

平贝母挤压力学特性试验

王磊¹, 赵建秋¹, 宋江^{1*}, 王志林²

(1. 黑龙江八一农垦大学, 黑龙江 大庆 163319; 2. 北药祥锋植物药有限公司, 黑龙江 伊春 153035)

摘要:针对已研制的平贝母收获机作业后含杂率较高的问题,以平贝母为研究对象,通过区组试验获得了不同平贝母类型、不同含水率以及不同放置方式下平贝母的极限挤压载荷力。试验结果表明:平贝母类型、放置方式以及含水率对平贝母极限挤压载荷力影响显著;4种类型的平贝母所受极限挤压载荷力大小的关系为“大贝”>“大平头”>“大豆子”>“桃贝”,3种放置方式所受极限挤压载荷力大小的关系为正放>侧放>立放;3个含水率所受极限挤压载荷力大小的关系为54%含水率>61%含水率>66%含水率,研究结果可为平贝母收获机研制二次筛分装置、降低含杂率提供参考。

关键词:平贝母;挤压;力学特性

中图分类号:S222.3

文献标识码:A

文章编号:2096-5877(2022)05-0151-05

Mechanics Characteristics Extrusion on *Fritillaria*

WANG Lei¹, ZHAO Jianqiu¹, SONG Jiang^{1*}, WANG Zhilin²

(1. College of Engineering, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing 163319; 2. BeiYao Xiangfeng Plant Medicine Limited company, Yichun 153035, China)

Abstract: Aiming at the problem of high impurity content of *Fritillaria* harvester, the ultimate extrusion load of *Fritillaria* under different types, moisture content and different positions was obtained by block test. The results show that the types of *Fritillaria*, the position and moisture content have significant effects on the ultimate extrusion load force of *Fritillaria*; the relationship between the ultimate extrusion load force of *Fritillaria* of four types is Dabei, Dapingtou, Dadouzi, Taobei. The relationship between the ultimate extrusion loading force of three positions is significant. The crack image analysis of *Fritillaria* showed that the relationship between the damage degree of *Fritillaria* and the ultimate extrusion load on the three moisture contents was 54% content > 61% content > 66% content. The relationship between the damage degree of *Fritillaria* and that of *Fritillaria* was forward > side > vertical. The research results can provide reference for the development of secondary separation device for *Fritillaria* harvester and the reduction of impurity content.

Key words: *Fritillaria*; Extrusion; Mechanical properties

平贝母又名平贝,百合科贝母属多年生草本植物,为一种常用中药,是中国药典收载品种^[1],有清热润肺、止咳化痰的作用,具有很高的经济价值^[2-3]。平贝母的收获是田间重要生产环节,平贝母与土壤分离是平贝母收获机的核心。目前,国内常用的平贝母-破碎团聚物分离装置主要有摆动筛式和滚筒筛式^[4],滚筒筛式应用较为普遍。

平贝母和土壤分离过程中普遍存在筛上物含杂率高的问题,粒径为3~8 mm的平贝母含杂率为40%~50%;8~14 mm为30~40%;大于14 mm的为20%~30%,究其原因主要是筛面上形成与筛孔相近或大于筛孔的土壤团聚物和存在尚未筛净的土壤小颗粒,导致含杂率过高,同时,由于收获的平贝母含杂率较高,大量的土壤被带走,造成土壤流失严重^[5]。据统计,平贝母一次机械化收获会导致1~2 cm的土壤层流失,造成大量自然资源的浪费^[6]。因此,如何高效解决机械收获平贝母中的土壤团聚物、降低含杂率成为亟需解决的问题。解决土壤含杂率高的方法通常采用水压法和机械破碎法^[7]。水压法需要使用大量清水冲洗才能清理掉土壤团聚体,适宜在水源充足的固定地

收稿日期:2020-06-10

基金项目:黑龙江八一农垦大学“三纵”计划项目(ZDZRCPY201802);伊春市科研计划应用研究项目(G2019-2);黑龙江省教育厅面上项目(12541577)

作者简介:王磊(1993-),男,在读硕士,从事农业机械制造研究。

通讯作者:宋江,男,硕士,副教授, E-mail: songjiang_770313@163.com

点作业,但不适宜平贝母边收获边分离的作业方式。机械破碎法是靠机械施力来完成松碎的,主要方式有挤压、冲击、研磨、弯曲、劈裂等^[8]。单一的松碎方法无法进一步降低含杂率,现探索挤压破碎方法对平贝母机收获的影响,在保证平贝母破损率的前提下,提高筛净率^[9]。研究平贝母与土壤团聚物之间的力学特性^[10],掌握平贝母与土壤团聚物的极限压力值显得尤为重要。

为降低作物收获的破碎率,国内外学者对多种作物力学特性进行了相关研究。高连兴等^[11-12]测定了含水率对大豆极限载荷力的影响,探讨了其挤压破碎特性及损伤特征;李心平等^[13-14]研究了玉米种子力学特性及损伤机理;马秋成等^[15-16]研究了莲仁力学特性参数以及挤压破碎的规律。但这三类作物都含水率较低、物料形状相似且与平贝母鳞茎之间存在较大差异;宋江等^[17]也做过关于平贝母鳞茎的力学特性试验,但仅仅分析了平贝母破裂损伤程度,未进行深入的分析。本文针对不同的平贝母类型、含水率及放置方式^[18],采用区组试验的方式初步探究影响平贝母的极限挤压载荷力的因素^[19],为平贝母收获机二次筛分装置的完善提供参考。

1 试验材料与设备

1.1 试验材料

试验用平贝母为黑龙江省伊春市红星区平贝母种植基地收获期的品种,按贝母类型(收购时等级分级要求)分为“大贝”“大平头”“大豆子”“桃贝”(图1~图4)。

1.2 试验设备与方法

试验设备:CTM2050 万能材料试验机和 Keet-MS100 粮食谷物水分测量仪。

试验方法:将平贝母放置在载物台上,载物台在步进电机的带动下以 6 mm/min 的速度向上运动,当平贝母和接收器相接触时,电脑和万能试验机配套的软件显示压力数据,记录数值中的最大值,每组进行 3 次试验,取平均值。

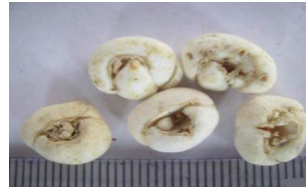


图1 “大贝”



图2 “大平头”



图3 “大豆子”



图4 “桃贝”

2 试验方案与分析

2.1 试验指标、因素和水平的确定

试验过程中通过电脑显示屏可以看到数值曲线记录最大值,该值为平贝母极限挤压载荷力的值。

选取“大贝”“大平头”“大豆子”“桃贝”4种贝母类型,66%、61%、54%等3个含水率;确认正放(X轴方向)、侧放(Z轴方向)、立放(Y轴方向)如图5所示的3种放置方式为因素水平,为减少误差保证试验的准确性,同一因素水平组合需重复试验3次。

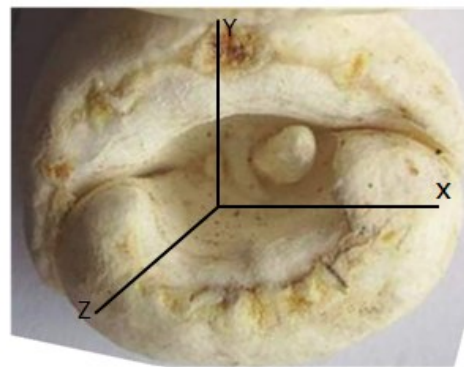


图5 平贝母三轴方向

2.2 试验方案设计与结果

试验结果见表1。

表1 平贝母极限挤压载荷力

贝母类型	放置方式	含水率(%)	极限挤压载荷力(N)			平均值(N)
			第1次	第2次	第3次	
“大贝”	正放	66	200	207	210	205
		61	240	260	230	243
		54	262	260	260	261
	侧放	66	82	88	92	87
		61	100	104	108	107
		54	110	120	130	120

续表 1

贝母类型	放置方式	含水率(%)	极限挤压载荷力(N)			平均值(N)
			第1次	第2次	第3次	
“大贝”	立放	66	65	72	72	70
		61	75	79	79	78
		54	87	90	95	91
	正放	66	125	136	127	129
		61	130	135	129	131
		54	136	146	150	144
“大平头”	侧放	66	70	72	74	72
		61	75	78	77	77
		54	100	109	90	100
		66	64	65	64	64
		61	70	72	77	73
		54	78	74	77	78
	立放	66	57	64	62	61
		61	60	65	65	63
		54	70	72	70	71
		66	50	63	57	57
		61	63	66	60	63
		54	82	73	73	76
“大豆子”	侧放	66	64	64	70	66
		61	72	77	79	76
		54	80	75	80	78
		66	35	35	31	34
		61	36	38	41	38
		54	39	38	46	41
	立放	66	31	36	34	34
		61	38	39	36	38
		54	42	50	42	45
		66	41	39	48	43
		61	45	42	47	45
		54	47	52	49	49

2.3 试验方案分析

由表 2 可知,校正模型、平贝母类型、放置方式、含水率对极限挤压载荷力影响极显著;放置

方式与平贝母类型的交互对平贝母极限挤压力影响极显著,含水率与平贝母类型的交互对结果影响不显著,含水率与放置方式的交互对平贝母极限挤压力的结果影响不显著。

表 2 主体间效应的检验

源	自由度	F 值	P 值
校正模型	23	133.612	0.000
含水率	2	34.001	0.000
放置方式	2	283.317	0.000
平贝母类型	3	492.748	0.000
含水率*放置方式	4	0.982	0.453
含水率*平贝母类型	6	3.805	0.023
放置方式*平贝母类型	6	155.573	0.000
误差	12		

注: $P < 0.01$ 表示差异极显著, $P < 0.05$ 表示差异显著

3 试验结果与分析

3.1 平贝母类型对极限挤压力的影响

用 Origin 数据统计软件处理表 1 的数据,绘成折线图直观地表现极限挤压力载荷和这些因素之间的关系。从图 6 中可以看出,4 种不同类型的平贝母极限挤压载荷力随着含水率的增加而减小。其中“大豆子”与“桃贝”在放置方式为正放和侧放时,极限挤压载荷力发生重叠,主要原因在于“大豆子”与“桃贝”呈水滴状,正放和侧放时所受

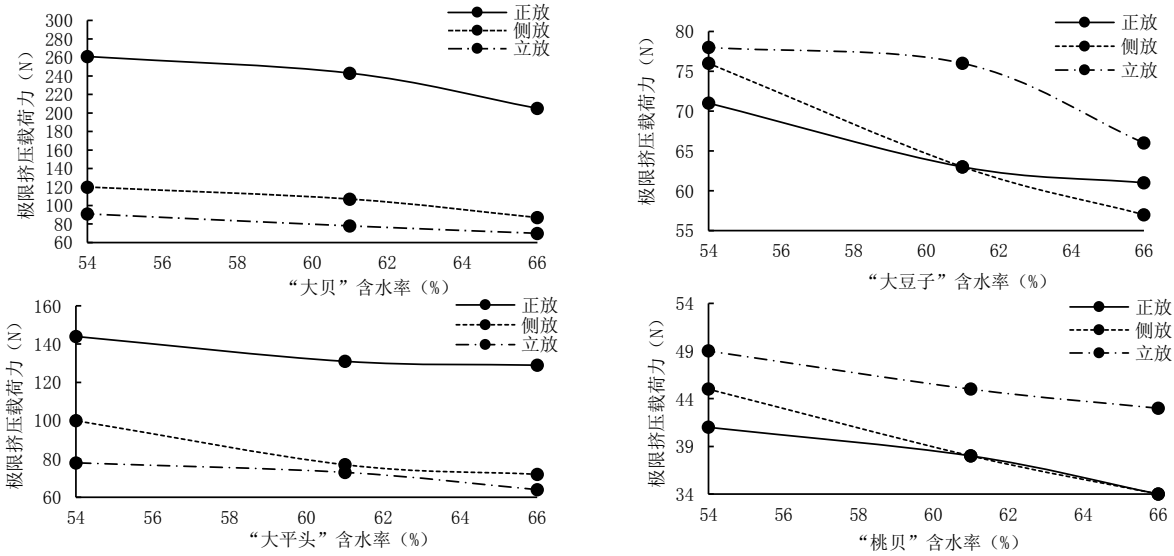


图6 4种平贝母类型极限挤压载荷力的变化

极限挤压力相近。

3.2 放置方式对极限挤压力的影响

由图7可知,3种放置方式下平贝母所受极限挤压载荷力随着含水率的增加而降低,在任何放

置方式下平贝母类型所受极限挤压载荷力的大小关系都为“大贝”>“大平头”>“大豆子”>“桃贝”。

4 结论与讨论

本文得出的结论可为平贝母机械化收获提供参考:(1)以4种平贝母类型、3种放置方式、3个含水率为因素水平进行区组试验,以上3个因素对结果极限挤压载荷力均有极显著影响;平贝母类型与含水率交互作用对结果影响不显著,平贝母类型与放置方式交互作用对结果影响极显著,含水率与放置方式交互作用对结果影响不显著;(2)4种类型平贝母所受极限挤压载荷力大小的关系为“大贝”>“大平头”>“大豆子”>“桃贝”;(3)3种放置方式下所受极限挤压载荷力大小的关系为正放>侧放>立放;极限挤压载荷力随着含水率的降低而增大。但是本文仅研究了用挤压破碎的方法对平贝母极限挤压载荷力的影响,未进行平贝母的裂纹图像分析,应观察显微环境下平贝母破裂时的裂纹图像,研究其破碎机理,为下一步深入研究提供参考。

参考文献:

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010: 73.
 [2] 郑军, 叶萌, 赵孙才, 等. 人工栽培川贝母鳞茎采收分级研究[J]. 中草药, 2009, 40(1): 273-274.
 [3] 李慧婷. 平贝母资源调查与品质评价[D]. 沈阳: 辽宁中医药大学, 2010.
 [4] 司增永. 多滚筒联合收获机清洗装置设计与试验[D]. 镇江: 江苏大学, 2017.
 [5] 冯天骄, 刘武仁, 吕贻忠. 吉林省保护性耕作发展前景浅析

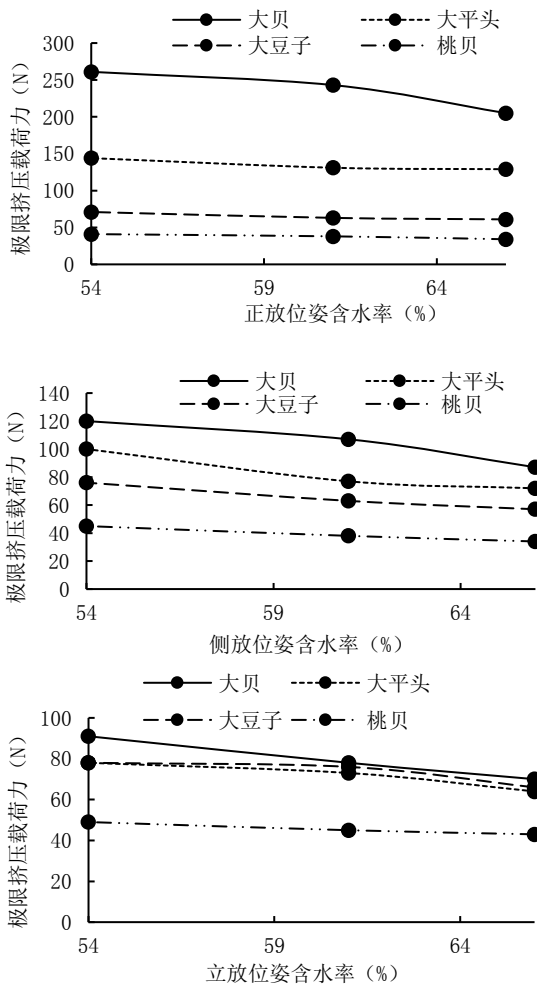


图7 3种放置方式下极限挤压载荷力的变化

- [J]. 吉林农业科学, 2014, 39(1): 41-43.
- [6] 周进春, 陈英智. 黑龙江省东部低山丘陵区水土流失现状危害及发展趋势[J]. 水土保持应用技术, 2015(6): 33-34.
- [7] 丁启朔. 耕作力学研究的土壤结构及其评价方法[D]. 南京: 南京农业大学, 2006.
- [8] 蔡赞烽, 胡明振, 刘 超, 等. 破碎理论与数学模型发展综述[J]. 黑龙江科技信息, 2008(4): 48.
- [9] 章 勇, 毛京伟, 冯宪冬. 颚式破碎机的挤压过程分析[J]. 机械管理开发, 2011(3): 73-75.
- [10] 曹庆军, 杨粉团, 姜晓莉, 等. 玉米抗茎倒能力评价及理想株型[J]. 东北农业科学, 2017, 42(2): 17-21.
- [11] 高连兴, 焦维鹏, 杨德旭, 等. 含水率对大豆静压机械特性的影响[J]. 农业工程学报, 2012, 28(15): 40-44.
- [12] 高连兴, 李晓峰, 接 鑫, 等. 大豆机械脱粒损伤特征及损伤率研究[J]. 沈阳农业大学学报, 2010, 41(1): 55-58.
- [13] 李心平, 李玉柱, 马福丽, 等. 玉米种子抗压特性及裂纹生成规律[J]. 农业机械学报, 2011, 42(8): 94-98.
- [14] 李心平, 马福丽, 高连兴. 玉米种子的跌落式冲击试验[J]. 农业工程学报, 2009, 25(1): 113-116.
- [15] 马秋成, 邓飞龙, 雷林韬, 等. 莲仁钻削去心过程力学特性及减损工艺参数优化[J]. 农业工程学报, 2019, 35(9): 291-300.
- [16] 马秋成, 郭耿君, 马 婕, 等. 莲仁力学特性参数测定及挤压破碎特性试验[J]. 农业工程学报, 2018, 34(6): 263-271.
- [17] 宋 江, 王 明. 平贝母鳞茎力学特性试验[J]. 湖北农业科学, 2013, 52(13): 3072-3074.
- [18] 孙志江, 衣淑娟, 陶桂香, 等. 马铃薯切块机剪切力学特性试验[J]. 农机化研究, 2020, 42(5): 171-175.
- [19] 孟凡钢, 饶德民, 赵 婧, 等. 不同基因型大豆品种对肥料的响应研究[J]. 东北农业科学, 2018, 43(6): 9-12.

(责任编辑:王丝语)

(上接第 61 页) 秸秆的微生物生物量、微生物活性和呼吸率, 进而加速秸秆分解; 降水导致干湿交替会影响分解者活性, 也导致分解秸秆微生物中厌氧菌和好氧菌交替, 最佳土壤水分状况通常是接近最大田间持水量, 此时土壤有机质分解最快^[17-18]。本研究表明, 10~20 cm 埋深土壤氮素含量和秸秆腐解相关酶活性均较高, 结合不同还田模式秸秆腐解规律可知, 碎混还田平作模式还田秸秆当季腐解率最高。但由于年际间的气温、降水分布均存在较大变幅, 气候因子的改变势必会影响到不同埋深和不同还田模式玉米秸秆的腐解效果, 因此不同埋深和不同秸秆还田模式玉米秸秆腐解效率及效应的研究应综合考虑当地气候因素合理应用推广。故应在本试验研究结果基础上进一步开展年际间的相关试验。同时, 有关氮肥配施对不同还田模式玉米秸秆腐解的相关研究也应尽快开展。

参考文献:

- [1] 王 萍, 李秀芬, 姜丽霞, 等. 气候变化背景下黑龙江省主栽作物稳产类型区划[J]. 东北农业科学, 2019, 44(4): 85-88.
- [2] 高洪军, 彭 畅, 赵叶明, 等. 气候、品种和密度对东北春玉米增产潜力的影响[J]. 吉林农业科学, 2011, 36(4): 4-8.
- [3] 王亚静, 毕于运, 高春雨. 中国秸秆资源可收集利用量及其适宜性评价[J]. 中国农业科学, 2010, 43(9): 1852-1859.
- [4] 崔胜先, 谢光辉, 董仁杰. 灰色系统理论在黑龙江省农作物秸秆可收集量预测中的应用[J]. 东北农业大学学报, 2011, 42(8): 123-130.
- [5] 崔正果, 李秋祝, 张玉斌, 等. 玉米秸秆全量粉碎耕翻还田条件下播种深度与镇压强度对玉米出苗率的影响[J]. 东北农业科学, 2018, 43(6): 16-19.
- [6] 鲍士旦. 土壤农化分析(第三版)[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 30-58.
- [7] 吴金水, 林启美, 黄巧云, 等. 土壤微生物生物量测定方法

及其应用[M]. 北京: 气象出版社, 2006: 54-74.

- [8] Iqbal A, Garnier P, Lashermes G, et al. A new equation to simulate the contact between soil and maize residues of different sizes during their decomposition[J]. *Biology and Fertility of Soils*, 2014, 50: 645-655.
- [9] 李新举, 张志国, 李贻学. 土壤深度对还田秸秆腐解速度的影响[J]. 土壤学报, 2001, 38(1): 136-138.
- [10] 杨滨娟, 黄国勤, 钱海燕. 秸秆还田配施化肥对土壤温度、根际微生物及酶活性的影响[J]. 土壤学报, 2014, 51(1): 150-157.
- [11] Arcand M M, Knight J D, Farrell R E. Differentiating between the supply of N to wheat from above and belowground residues of preceding crops of pea and canola[J]. *Biology and Fertility of Soils*, 2014, 50: 563-570.
- [12] Toenshoff C, Stuelpnagel R, Joergensen R G, et al. Carbon in plant biomass and soils of poplar and willow plantations—implications for SOC distribution in different soil fractions after re-conversion to arable land[J]. *Plant Soil*, 2013, 367: 407-417.
- [13] Toenshoff C, Joergensen R G, Stuelpnagel R, et al. Initial decomposition of post-harvest crown and root residues of poplars as affected by N availability and particle size[J]. *Biology and Fertility of Soils*, 2014, 50: 675-683.
- [14] 张 红, 吕家珑, 曹莹菲, 等. 不同植物秸秆腐解特性与土壤微生物功能多样性研究[J]. 土壤学报, 2014, 51(4): 743-751.
- [15] Castro H F, Classen A T, Austin E E, et al. Soil microbial community responses to multiple experimental climate change drivers[J]. *Applied and Environmental Microbiology*, 2010, 76(4): 999-1007.
- [16] 张丽霞, 王俊文, 王立春, 等. 有机物料腐熟剂在东北农作物秸秆还田上的应用[J]. 东北农业科学, 2018, 43(6): 5-8.
- [17] 董志新, 孙 波, 殷士学, 等. 气候条件和作物对黑土和潮土固氮微生物群落多样性的影响[J]. 土壤学报, 2012, 49(1): 130-138.
- [18] Ibrahim M, Cao C G, Zhan M, et al. Changes of CO₂ emission and labile organic carbon as influenced by rice straw and different water regimes[J]. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 2015, 12(1): 263-274.

(责任编辑:王 昱)