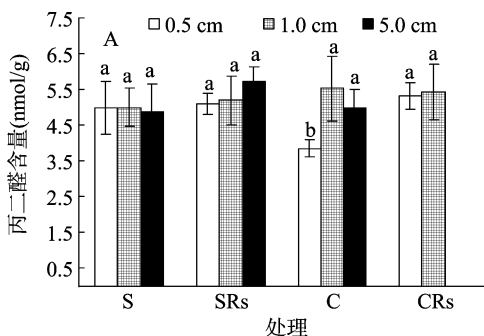
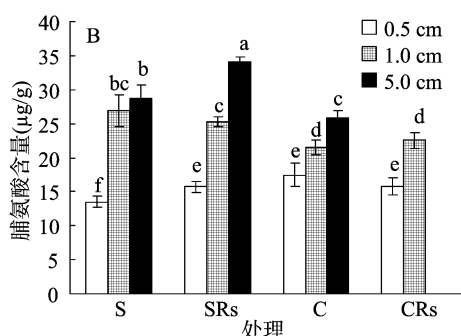


图4 不同土壤类型、播种深度下秸秆淋洗对小麦生理生化过程的影响

而在黄泥土播种深度为 0.5 cm 时,秸秆淋洗显著增加了小麦丙二醛的含量。

脯氨酸含量是表征植物体内渗透调节能力的指标,在受到外界环境胁迫条件下会上升。由图 4-B 可知,无论在何种土壤及秸秆淋洗条件下,随着播种深度的增加,小麦植株脯氨酸含量出现递增的趋势,且大多差异显著;高沙土中在 0.5、5.0 cm 播种深度下,经秸秆淋洗的小麦植株脯氨酸含量显著高于未经秸秆淋洗的。



2.5 植株生长变化的多因素分析

多因素分析结果(表 2)表明,土壤类型与播种深度均极显著地影响小麦出苗率、株高、单株鲜质量、总鲜质量及脯氨酸含量;秸秆淋洗极显著或显著影响小麦出苗率、总鲜质量、丙二醛含量及脯氨酸含量。土壤类型与播种深度的交互作用极显著影响小麦出苗率、总鲜质量和脯氨酸含量;土壤类型和秸秆淋洗的交互作用显著或极显著影响小麦单株鲜质量、总鲜质量和脯氨酸含量;播种深度和秸秆淋洗的交互作用显著影响脯氨酸含量,而 3 因素间的交互作用极显著影响脯氨酸含量。

3 讨论

不同的土壤类型由于其理化性状的差异会使得在其中生

长作物的发芽及生长发育状况存在差异,本试验中的 2 种土壤理化性状差异明显,高沙土黏粒含量低,黄泥土黏粒含量高,因此 2 种土壤的持水性能、养分供应能力和微生物活性均不同。在小麦播种深度和水稻秸秆淋洗相同的条件下,小麦在 2 种土壤中的表现迥异,其出苗率、株高、生物量和植株脯氨酸含量等均因土壤类型不同而出现差异,总体上,高沙土中小麦的出苗率、株高、生物量要高于黄泥土,与朱卫红等进行的玉米出苗试验结果^[12]一致。土壤质地产生的影响更多与含水量相关,土壤含水量过高或过低显著影响小麦出苗及幼苗生长^[13];已有研究中更多报道的是在北方旱作中水分含量较低时,黏土相比于沙土更有利于作物的出苗与生长^[14],而在长江中下游稻麦轮作区由于小麦播种后降水出现频率较

表 2 植株生长变化的多因素分析

因素	指标					
	小麦出苗率	小麦株高	小麦单株鲜质量	小麦总鲜质量	小麦植株丙二醛含量	小麦植株脯氨酸含量
土壤类型	****	****	***	****	NS	****
播种深度	****	**	***	****	NS	****
秸秆淋洗	**	NS	NS	*	*	*
土壤类型 × 播种深度	***	NS	NS	****	NS	****
土壤类型 × 秸秆淋洗	NS	NS	*	**	NS	***
播种深度 × 秸秆淋洗	NS	NS	NS	NS	NS	*
土壤类型 × 播种深度 × 秸秆淋洗	NS	NS	NS	NS	NS	****

注: * 表示影响显著 ($P < 0.05$), ** 表示影响极显著 ($P < 0.01$), *** 表示影响极显著 ($P < 0.001$); **** 表示影响极显著 ($P < 0.0001$), NS 表示影响不显著。

大,在模拟田间间歇降水的条件下,2 种土壤水分含量均较高,黄泥土由于具有较好的保水性,使土壤有效含水量超过小麦适宜的需水范围,而高沙土由于排水量及蒸发量相对较大,相比于黄泥土更有利于小麦的出苗与生长发育。

播种深度是影响小麦出苗和长势的条件之一,播种过深或过浅均能影响小麦的出苗。大量试验表明,小麦苗期的出苗率受播种深度、土壤类型、秸秆、温度、土壤湿度、种子本身特点等的影响,生产中一般会综合诸多因素选择适合的小麦播种深度^[15]。一般随着播种深度的增加,作物种子的出苗率会下降^[16-18],本试验结果与上述研究发现一致。植株的生物量可以衡量植株的生长状况,在本试验中小麦播种深度达 5.0 cm 时,所有处理(C 处理除外)小麦生物量均显著下降,与刘鑫等的研究^[19]相似。已有研究表明,在 2~6 cm 范围内,播种越浅小麦出苗率和越冬期单株干质量越高,淹水对其影响越小^[19]。小麦属于不耐涝的作物,而长江中下游地区降水充沛,土壤含水量高,因而小麦的播种深度不宜较深。

已有研究报道,不同类型秸秆均可对小麦的发芽或出苗产生抑制作用,如麦田杂草播娘蒿、芥菜、野燕麦、婆婆纳、泽漆浸提液明显抑制小麦的发芽^[20-21];玉米秸秆抑制小麦种子萌发,降低小麦出苗率以及生物量等^[22-23]。秸秆覆盖由于具有良好的保水保温性而在农田中被采用,但其在小麦播种后初期能否发挥正效应则取决于是否有降水过程,即秸秆是否经历淋洗过程,原因在于秸秆浸提液或腐解液可能对小麦出苗产生化感作用^[24-25];在本试验中,秸秆淋洗会影响小麦的出苗及生长发育,与董志强等的研究结果^[26]大体一致。笔者的前期研究结果表明,水稻秸秆淋洗和腐解液中含有多种化感物质(未发表数据),而化感物质如酚酸等可能会抑制小麦的出苗或幼苗的生长^[27],本试验中这种作用则更多表现在对小麦出苗的抑制上,而对于出苗后小麦幼苗似乎有促进作用,原因可能在于早期秸秆淋洗液中化感物质的种类和浓度更易产生抑制作用,而随着秸秆淋洗次数及时间的增加,秸秆淋洗液中化感物质的种类及浓度均发生变化,更多地体现出低浓度的正向促进作用。

4 结论

在本试验模拟土壤水分供应条件下,高沙土中小麦的出苗及生长发育状况总体好于黄泥土。

2 种土壤无论是否经秸秆淋洗,随着小麦播种深度增加,小麦的出苗率均逐渐下降,其中高沙土中播种深度达

5.0 cm、黄泥土中播种深度达 1.0 cm 时小麦的出苗率显著降低($P < 0.05$)。

秸秆淋洗极显著或显著影响小麦出苗率和生物量,其中出苗率所受影响尤其明显,且抑制作用随小麦播种深度的增加而增强;当高沙土中播种深度达 5.0 cm、黄泥土中播种深度达 1.0 cm 时,小麦出苗率受到显著抑制作用($P < 0.05$),尤其当黄泥土中小麦播种深度达 5.0 cm 时,秸秆淋洗导致小麦不能出苗。

参考文献:

- [1] 蔡晓布,钱成,张永青,等. 秸秆还田对西藏中部退化土壤环境的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2003,9(4):411-415.
- [2] Becker M, Asch F, Maskey S L, et al. Effects of transition season management on soil N dynamics and system N balances in rice-wheat rotations of Nepal[J]. Field Crops Research,2007,103(2):98-108.
- [3] 徐祖祥. 长期秸秆还田对冬小麦产量及土壤肥力的影响[J]. 山地农业生物学报,2010,29(1):10-13.
- [4] 马永良,师宏奎,张书奎,等. 玉米秸秆整株全量还田土壤理化性状的变化及其对后茬小麦生长的影响[J]. 中国农业大学学报,2003,8(增刊1):42-46.
- [5] 邵云,马守田,李学梅,等. 秸秆还田方式对麦田土壤碳、氮、水动态及小麦产量的影响[J]. 麦类作物学报,2014,34(11):1545-1551.
- [6] 蒋向,任洪志,贺德先. 玉米秸秆还田对土壤理化性状与小麦生长发育和产量的影响研究进展[J]. 麦类作物学报,2011,31(3):569-574.
- [7] 乔玉强,曹富富,赵竹,等. 秸秆还田与施氮量对小麦产量和品质及赤霉病发生的影响[J]. 麦类作物学报,2013,33(4):727-731.
- [8] Wuest S B, Albrecht S L, Skirvin K W. Crop residue position and interference with wheat seedling development[J]. Soil & Tillage Research,2000,55(3/4):175-182.
- [9] 李波,魏亚凤,季桦,等. 水稻秸秆还田与不同耕作方式下影响小麦出苗的因素[J]. 扬州大学学报(农业与生命科学版),2013,34(2):60-63.
- [10] 李贵,张弘玥,王晓琳. 水稻秸秆浸提液对小麦及其伴生杂草生长的影响[J]. 杂草科学,2014,32(1):34-38.
- [11] Bais H P, Vepachedu R, Gilroy S, et al. Allelopathy and exotic plant invasion: from molecules and genes to species interactions[J]. Science of the Total Environment,2003,301(5638):1377-1380.

孔 瑞,胡正华,陈书涛,等. 增温和降水量减少对冬小麦和大豆生物量和酶活性的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(23):110-115.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.23.026

增温和降水量减少对冬小麦和大豆生物量和酶活性的影响

孔 瑞^{1,2}, 胡正华^{1,2}, 陈书涛^{1,2}, 柯浩楠², 王亚萍², 吴杨周²

(1. 南京信息工程大学气象灾害预报预警与评估协同创新中心/江苏省农业气象重点实验室, 江苏南京 210044;

2. 南京信息工程大学应用气象学院, 江苏南京 210044)

摘要:通过田间控制试验,设置对照(CK)、增温约 2 ℃(T)、降水量减少 30%(P)、增温约 2 ℃+降水量减少 30%(TP)4 种不同处理,研究增温和降水减少对作物生物量以及叶片硝酸还原酶(nitrate reductase,简称 NR)、土壤酶活性的影响。结果表明,在冬小麦生长季,与 CK 相比,T 处理在抽穗—扬花期显著增加地上生物量 46.01% ($P=0.000$)、总生物量 34.07% ($P=0.001$),在灌浆—成熟期显著增加地上生物量 30.47% ($P=0.028$);TP 处理在拔节—孕穗期显著增加地上生物量 53.45% ($P=0.024$),在抽穗—扬花期显著增加地上生物量 19.82% ($P=0.014$),在收获期显著增加地上生物量 34.60% ($P=0.004$)、总生物量 29.08% ($P=0.011$)。在大豆生长季,与 CK 相比,T 处理在三叶期显著增加地上生物量 48.89% ($P=0.035$)、总生物量 38.23% ($P=0.041$),在开花期显著增加地上生物量 82.61% ($P=0.035$)、总生物量 74.05% ($P=0.040$);TP 处理在三叶期显著增加地上生物量 43.56% ($P=0.030$)、总生物量 42.54% ($P=0.027$);P 处理对冬小麦和大豆的生物量影响未达到显著水平。增温、降水量减少处理对冬小麦和大豆叶片 NR 活性没有显著影响,但 TP 处理在大豆开花期显著增加 NR 活性,增幅为 42.84% ($P=0.023$)。增温和降水量减少对冬小麦和大豆土壤酶活性的影响规律基本一致,相比于 CK,T 处理增加土壤转化酶和脲酶活性、降低土壤过氧化氢酶活性,P 处理降低扬花期土壤脲酶活性,TP 处理增加成熟期土壤转化酶活性。

关键词:增温;降水量减少;冬小麦;大豆;生物量;酶活性

中图分类号: S181;S162.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)23-0110-06

21 世纪全球的平均气温将会升高 1.5~4.8 ℃^[1],全球气温升高且具有持续上升的趋势已成为不争的事实。地表温

度的持续升高将会改变大气环流及水文模式,进而引发全球或区域降水格局的变化^[2-3],极端降水和干旱事件随之交替频发^[4]。降水格局和温度作为影响农田生态系统植物生长和土壤微生物活性的重要因素,由气候变化引起的温度升高和降水格局变化势必会对农田生态系统产生影响。

农田在陆地生态系统的物质循环和能量流动中起着主导作用,农作物生物量是研究全球碳循环的重要组成部分,作为评价生态系统的重要指标,许多学者对不同条件下农作物生物量对温度和降水量等环境因子改变的响应进行研究^[5-10]。

收稿日期:2018-11-04

基金项目:国家自然科学基金面上项目(编号:41775152、41775151);

江苏省大学生实践创新计划(编号:201810300070Y)。

作者简介:孔 瑞(1994—),女,河南驻马店人,硕士研究生,主要从事农业气象与生态研究。E-mail:923875630@qq.com。

通信作者:胡正华,博士,教授,主要从事农业应对气候变化研究。

E-mail:zhhu@nuist.edu.cn。

[12] 朱卫红,铁双贵,孙建军,等. 不同土壤质地及播种深度对甜玉米出苗潜势的影响[J]. 河南农业科学,2005(11):35-36.

[13] 王传海,申双和,郑有飞,等. 土壤湿度对小麦出苗及幼苗生长的影响[J]. 南京气象学院学报,2002,25(5):693-697.

[14] 冯 棣,张俊鹏,申孝军,等. 不同质地土壤咸水造墒对棉花出苗及幼苗生长的影响[J]. 灌溉排水学报,2013,32(6):12-14,18.

[15] 黄 海. 小麦的适宜播种深度[J]. 中国农垦,1998(11):45.

[16] 谢 皓,贾秀婷,陈学珍,等. 播种深度和种子大小对大豆出苗率和幼苗生长的影响[J]. 农学学报,2012,2(6):10-14,20.

[17] 岳丽杰,文 涛,杨 勤,等. 不同播种深度对玉米出苗的影响[J]. 玉米科学,2012,20(5):88-93.

[18] 高海燕,程庆军,田承华,等. 播种深度对高粱出苗和幼苗生长的影响[J]. 中国农学通报,2014,30(30):89-94.

[19] 刘 鑫,尹承苗,李 慧,等. 播种深度和播后淹水时间对冬小麦出苗率及冬前幼苗质量的影响[J]. 中国农学通报,2011,27(3):189-194.

[20] 杨 超,慕小倩. 伴生杂草播娘蒿对小麦的化感效应[J]. 应用生态学报,2006,17(12):2389-2393.

[21] 张军林,慕小倩,李晓玲,等. 伴生杂草对小麦化感作用的研究初报[J]. 中国农学通报,2006,22(7):458-461.

[22] 李少昆,王克如,冯聚凯,等. 玉米秸秆还田与不同耕作方式下影响小麦出苗的因素[J]. 作物学报,2006,32(3):463-465,478.

[23] 张承胤,代 丽,甄文超. 玉米秸秆还田对小麦根部病害化感作用的模拟研究[J]. 中国农学通报,2007,23(5):298-301.

[24] 李逢雨,孙锡发,冯文强,等. 水稻秸秆水浸提液对小麦的化感作用研究[J]. 西南农业学报,2008,21(4):960-964.

[25] 董雪芳,李 俊,赖运平,等. 水稻秸秆浸提液对小麦幼苗的化感作用[J]. 西华师范大学学报(自然科学版),2010,31(2):144-147,153.

[26] 董志强,朱红霞,白昕欣,等. 秸秆还田对小麦幼苗生长和土壤养分变化的影响[J]. 中国农学通报,2014,30(6):77-81.

[27] 刘秀芬,胡晓军. 化感物质阿魏酸对小麦幼苗内源激素水平的影响[J]. 中国生态农业学报,2001,9(1):86-88.