

基于不同土壤类型与不同排水条件的夏玉米淹水试验研究

高子乐, 孙晋锴

(河南省豫东水利工程管理局 惠北水利科学试验站, 河南 开封 475000)

摘要:【目的】研究淹水对夏玉米生长的影响, 确定夏玉米受淹后的排水要求。【方法】采用有底测坑, 对不同土壤类型条件下的夏玉米在抽雄期进行淹水试验, 分析不同淹水历时和土壤孔隙度达到 10% 时对产量损失的影响。

【结果】有地下排水条件的夏玉米减产损失小于无地下排水条件的玉米减产损失。有地下排水条件的测坑淹水 2~5 d, 夏玉米减产率为 3.0%~33.3%, 无地下排水条件的测坑淹水 2~4 d, 夏玉米减产率为 8.5%~25.5%; 有地下排水条件时, 不同土壤夏玉米的产量损失以黏土的最大, 其余依次为壤土、沙壤土和沙土。无地下排水条件时, 以沙壤土的减产损失最大, 沙土的最小, 壤土和黏土介于前 2 种土质之间。【结论】夏玉米在抽雄期受淹后, 产量随受淹时间的增加而减少, 不同土壤类别和有、无地下排水条件也决定着夏玉米减产损失的大小。

关键词: 夏玉米; 土壤类型; 淹水历时; 排水; 产量

中图分类号: S513; S274.1

文献标志码: A

doi: 10.13522/j.cnki.ggps.2022164

高子乐, 孙晋锴. 基于不同土壤类型与不同排水条件的夏玉米淹水试验研究[J]. 灌溉排水学报, 2022, 41(Supp.1): 19-25.

GAO Zile, SUN Jinkai. Experimental Study on Summer Maize Flooding Based on Different Soil Types and Different Drainage Conditions[J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2022, 41(Supp.1): 19-25.

0 引言

【研究意义】河南降水具有年际变化大、年内分配不均等特点, 因此易出现洪涝灾害^[1], 特别是 7 月下旬和 8 月上旬, 此阶段夏玉米正处在抽雄关键期, 受淹后如何排水对后期产量产生重要影响。传统的允许淹水时间依据作物产量与地面淹水时间的关系确定, 忽略了受涝土壤上的作物产量不仅取决于地面淹水时间, 还取决于土壤排水和土质条件。【研究进展】徐建新等^[2]就土壤通气性对冬小麦的影响进行了研究, 得出作物的生长、产量与土壤通气状况紧密相连。沈荣开等^[3]以作物受淹历时加表层土壤通气率达到 10% 的时间作为总排水时间建立作物减产关系, 将农田的除涝与排渍统一起来进行排水工程规划设计, 这种方法考虑到了地面积水排出后作物根层孔隙度达到 10% 的时间, 并给出了各种土壤的技术参数, 其分析研究方法具有较好的参考价值。【切入点】国内虽已有渍涝连续抑制天数等指标作为棉花生育期排水标准的研究报道^[4-6], 但针对夏玉米淹水的研究尚不多见, 玉米是我国主要的粮食作物之一, 可以用作饲

料、工业原料及食用, 其产量高低直接影响我国的粮食安全^[7]。【拟解决的关键问题】故采用坑测法对夏玉米进行淹水试验研究, 对比分析不同土壤类型和有、无地下排水对夏玉米产量的影响, 为夏玉米产生渍涝灾害进行排水提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验于 2019 年 6—10 月在惠北水利科学试验站的测坑内进行, 该试验站位于河南省开封市祥符区, 地处东经 114°31', 北纬 34°46', 海拔 68.1 m, 属于暖温带半干旱半湿润季风气候, 多年平均降水量 654.9 mm, 最大年降水 1 059.0 mm (1964 年), 最小降水 346.3 mm (1966 年), 雨量大都集中在 6—9 月, 其降水量占全年的 70% 左右, 该区多年平均蒸发量为 1 221.7 mm, 年最大蒸发量为 1 582.5 mm, 年最小蒸发量为 779.5 mm, 年平均日照时间为 2 267.6 h, 光温资源丰富。

1.2 试验设计

供试夏玉米品种为“郑单 958”, 为当地主栽品种。为了获取夏玉米在不同土壤类型与不同排水条件下淹水后的影响, 试验设计参照段爱旺等^[8]作物耐渍涝试验方法设计试验, 即 4 种土壤类型, 每种土壤类

收稿日期: 2022-03-29

基金项目: 河南省水利科技攻关计划项目 (GG201938)

作者简介: 高子乐 (1982-), 男, 高级工程师, 主要从事节水灌溉试验研究。E-mail: gaozile99111@163.com

型 2~5 d 的淹水天数,其中淹水 2~4 d 的各设 1 个有、保持土壤含水量占田间持水率的 70%进行管理,每个无地下排水的处理,淹水 5 d 的一律进行地下水排除,处理 2 个重复。另外每种土壤类型设置 1 个不淹水的对照区,对照区

表 1 试验设计

Table 1 Experiment design

土质	淹水 2 d		淹水 3 d		淹水 4 d		淹水 5 d		CK
	排水	不排水	排水	不排水	排水	不排水	排水	不排水	
沙土	x52	x11	x51	x12	x54	x13	x14	-	x53
沙壤土	x21	x22	x24	x23	x62	x63	x64	-	x61
壤土	x32	x31	x71	x72	x34	x33	x73	-	x74
黏土	x41	x42	x44	x43	x82	x83	x84	-	x81

1.2.1 测坑及土壤

主要试验设施为有底测坑,根据河南地区土壤类型情况,试验土壤有黏土、壤土、沙壤土和沙土 4 种,主要物理参数如表 2 所示。测坑一侧设有观测廊道,廊道内有排水沟和集水井。测坑底板以 1%的坡度倾

向廊道,每个测底部都安装有排水管和测压管,以测量排水流量和观测压力。供水管装置由测坑附近的机井抽水通过管道供水,输水管道上装有水表,以记录灌水量。为防止试验期间降雨,测坑设有防雨棚。

表 2 测坑土壤物理参数表

Table 2 Physical parameters of soil in test pit

土质	颗粒组成/%			砂粒比	黏粒比	液限/%	塑限/%	塑性指数	比重	土壤体积质量/(g·cm ⁻³)			
	>0.05	0.05~0.005	<0.005							0~20 cm	20~40 cm	40~60 cm	0~60 cm
沙土	45.0	38.9	16.1	0.82	0.29	28.5	21.4	7.1	2.71	1.28	1.34	1.34	1.33
沙壤土	9.8	69.9	20.3	0.11	0.23	28.4	19.2	9.2	2.72	1.29	1.39	1.42	1.38
壤土	11.0	59.2	29.8	0.12	0.33	29.0	17.8	11.2	2.73	1.31	1.39	1.48	1.42
黏土	15.0	45.0	40.0	0.18	0.47	29.7	20.0	15.0	2.74	1.61	1.60	1.62	1.61

1.2.2 地下排水条件

土壤释水速度决定土壤通气率的变化。土壤空气状态良好,可促进玉米的生长发育和产量提高,夏玉米长时间受涝受渍,土壤孔隙几乎全部被水充满,恶化了土壤通气状况,抑制了夏玉米正常生长,甚至使植株枯萎死亡,导致玉米减产或绝收^[9],刘高峰等^[10]研究认为土壤空气中的量为 10%~15%,最适宜根系的生长,低于此含量,根系生长就要受到影响。因此,在试验设计时考虑了有地下排水条件(在地面积水排除后同时开始排除地下水,使土壤处于自由释水状态)和无地下排水条件(地面积水排除后,不排地下水,土壤水分仅靠作物蒸腾和棵间蒸发)2 个因素,把夏玉米淹水时间和淹水后土壤孔隙度达到 10%的时间作为总排水时间。

1.2.3 淹水时机及历时

玉米是一种需水量大而又耐涝的作物,其不同发育阶段对涝渍害的敏感程度不一样^[11],本试验选取夏玉米抽雄期作为淹水试验期,淹水深度取 10 cm。

1.3 测定指标与方法

1.3.1 土壤含水率的观测

除淹水期间和淹水后土壤孔隙度未达到 10%这

段时间外,每 10 天测定 1 次土壤含水率。在淹水停止后,为了确定土壤孔隙度达到 10%的时间 T_{10} ,按 4 h 的时间间隔,采取人工取土法对 0~20、20~40 cm 和 40~60 cm 的土壤含水率进行跟踪测定。

1.3.2 淹水深度和排水量的观测

在淹水试验期间,每 4 h 观测 1 次淹水深度,当水位下降 1 cm 时,及时灌水至设计深度,同时记录灌水量。当达到设计淹水时间后根据不同处理排除测坑内地面积水或地下排水,记录地面排水和地下排水量。

1.3.3 测坑水位的观测

为了掌握测坑的释水过程,了解水位与土壤孔隙度的关系,在测定土壤含水率的同时,通过测压管观测测坑水位变化。

1.3.4 夏玉米生育动态调查与室内考种

对夏玉米株数、株高、叶面积系数、空秆率和单株有效穗数进行跟踪调查,收获后进行考种。

2 结果与分析

2.1 淹水期间的气象资料

气象资料采用惠北水利科学试验站的观测资料,如表 3 所示。

表 3 淹水试验期间的气象资料

Table 3 Meteorological data during flooding test

日期	降雨量/mm	蒸发量/mm	日照时间/h	气温/℃	相对湿度/%	风速/(m·s ⁻¹)
7月25日	0	7.0	4.6	26.7	30.0	1
7月26日	0	8.5	5.0	26.0	27.0	1
7月27日	0	7.0	4.6	25.2	28.5	3
7月28日	0	8.5	5.0	25.7	30.0	1
7月29日	0	9.0	4.8	27.0	29.5	2

2.2 排除地面水后土壤孔隙度变化规律

淹水期结束，在地面积水排除后，测坑土壤随着蒸发蒸腾和地下排水作用其土壤孔隙度逐渐增加，可根据夏玉米主要根系活动层的土壤含水率计算出土壤孔隙度，并分析其变化规律。

2.2.1 土壤孔隙度的计算

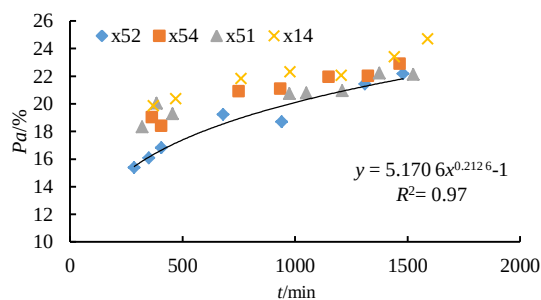
根据 0~60 cm 的土层平均含水率计算土壤孔隙度。土壤孔隙度计算式为：

$$Pa = (1 - S/D) \times 100,$$

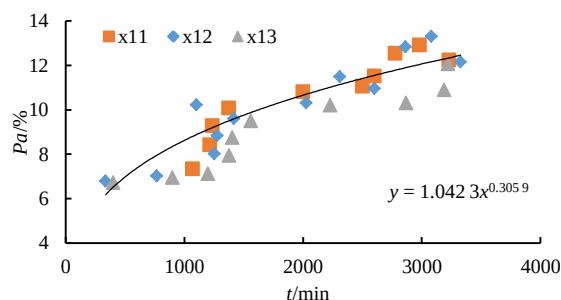
式中： Pa 为土壤孔隙度（%）； S 为土壤体积质量（ g/cm^3 ）； D 为土壤比重（ g/cm^3 ）。

2.2.2 土壤孔隙度的变化规律

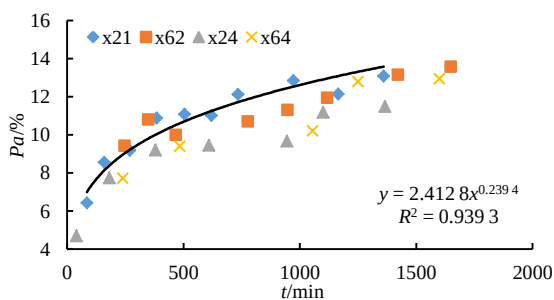
根据土壤孔隙度的计算结果，绘制不同土壤类型土壤孔隙度（ Pa ）与地面积水排除后持续时间（ t ）的关系曲线，如图 1 所示。从图 1 可以看出，有、无地下排水的不同土壤 Pa 和 t 都具有较好的一致性。



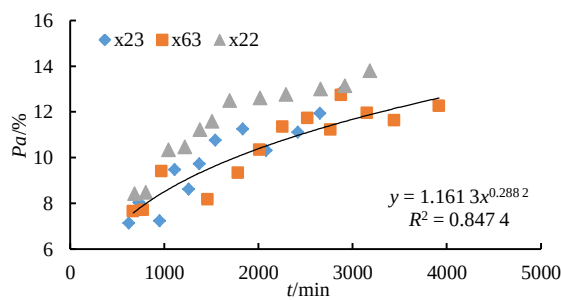
(a1) 沙土排水



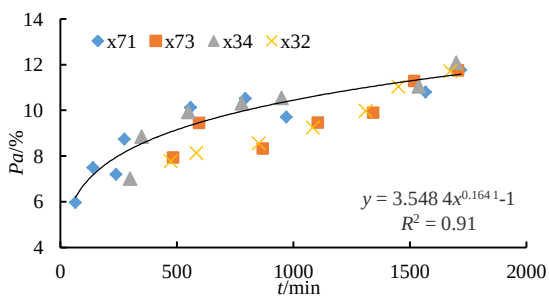
(a2) 沙土不排水



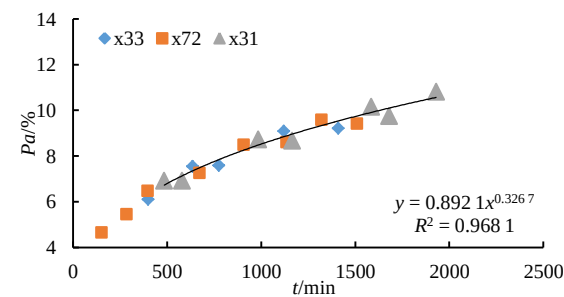
(b1) 沙壤土排水



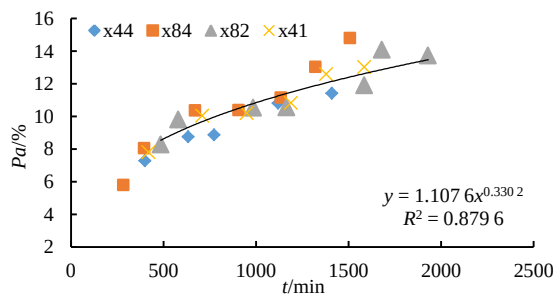
(b2) 沙壤土不排水



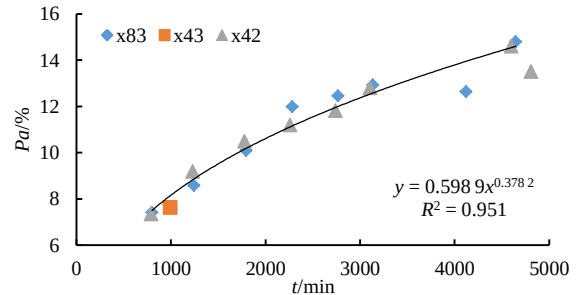
(c1) 壤土排水



(c2) 壤土不排水



(d1) 黏土排水



(d2) 黏土不排水

图 1 不同土壤孔隙度 (P_a) 与地面积水排除后持续时间 (t) 的关系曲线Fig.1 Relationship curve between porosity (P_a) of different soil types and duration (T) after removal of ground ponding

2.2.3 土壤孔隙度达到 10% 的时间 T_{10}

测坑地面积水排除后,不同土壤在不同排水条件下孔隙度达到 10% 的时间 T_{10} 如表 4 所示。

从表 4 可以看出,有地下排水条件的土壤孔隙度达到 10% 的时间 T_{10} 比较短,这是由于土壤中的水分处在向上和向下的双向释水状态,且以向下排水为主。其中黏土的阻水作用和土壤中黏粒所占比例最高影响排水速度,致使土壤的孔隙度达到 10% 时间 T_{10} 为

最长,沙土 T_{10} 最短,壤土的 T_{10} 大于沙壤土的 T_{10} ;无地下排水条件时,土壤的孔隙度达到 10% 的时间 T_{10} 比有地下排水条件的都大,不同土壤之间的 T_{10} 相差不多,这是因为土壤中的水分消退主要靠作物叶面蒸腾和棵间蒸发,土壤处于向上的单向释水状态,由于土壤颗粒组成和孔隙比的差异,使得黏土的 T_{10} 为最长,沙土 T_{10} 为最短,沙壤土和壤土的 T_{10} 居中。

表 4 土壤孔隙度达到 10% 时间 T_{10} 成果表Table 4 T_{10} results of soil porosity reaching 10%

项目	沙土		沙壤土		壤土		黏土	
	排水	不排水	排水	不排水	排水	不排水	排水	不排水
T_{10}/h	0.6	26.9	8.9	27.6	16.4	27.6	13.5	30.3
土壤孔隙比/ e	1.04		0.97		0.97		0.92	
土壤体积质量/($g \cdot cm^{-3}$)	1.33		1.38		1.38		1.42	
土壤比重	2.71		2.72		2.72		2.73	

2.2.4 测坑水位埋深的变化

有地下排水条件的测坑土壤水分处于自由释水状态,地下水埋深下降比较快。通过对测坑排水量的观测和对测压管水位的记载,水位由测坑地表降至 120 cm 以下的时间分别是沙土 12.4 h、沙壤土 19.2 h、壤土 23.6 h、黏土 21.4 h;无地下排水条件的测坑中,沙土和壤土地下水降速度比较快,而黏土地下水埋深下降速度比较慢,前二者地下水埋深降至 50 cm 的时间为 40.0 h,后者则为 75.0 h。

2.3 夏玉米受淹情况

2.3.1 淹水对夏玉米植株的影响

夏玉米淹水 2~5 d,各处理均未出现植株枯萎、死亡现象,仅有下部 2~3 片叶变黄、干枯。同时可见地面以上次生根量增加,玉米在淹水环境下可在茎基部已有的根原基快速形成大量不定根,取代因窒息死亡的初生根^[12],其原因是玉米根系长时间处在水中,气热状况不良,养分供应不足,无法满足其正常生长

需要所致。

2.3.2 淹水对夏玉米考种的影响

夏玉米受淹后有效穗数和果穗长度都有不同程度的减少,百粒质量随淹水天数增加也逐渐减小,每增加 1 d 淹水时间,百粒质量减少 0.66~1.20 g。在淹水天数相同的情况下,有地下排水条件的比无地下排水条件的百粒质量大 0.20~0.90 g,与冯跃华等^[13]得出的夏玉米淹水历时长短,地下排水与否,均对夏玉米穗粒数、百粒质量等产量构成要素有不同程度的影响结论一致。

2.3.3 淹水对夏玉米产量的影响

渍涝造成夏玉米减产是综合作用的结果^[14],夏玉米因受淹天数的增加影响了有效穗长和百粒质量,从而影响了产量。而土壤类型和有、无地下排水条件是夏玉米产量受制约的另外 2 个因素。夏玉米受淹减产率如表 6 所示。

表 5 夏玉米考种测产表

Table 5 Table of seed test and yield measurement of Summer Maize

土质类型	测坑编号	淹水天数/d	有效穗长/cm	百粒质量/g	产量/(kg·hm ⁻²)
沙土	x53	0	17.40	37.78	7 080.00
	x52	2	15.80	37.47	6 870.00
	x11	2	14.40	37.00	6 480.00
	x51	3	15.40	36.42	6 495.00
	x12	3	15.70	36.09	6 090.00
	x54	4	16.60	35.54	6 000.00
	x13	4	14.40	35.35	5 520.00
	x14	5	16.10	34.51	5 235.00
沙壤土	x61	0	18.10	38.82	7 230.00
	x21	2	14.60	37.42	6 825.00
	x22	2	16.60	36.63	6 450.00
	x24	3	15.60	36.20	6 420.00
	x23	3	16.40	36.04	6 045.00
	x62	4	15.60	35.43	5 895.00
	x63	4	15.10	35.10	5 475.00
	x64	5	16.90	34.19	5 160.00
壤土	x74	0	17.90	37.84	7 215.00
	x32	2	15.80	37.40	6 645.00
	x31	2	15.60	35.61	6 465.00
	x71	3	17.40	36.13	6 210.00
	x72	3	16.70	35.83	6 000.00
	x34	4	16.70	35.37	5 685.00
	x33	4	15.90	34.67	5 460.00
	x73	5	16.80	33.18	4 815.00
黏土	x81	0	17.60	37.75	7 125.00
	x41	2	17.20	37.41	6 660.00
	x42	2	16.50	36.51	6 345.00
	x44	3	17.20	36.22	6 270.00
	x43	3	14.60	35.95	5 850.00
	x82	4	16.70	35.38	5 715.00
	x83	4	15.30	34.69	5 310.00
	x84	5	15.60	33.92	4 920.00

表 6 夏玉米受淹减产率

Table 6 Comparison of yield reduction rate of summer maize flooded

土质	CK 产量/(kg·hm ⁻²)	淹水 2 d 减产率/%		淹水 3 d 减产率/%		淹水 4 d 减产率/%		淹水 5 d 减产率/%
		不排水	排水	不排水	排水	不排水	排水	
沙土	7 080.00	8.50	3.00	14.00	8.30	22.00	15.50	26.10
沙壤土	7 230.00	10.80	5.60	16.40	11.20	24.30	18.60	28.60
壤土	7 215.00	10.40	7.90	16.80	13.90	24.30	21.20	33.30
黏土	7 125.00	10.90	6.50	17.90	12.00	25.50	19.80	30.90

夏玉米受淹后，由于土壤类型的不同，其水分消退速度也不同，水气调整到适宜程度的时间有早有迟，致使减产损失有差异。与此同时有地下排水条件的夏玉米减产损失小于无地下排水条件的减产损失，同是

淹水 2~4 d，玉米减产率相差 2.5%~6.7%。从图 2 可以看出，在土壤释水条件相同的情况下，对于不同土壤得到的是一个统一的减产和排水时间的关系曲线，说明排水时间长短直接影响夏玉米的产量。

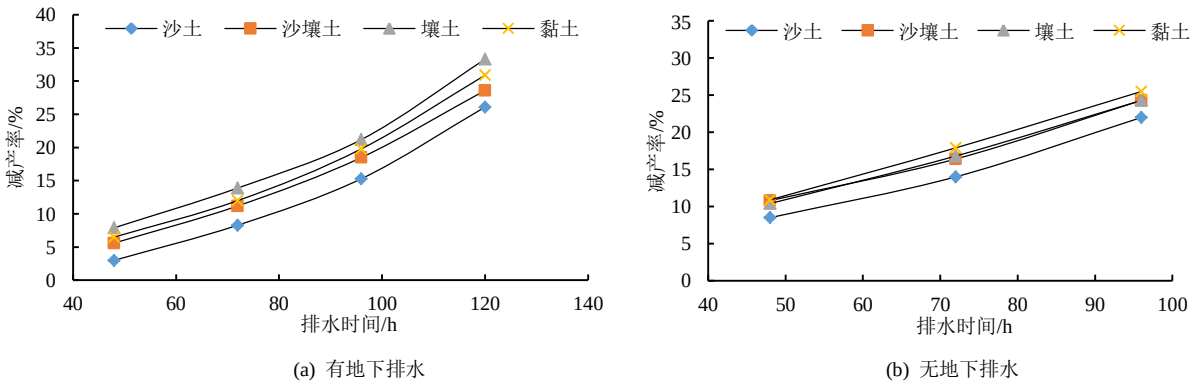


图 2 不同土壤类型对夏玉米产量的影响曲线

Fig.2 Influence curve of different soil types on summer maize yield

3 讨论

本试验选取抽雄期作为夏玉米淹水试验期, 试验结果只代表了这个生育阶段的受淹影响, 后续则可以针对夏玉米苗期、拔节期和乳熟期进行同类型的试验, 丰富研究成果。

在夏玉米淹水历时的设计上, 有排水条件的测坑淹水 2~5 d, 无排水条件的淹水 2~4 d, 俞建河^[16]开展的同类型试验中, 夏玉米淹水时长为 10 d, 为一些产生极端渍涝进行排水的事例提供了参考依据, 淹水历时的设定有待进一步研究。

随着制造技术进步和传感技术的发展, 基于时域反射 (TDR)、频域反射 (FDR) 技术以及遥感资料的土壤水分监测方法逐渐完善^[16], 在对土壤含水率变化的跟踪监测上, 可由先进仪器替代人工连续观测, 节省大量人力、物力。

4 结论

1) 夏玉米受淹 2~5 d, 对植株外观影响不大, 但有效穗数、果穗长度和百粒质量都受不同程度的影响, 产量损失随淹水天数的增加而增大。

2) 夏玉米受淹后, 不同土壤类型和有、无地下排水条件是进一步决定减产损失大小的关键因素。

3) 就土壤类型对产量的影响而言, 有地下排水条件的产量损失从重到轻依次为壤土、黏土、沙壤土和沙土; 无地下排水条件的产量以黏土的减产损失为最大, 沙土最小, 沙壤土和壤土的介于前 2 种土质之间, 且相差不大。

4) 夏玉米产生渍涝后, 有地下排水条件减产损失小于无地下排水条件的减产损失, 同是淹水 2~4 d, 夏玉米减产率相差 2.5%~6.7%。

参考文献:

- [1] 张焱, 孙照渤, 白莹莹, 等. 近 47a 华南前汛期旱涝特征[J]. 南京气象学院学报, 2008, 31(2): 176-182.
- [2] 徐建新, 臧明, 雷宏军, 等. 增氧灌溉对盆栽冬小麦生长及土壤通气性的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2019, 37(4): 17-24.
- [3] 沈荣开, 王修贵, 张瑜芳, 等. 渍涝排水控制指标的初步研究[J]. 水利学报, 1999, 30(3): 71-74.
- [4] 汤广民. 以渍涝连续抑制天数为指标的排水标准试验研究[J]. 水利学报, 1999(4): 25-29.
- [5] 李慧伶, 王修贵, 程伦国, 等. 多阶段受渍涝综合影响的农田排水指标试验研究[J]. 灌溉排水学报, 2005, 24(4): 1-4.
- [6] 朱建强, 乔文军. 渍涝连续过程以时间为尺度的作物排水控制指标研究[J]. 灌溉排水学报, 2003(5): 67-71.
- [7] 冯跃华, 高子乐, 肖俊夫. 渍涝对夏玉米生长发育及产量的影响试验[J]. 人民黄河, 2013, 35(3): 76-78, 81.
- [8] 段爱旺, 肖俊夫, 宋毅夫, 等. 灌溉试验研究方法[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2015: 176-182.
- [9] 刘战东, 肖俊夫, 南纪琴, 等. 淹涝对夏玉米形态、产量及其构成因素的影响[J]. 人民黄河, 2010, 32(12): 157-159.
- [10] 刘高峰, 周雷茸. 土壤通气不良对作物的影响及改善措施[J]. 现代农业科技, 2015 (13): 272-274.
- [11] 余卫东, 冯利平, 刘荣花. 玉米渍涝灾害研究进展与展望[J]. 玉米科学, 2013, 21(4): 143-147.
- [12] 葛均筑, 展茗赵明, 朱秋珍. 渍涝胁迫对玉米生理生化的影响研究进展[J]. 中国农学通报, 2012, 28(21): 7-11.
- [13] 冯跃华, 姜云鹭, 肖俊夫. 豫东平原夏玉米耐淹试验研究[J]. 灌溉排水学报, 2011, 30(6): 120-122.
- [14] 刘战东, 肖俊夫, 冯跃华, 等. 淹水历时与排水对夏玉米叶面积和产量的影响[J]. 河南农业科学, 2012, 41(1): 32-35, 39.
- [15] 郭卫华, 李波, 张新时, 等. FDR 系统在土壤水分连续动态监测中的应用[J]. 干旱区研究, 2003, 20(4): 247-251.
- [16] 俞建河. 不同淹水时期与历时对夏玉米生长和产量的影响试验研究[J]. 中国农村水利水电, 2016(3): 149-153.

Experimental Study on Summer Maize Flooding Based on Different Soil Types and Different Drainage Conditions

GAO Zile, SUN Jinkai

(Hubei Water Conservancy Scientific Test Station of East

Henan Water Conservancy Engineering Administration, Kaifeng 475000, China)

Abstract: 【Objective】 This paper studies the effect of flooding on summer maize and determines the drainage requirement of summer maize after flooding. 【Method】 The flooding experiment was carried out on Summer Maize in heading stage under different soil types by using bottom test pit, and the effects of different flooding duration and soil porosity up to 10% on yield loss were analyzed. 【Result】 The yield loss of summer maize with underground

drainage was less than that without underground drainage. The yield reduction rate of summer maize is 3.0%~33.3% when the test pit with underground drainage condition was flooded for 2~5 d, and 8.5%~25.5% when the test pit without underground drainage condition was flooded for 2~4 d; Under the condition of underground drainage, the yield loss of Summer Maize in different soils was the largest in clay, and the rest was loam, sandy loam and sandy soil in turn. When there was no underground drainage, the yield loss of sandy loam was the largest, sandy soil was the smallest, and loam and clay were between the first two kinds of soil. 【Conclusion】 The yield of summer maize decreases with the increase of flooding time after flooding in tasseling stage. Different soil types and underground drainage conditions also determine the loss of yield reduction of summer maize.

Key words: summer maize; soil type; flooding duration; drainage; yield

责任编辑：白芳芳

(上接第 18 页)

Effects of Anaerobic Sludge on Remediation of Sandy Soil and Biomass of Alfalfa

XU Jianqing¹, CHEN Zhouzhou², LIU Pengyu², CHEN Daijie²,
TAN Jun³, WU Yuansheng⁴, CHENG Yue⁵, CHU Xiaohe^{1*}

(1. Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310014, China; 2. Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240, China;

3. Shanghai Institute of Pharmaceutical Industry, Shanghai 201203, China;

4. Chifeng Anbang Industrial Waste Disposal Co., Ltd, Chifeng 024000, China;

5. Zhejiang Lvchuang Biotechnology Co., Ltd, Huzhou 313299, China)

Abstract: 【Objective】 In order to investigate the improvement effects of anaerobic sludge on water leakage and fertilizer leakage, nutrient imbalance, single microbial community structure and crop biomass decline of sandy soil.

【Method】 Four treatments were set up in this study, including no anaerobic sludge (CK), low anaerobic sludge application (A1), medium anaerobic sludge application (A2) and high anaerobic sludge application (A3), then explore the effects of anaerobic sludge on soil water storage capacity, soil nutrient status, soil microbial community structure and alfalfa biomass of sandy land with a thickness of 0~20 cm through field experiments.

【Result】 ①compared with the group CK without anaerobic sludge, the application of anaerobic sludge has a strong improvement effect on sandy soil, and the group A3 with high anaerobic sludge application amount of 30 t/hm² has the best improvement effect: the improvement of soil water storage reaches 32.26% (30 d), 25.3% (60 d) and 22.39% (90 d); ②in the initial stage of anaerobic sludge application, compared with the group CK, the content of soil organic matter in the group A3 increases by 139.38%, the content of soil total nitrogen and available nitrogen increases by 177.73% and 159.75%, the content of soil total phosphorus and available phosphorus increases by 111.64% and 1 062.75%, the content of soil total potassium and available potassium increases by 66.07% and 572.82% respectively; ③compared with the group CK, the soil urease activity and sucrase activity of the group A3 increase by 96.96% and 375.11%; ④compared with the group CK, the fresh weight and dry weight of alfalfa in the group A3 increase by 183.97% (90 d) and 180.98% (90 d). 【Conclusion】 It indicates that anaerobic sludge can significantly improve soil water storage capacity, increase soil nutrients, improve soil microbial species richness, increase soil enzyme activity, promote alfalfa growth and increase alfalfa biomass, furthermore, and with the increase of anaerobic sludge application, the improvement effects become more obvious.

Key words: anaerobic sludge; sandy soil improvement; soil water storage capacity; soil nutrients; alfalfa

责任编辑：白芳芳