

收获期烟秆的拉拔力及影响因素

谭谦^{1,2}, 孙松林^{1,2*}, 李军政^{1,2}, 陈魁^{1,2}, 高翔宇^{1,2}, 全伟^{1,2}

(1.湖南农业大学工学院, 湖南 长沙 410128; 2.湖南省现代农业装备工程技术研究中心, 湖南 长沙 410128)

摘要:测定并分析烟秆拉拔力与拉拔位移、烟秆直径、土壤含水率、土壤紧实度之间的相互关系。结果表明:拉拔烟秆是一个拉拔力上升阶段和拉拔力下降阶段的综合作用过程,当土壤含水率较低(13.2%)、土壤紧实度较大(18.6 kg/cm²)时,烟秆拉拔位移为 14 cm,拉拔力最大值为 1 654 N;当土壤含水率较高(21.8%)、土壤紧实度较小(11.54 kg/cm²)时,烟秆拉拔位移为 16 cm,拉拔力最大值为 1 628 N。烟秆直径与起拔力之间呈正相关直线回归关系,相关系数为 0.88,烟秆直径为 26.1~38.3 mm 时,起拔力为 551~1 840 N;土壤含水率越大,起拔力越小;土壤紧实度越大,起拔力越大。

关键词:烟秆;拉拔位移;直径;土壤含水率;土壤紧实度;起拔力

中图分类号:TB12

文献标志码:A

文章编号:1007-1032(2013)03-0319-04

Relationship between harvest tobacco stem pullout force and related factors

TAN Qian^{1,2}, SUN Song-lin^{1,2*}, LI Jun-zheng^{1,2}, CHEN Kui^{1,2}, GAO Xiang-yu^{1,2}, QUAN Wei^{1,2}

(1.College of Engineering, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China; 2.Hunan Provincial Engineering Technology Research Center for Modern Agricultural Equipment, Changsha 410128, China)

Abstract: Mensurated and analyzed the relationship among the tobacco stem pulling force and pull-out displacement, tobacco stem diameter, rate of soil moisture, soil compactness. The results indicated that the pulling force and displacement curves reveal that the tobacco stem pulling is a comprehensive effect pulling force rising stage and the pulling force decreased stage, when the soil moisture content was low(13.2%), the soil compactness was large(18.6 kg/cm²), the pull-out displacement was 14 cm, the maximum pullout force was 1 654 N, when the soil moisture content was high(21.8%), the soil compactness was small(11.54 kg/cm²), the pull-out displacement was 16 cm, the maximum pullout force was 1 628 N; the tobacco stem diameter and the pulling force between was positively related to the linear regression relation, correlation coefficient is 0.88, tobacco stem diameter in the range of 26.1–38.3 mm, the pullout force value between 551–1 840 N; the soil moisture was negatively correlated with the pulling force, the soil moisture content was greater, pulling force was small; the soil compactness was positively correlated with the pulling force, the soil compactness was greater, the pulling force was greater.

Key words: tobacco stem; pull-out displacement; diameter; soil moisture; soil compactness; pulling force

由于烟草秸秆腐烂后产生的化学物质对后茬作物生长会产生极大的副作用^[1],烟秆还田所携带的病原和虫原也将随之进入烟田,造成再侵染,因此,烟秆既不宜作燃料,也不宜还田作肥料^[2],必

须连根拔除干净。

目前,采用人工拔除烟秆,每人每天可拔除约 0.1 hm²,而采用机械拔秆,每人每天可拔除 1.3 hm²,人工拔秆成本大约为 750 元/hm²,机械拔秆成本约

收稿日期:2012-06-05

基金项目:中国烟草总公司湖南分公司重点项目(11-13Aa05)

作者简介:谭谦(1987—),男,湖南湘潭人,硕士研究生,主要从事农业机械设计与研究,472407648@qq.com; *通信作者, hnnssl@163.com

为220元/hm²[3]。可见,机械拔秆效率高,且成本较低。笔者对烟秆起拔力与烟秆拉拔位移、烟秆直径、土壤含水率、土壤紧实度的关系进行了试验研究,以期对烟草拔秆机拔取机构的设计提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

试验于2011年7月在湖南农业大学进行。烟草为HT材料,烟田株高80~160 cm。按照长势良好、茎秆笔直、粗细均匀的原则选择烟秆试样[4-5]。

1.2 方法

1.2.1 烟秆拉拔力的测定

烟草根部由主根、侧根和不定根三部分组成,烟草的主根可下扎2 m以上,但70%~80%的根系集中于16~50 cm的土层内,烟根的横向分布为25~28 cm^[6-9]。

拉拔烟秆过程中,烟株根系发生断裂,土壤产生变形,同时还需克服根系与土壤的黏着力和摩擦阻力等,这些综合阻力称为拉拔力^[10-12]。拉拔力大小随着烟秆根茎向上的运动而不断变化,拉拔力的最大值称为起拔力。

拉拔烟秆是拉拔力、烟根与土壤的黏着力、土壤自身的黏结力以及烟株根部与茎部的抗拉强度等因素共同作用的结果。拉拔过程中,当拉拔力大于烟根与土壤黏着力,烟根能较完整地拔出;当拉拔力小于烟根与土壤的黏着力,则烟根不能被拔出,残留在土壤中。

由于烟秆起拔力较大,而现有测力量程一般在1 000 N以内,用1个测力计难以完成试验,因而选用量程为1 000 N的管型测力计,利用杠杆原理(图1)测定起拔力 F 。由杠杆平衡条件,起拔力 $F=F_1 \cdot L_{BC} / L_{AB}$ 。

式中: F_1 为管型测力计读数的最大值(N); L_{BC} 为动力臂的长度, $L_{BC}=125$ cm; L_{AB} 为阻力臂的长度, $L_{AB}=50$ cm。

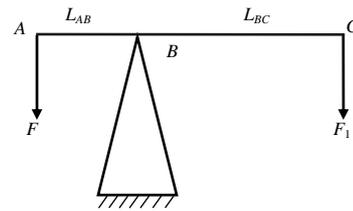


图1 拉拔力测定

Fig.1 The pulling force determination

1.2.2 烟秆拉拔位移的测定

在烟秆被拔出土壤的过程中,测量5个位移点,并记录每个位移点处的管型测力计读数,计算出拉拔力,每个位移点对应的拉拔力测量40次,结果取平均值。

1.2.3 烟秆直径的测定

以茎面为起点,依次向上每隔5 cm 测量1处烟秆直径,共5处,取平均值。试验样本数为68个。

1.2.4 土壤含水率和紧实度的测定

综合考虑烟秆根系的深度,采用TDR200土壤水分速测仪测量烟茭附近土表以下20 cm处的土壤含水率,采用SC-900土壤紧实度仪测量土表以下20 cm处的土壤紧实度。同一地块不同时间段内测量68个样本。

1.3 数据处理

采用Excel软件对数据进行拟合及图形处理,运用概率统计方法^[13]进行分析。

2 结果与分析

2.1 烟秆拉拔力与位移的关系

从烟秆拉拔力-位移曲线(图2)可知,从开始拉拔烟秆至结束,位移的变化0~16 cm,拉拔力的变化可以分为2个阶段。①拉拔力上升阶段。当垂直向上逐渐施力拉拔烟秆时,烟根需克服土壤黏着力和摩擦力,开始向上移动,拉拔力不断增大。当拉拔力继续增大到一定值,烟秆的主根与侧根几乎同时断裂,此时拉拔力值最大。当土壤含水率较低(13.2%)、土壤紧实度较高(18.6 kg/cm²)时,烟秆拉拔位移为6 cm,起拔力达到最大值,为1 654 N;当

土壤含水率较高(21.8%)、土壤紧实度较低(11.54 kg/cm²)时,烟秆拉拔位移为8 cm,起拔力达到最大值1 628 N。②拉拔力下降阶段。当拉拔力达到最大值后,由于主侧根的断裂使得拉拔力明显下降,曲线开始下滑,但是一部分侧根和不定根与土壤的分离仍然存在阻力,拉拔力最终渐变为0。在松软、相对湿度较大的土壤中,侧根和不定根被拉断是一个相对缓慢的过程,相应的位移过程较长。

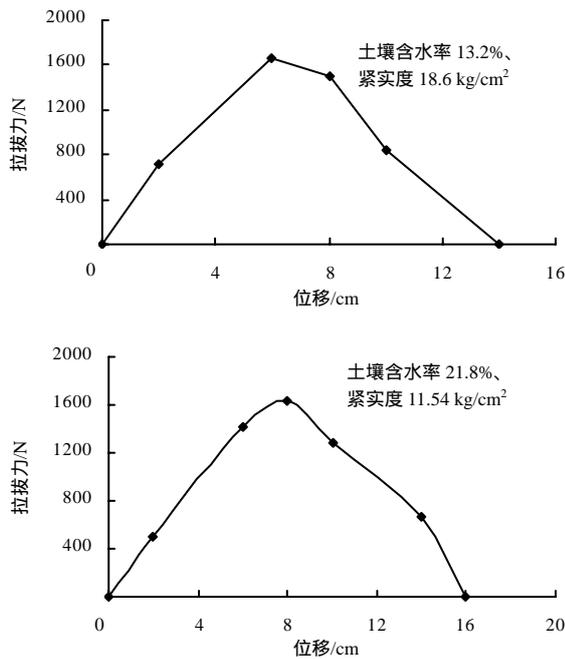


图2 拉拔烟秆过程中的拉拔力

Fig.2 The pulling force of obacco stalk drawing process

2.2 烟秆起拔力与直径的关系

根据试验测得的烟秆直径与相对应的起拔力,绘制出直径-拉拔力散点图(图3),呈现出线性回归特点,烟秆直径为26.1~38.3 mm时,相应起拔力值为551~1 840 N。

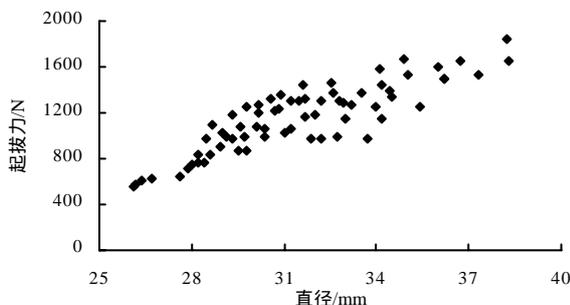


图3 不同烟秆直径下的起拔力

Fig.3 Diameter -pulling force scatter diagram

线性回归方程为： $F=877.7D-1\ 605$ 。

式中： F 为起拔力(N)； D 为烟秆直径(mm)。

相关系数 $r=0.88$,根据对相关系数的检验,由于 $0 < r=0.88 < 1$,可知直径 D 与起拔力 F 呈正相关,并且 $r=0.88 > 0.8$,所以 D 与 F 有较高的线性相关。

2.3 烟秆起拔力与土壤含水率的关系

烟秆起拔力随土壤含水率的变化如图4所示。烟秆起拔力随着土壤含水率的增大而减小,土壤含水率越小,烟秆起拔力越大;土壤含水率越大,烟秆起拔力越小。

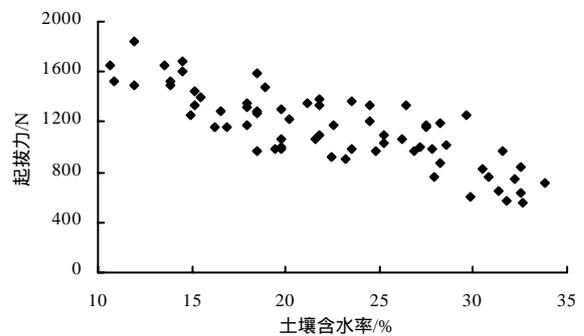


图4 不同土壤含水率的烟秆起拔力

Fig.4 The pulling force of the tobacco stem under the different soil moisture content

2.4 烟秆起拔力与土壤紧实度的关系

由图5可知,烟秆起拔力随着土壤紧实度的增大而增大,土壤紧实度越大,烟秆起拔力越大;土壤紧实度越小,烟秆起拔力越小。

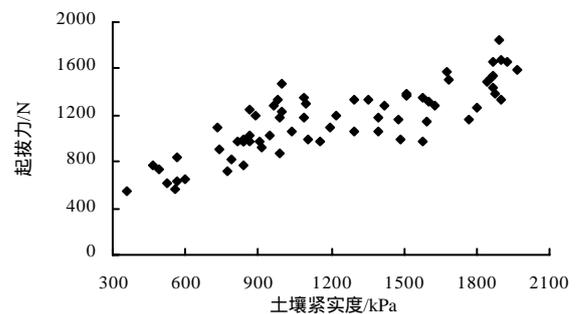


图5 不同土壤紧实度的烟秆起拔力

Fig.5 The pulling force of the tobacco stem under the different compaction

3 结论

在考察烟秆起拔力与拉拔位移、烟秆直径、土

壤含水率、土壤紧实度等因素的关系过程中, 所测得烟秆起拔力的最大值达1 840 N, 因此, 可以考虑在烟秆拔取机构设计时, 取2 000 N作为起拔力设计值。烟秆直径的最大值为38.3 mm, 提示设计夹持机构时, 将夹持链间距定为40 mm。另外, 为减少功耗, 烟草拔秆机作业应尽可能选择在土壤含水率较低、土壤紧实度较小时进行。

参考文献:

- [1] 李勇. 烟株残体对病虫害发生的影响及其清除措施[J]. 现代农业科技, 2009(23): 182.
- [2] 张承龙. 烟秆的资源化利用技术现状及其前景[J]. 再生资源研究, 2002(1): 38-39.
- [3] 唐丽芬. 曲靖市马龙县马龙乡推广“烟秆拔除机”深受烟农好评[EB/OL]. <http://www.qjyc.cn/product/detail.do?id=11656&cgid=2392&tableId=75>, 2010-09-13.
- [4] 沈茂, 张国忠, 夏俊芳, 等. 收获期棉秆底部茎秆力学特性测试研究[J]. 山西农业大学学报, 2010, 30(1): 49-51.
- [5] 廖宜涛, 廖庆喜, 田波平, 等. 收割期芦竹底部茎秆机械物理特性参数的试验研究[J]. 农业工程学报, 2007, 23(4): 124-129.
- [6] 杨林波, 邵惠芳, 章新军, 等. 烟草根系研究进展[J]. 烟草科技, 2002(10): 45-48.
- [7] 张惠林, 朱列书. 烟草根系研究现状[J]. 现代农业科技, 2009(8): 111-112.
- [8] 马新明, 刘国顺, 王小纯, 等. 烟草根系生长发育与地上部相关性的研究[J]. 中国烟草学报, 2002, 8(3): 26-29.
- [9] 易建华, 孙在军, 贾志红. 烤烟根系构型及动态建成规律的研究[J]. 作物学报, 2005, 31(7): 915-920.
- [10] 沈茂, 张国忠, 周勇, 等. 我国棉柴机械收获技术现状综述[J]. 新疆农机化, 2009, 31(5): 22-25.
- [11] 马继春, 荐世春, 周海鹏. 齿盘式棉花秸秆整株拔取收获机的研究设计[J]. 农业装备与车辆工程, 2010(8): 3-5, 12.
- [12] 郭振华, 史建新, 康秀生, 等. 铲刀式拔棉秆机阻力分析[J]. 新疆农机化, 2008(4): 9-10, 31.
- [13] 李小平. 概率论与数理统计[M]. 北京: 中国农业出版社, 2007.

责任编辑: 罗慧敏

英文编辑: 罗维