

胡麻生育时期界定标准探讨

张 明^{1,2}

(1. 甘肃农业大学农学院, 甘肃 兰州 730070; 2. 湟中县农业技术推广中心, 青海 湟中 811600)

摘要: 以陇亚杂 1 号为指示品种, 采用玻璃壁法与塑料管土柱栽培相结合的方法, 对胡麻不同生育时期的植株生长特性进行观察和相关测定。结果表明, 胡麻苗期约 15 d, 从子叶出土到约 6~8 片真叶, 株高 6~8 cm, 主根长约 300 mm。当株高约 20 cm、叶片 34~38 片时, 顶端叶片重叠现象十分严重(20~23 片/cm), 俯视地面投影直径约 1.5 cm, 下部叶间距平均 1.3 cm, 且呈现出左右旋比例约 1:2 的螺旋式向上生长方式, 为胡麻枳形期, 约 22 d。胡麻分茎期为 12 d 左右, 株高平均为 32 cm, 子叶略变黄, 叶腋处有新芽形成, 单株总根长达到最大值。胡麻植株长到 48 cm 左右时, 分茎顶端开始下垂, 用手轻捏有明显的花蕾膨大感, 为胡麻现蕾期, 约 11 d。8:00 时左右有 80% 以上花开放、主茎生长基本停止、株高和根系表面积达到最大值, 为盛花期, 约 13 d。当茎表皮变为黄绿色, 下部叶片脱落, 上部叶片变黄, 用手抖动胡麻时蒴果内会发出清脆的响声, 此时达到成熟期, 约 35 d 左右。

关键词: 胡麻; 生育时期; 界定标准; 生长指标

中图分类号: S565.9

文献标志码: A

文章编号: 1001-1463(2018)03-0009-06

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2018.03.004](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2018.03.004)

The Discussion on Definition Criteria about Oil Flax Growth Stages

ZHANG Ming^{1,2}

(1. College of Agronomy, Gansu Agricultural University, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Agricultural Technology Extension Center of Huangzhong County, Huangzhong Qinghai 811600, China)

Abstract: In order to accurately define the flax growth period, Longyaza 1 as the indicative cultivar, the experiment was conducted to observe and measure the plant growth characteristics in different growth stages of oil flax by means of the method of glass wall and plastic pipe soil column culture combination. The results show that the seedlings reached about 6~8 true leaves from the cotyledons, the plant height was 6~8 cm, and the main root length was about 300 mm. The seedling stage is about 15 days. When the height was about 20 cm, leaf numbers were 34~38, apical leaves overlapping phenomenon was very serious (20~23 /cm), the ground projection diameter was about 1.5 cm, the average interval of lower leaves was 1.3 cm, and the left and right rotation ratio of upward spiral of growth was about 1:2, it formed the flax fir shaped stage, lasting about 22 days. The stem period of oil flax was about 12 days and the average plant height was 32 cm, cotyledon turned slightly yellow, new buds emerged in leaf axils, total root length per plant reached the maximum. When the plants grew to about 48 cm tall and the tops of stems began to droop, flower buds could be felt with fingers, it formed the flax squaring period, lasting about 11 days. When more than 80% flowers were in bloom at around 8 o'clock in the morning, the main stem growth stopped, and the plant height and root surface area reached the maximum, it formed the flowering stage, lasting for about 13 days. When the stem epidermis became yellow green, the lower leaves fell off, the upper leaves turned yellow, and a crisp sound could be heard when the capsules being shaken, it reached maturity which lasted for about 35 days.

胡麻(*Linum usitatissimum* L.)即油用亚麻, 属于亚麻科亚麻属一年生草本植物, 起源于近东、地中海沿岸, 生育期一般在 80~130 d。胡麻种子的含油率一般为 35%~42%, 胡麻油富含不饱和

脂肪酸, 味道可口, 干燥性强, 被誉为“高原深海鱼油”, 不仅是人们喜爱的食用油, 而且还广泛应用于油漆、印刷、制革等工业^[1]。胡麻在全世界分布范围宽广, 据联合国粮农组织统计, 栽培遍

收稿日期: 2017-07-28

作者简介: 张 明(1990—), 男, 甘肃通渭人, 助理农艺师, 主要从事设施农业技术推广和农产品质量安全建设等工作。E-mail: 1174423562@qq.com。

[5] 黄有成, 郝 凯, 张立荣, 等. 超甜玉米新品种甘甜 3 号选育报告[J]. 甘肃农业科技, 2014(8): 3-4.

[6] 杨彦忠, 寇思荣, 何海军, 等. 糯玉米杂交种陇糯 1 号选育报告[J]. 甘肃农业科技, 2011(3): 15-17.

(本文责编: 杨 杰)

及非洲、北美洲、南美洲、亚洲、欧洲、大洋洲的 26 个国家, 其中亚洲面积最大, 达 501.8 万 hm^2 , 占世界总面积的 39.19% [2]。我国胡麻主要分布在西北和华北北部的干旱、半干旱高寒地区, 其中以甘肃、内蒙古、山西、宁夏、河北、新疆、陕西等地区种植较多。据统计, 2003 年我国胡麻栽培面积为 44.87 万 hm^2 , 总产量 45.05 万 t, 平均单产 1 004 kg/hm^2 。其中, 播种面积较大的有甘肃 (14.24 万 hm^2)、宁夏 (8.42 万 hm^2)、山西 (7.04 万 hm^2)、内蒙古 (6.75 万 hm^2)、河北 (5.47 万 hm^2), 约占全国总播种面积的 93.5%。单产较高的是青海省, 达 1 724 kg/hm^2 ; 总产量较高的有甘肃 (16.7 万 t)、内蒙古 (6.95 万 t)、宁夏 (6.4 万 t) [3]。

胡麻是甘肃省的重要油料作物, 2009 年全省胡麻种植面积达 13.30 万 hm^2 , 总产量达到 15.8 万 t, 占全国种植面积的 35%~40%, 占全国产量的 40% 以上 [4]。但单产较低, 究其原因与科学合理的栽培管理技术有很大关系。胡麻生育时期的界定标准是制定科学管理体系的前提和重要依据, 目前对小麦、大豆、玉米、水稻、马铃薯等大田作物的生育时期界定和划分的标准已被大家公认甚至耳熟能详, 但对胡麻生育时期界定没有一个比较明确和公认的标准, 现有教科书和相关文献标准也含糊不一, 甚至有些混乱, 只是大致划分为出苗期、枳形期、快速生长期、开花期和成熟期 [5]。笔者通过玻璃壁法对胡麻全生育期的根和地上部分进行观察、测量, 采用塑料管土柱栽培法对胡麻的根和地上部分的生长指标进行了图表分析, 从而制定出科学的胡麻生育时期划分标准。

1 材料与方法

1.1 材料

胡麻指示品种为陇亚杂 1 号, 由甘肃省农业科学院作物研究所提供。

1.2 试验设计

试验于 2015 年 3—9 月在甘肃农业大学农学院校内试验基地进行, 采用 PVC 管制成可拆卸的圆柱筒模拟大田试验进行胡麻土柱栽培 [6-8]。具体做法: 先挖 1 个土坑 (长、宽、高分别为 200、80、160 cm), 开挖之前先将地表 0~30 cm 的土层翻到一侧, 再把下面的土翻到另一侧, 从后往前依次整齐摆放高 80、100、120、120、150、150 cm 的 PVC 硬塑料管, 3 次重复。事先将 PVC 塑料管垂直等分锯成两半然后用 PVC 管固定卡箍紧, 管

内按照原土层结构填土到距管端 30 cm 处, 剩余 30 cm 填入挖出的地表 0~30 cm 的土。装完土后立即充分灌水, 使底土充实。在坑 2/3 处竖直固定一块与坑宽高相当的玻璃壁, 在玻璃壁与 PVC 管之间以及管缝隙之间填满土壤与原地面保持水平, 在玻璃壁前面的坑内设有台阶, 便于对根系生长动态进行观察。坑口盖活动遮光板, 使根处在黑暗条件下生长。试验设计简图见图 1。

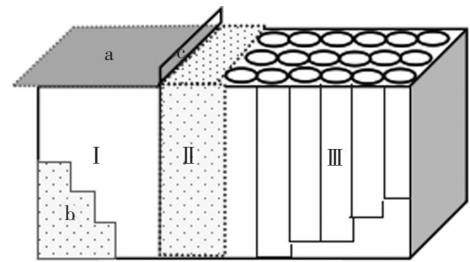


图 1 试验设计简图

(a 为遮光板, b 为台阶, c 为玻璃壁; I 是观察区, II 是原土层结构区, III 是 PVC 塑料管栽培区)

1.3 取样方法

玻璃壁法: 揭开活动遮光板, 从玻璃壁侧面观察发现有胡麻胚根生成之日起, 选择最清晰可见的 3 株胡麻用记号笔在玻璃上分别标号为 1、2、3, 每隔 1 d 对胡麻根长和株高进行测量, 同时记录叶片数, 待试验结束后绘制出胡麻根、茎、叶生长动态曲线。

塑料管土柱栽培法: 于胡麻 6 个关键生育时期 (苗期、枳形期、分茎期、现蕾期、盛花期、成熟期) 分别与 PVC 管的 6 个处理相对应, 观察地上部分的农艺性状。当地上部分发育到相应的生育时期时挖出同一处理的 3 根 PVC 塑料管, 平放, 用短木棍轻敲 PVC 管身使土壤与管壁分离, 打开 PVC 管固定卡, 揭开上半管后用小水轻洗根系, 表面泥土清洗干净后放在蒸馏水水槽中, 选出根系完整的 5 株分别用根系扫描仪测定根的各项生长指标。

1.4 测定项目与方法

1.4.1 单株总根长、根体积、根表面积、根尖数、根交叉数、根分叉数、根平均直径的测定 将根冲洗干净后, 放入根盘内加水充分展开, 用根系扫描仪 (EPSONEXPRESSION 10000XL, 日本精工爱普生公司) 进行扫描, 将所得扫描图片用 Win-RHIZO 根系分析软件 (专业版) 进行分析以获得上述指标 [9]。

1.4.2 根冠比的测定 即根干重 / 地上部分干重。将根系和地上部分植株用自来水冲洗干净, 再用蒸馏水冲洗, 用吸水纸吸干表面水分, 分别在烘箱中 105 °C 杀青 30 min, 然后在 80 °C 下烘干至恒重, 分别称量根系干重和地上部分干重, 计算根冠比^[10]。叶面积采用 WDY-500A 型光电叶面积测量仪测定^[11]。

1.5 数据处理

采用 Microsoft excel 2003 统计软件进行数据处理。

2 结果与分析

2.1 不同生育时期的根系指标分析

根系是土壤系统最重要的生物学成分, 它是土壤中最大的活的生物量组成部分, 并对诸如土壤形成、土壤有机质、营养物质和水的运输等过程起到主要的控制作用^[12]。胡麻具有较强的耐寒、耐瘠薄能力, 属于直根系, 主根细长, 入土深度在 100 ~ 150 cm; 侧根多而纤细, 每条侧根可以生出 4 ~ 5 条支根, 大部分根系分布在土壤 20 ~ 30 cm 的耕作层中^[13]。

2.1.1 胡麻不同生育时期根长的动态变化 根长常作为根系生长和吸收方向的衡量指标, 单株总根长是衡量根系生长能力强弱的重要标志^[14]。在整个生育时期, 胡麻单株总根长的变化趋势呈单峰曲线变化(图2), 从苗期开始增长速度较快, 分茎期最长, 达 586.32 cm; 现蕾之后根长明显变短, 可能与一部分侧根生长活力下降有关。一般开花后根系进入衰亡期, 根系对环境的适应能力减弱、活力变差、吸收水分和养分的能力减弱, 通过加强田间管理, 可延缓根系衰亡, 防止早衰, 提高产量^[15]。

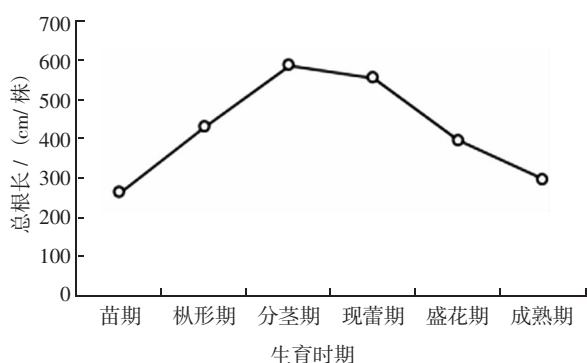


图 2 胡麻不同生育时期总根长的变化

2.1.2 不同生育时期根直径的动态变化 根系直径由于受土层结构以及根系的分级生长特性等的

影响, 粗细程度与植株抗旱性、根系生命周期有关联。由图 3 可知, 在整个生育期, 根的平均直径变化曲线呈“S”形, 盛花期根系直径最大, 为 0.61 mm。根系直径的变化在分茎期到现蕾期最明显, 促进根系横向生长的关键时期。

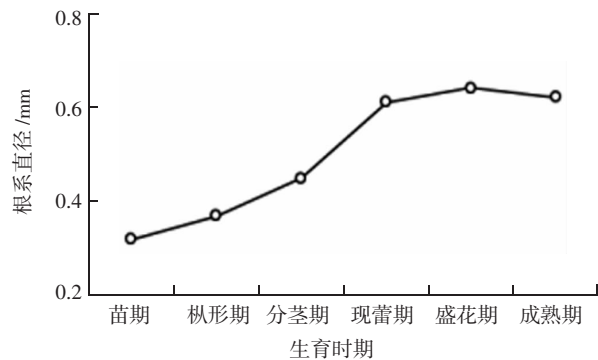


图 3 胡麻不同生育时期根系直径的变化

2.1.3 不同生育时期根系表面积的动态变化 根的表面面积对根系从土壤吸收水分和营养元素有很大影响^[16]。各生育时期胡麻植株根系的表面积呈现为单峰曲线变化(图4)。在胡麻生育前期根系表面积的变化不大, 从分茎期开始迅速增大, 现蕾期达到峰值(119.86 cm²), 随后又开始减小, 至成熟期根系表面积为 76.12 cm²。结合总根长和根平均直径的变化可以得出, 胡麻植株根表面积的变化从苗期至分茎期和现蕾之后主要受根的长度影响, 而分茎期至现蕾期是根长和根粗共同起主导作用。

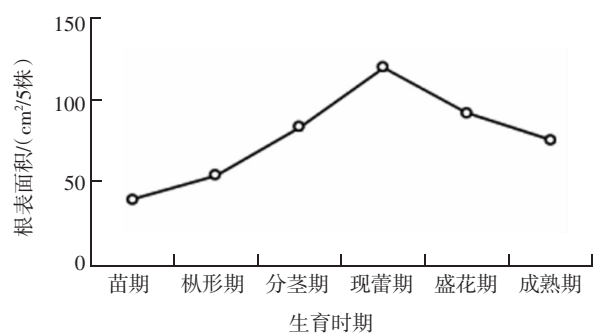


图 4 胡麻不同生育时期根表面积的变化

2.2 不同生育时期的植株地上部分指标分析

2.2.1 不同生育时期的株高动态变化 如图 5 所示, 胡麻株高在现蕾期增长最快, 盛花期株高达到最高, 为 58.4 cm。这与当主茎上的第一朵花开放时, 分枝以下工艺长度部分不再增长, 这时株高仅由于上部继续形成花序而有所增长, 但速度已日渐减慢的结论基本一致^[17-18]。成熟后的株高

略小于盛花期，这可能与成熟后蒴果重量增加，使原来比较收拢的分枝变得披散等原因有关。

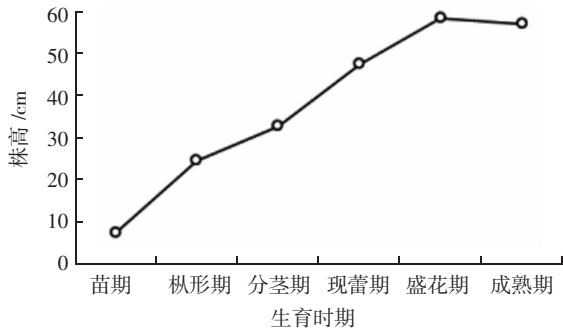


图 5 胡麻不同生育时期株高的变化

2.2.2 不同生育时期的茎粗动态变化 植株茎秆的粗细对于抗倒伏有一定的影响^[19]。由图 6 可知，胡麻全生育期茎粗的变化呈现单峰变化趋势，现蕾期达到峰值，此后逐渐递减。胡麻现蕾期植株的茎粗高达 2.07 mm，分别高于分茎期、盛花期和成熟期 20.52%、9.68%和 24.13%。

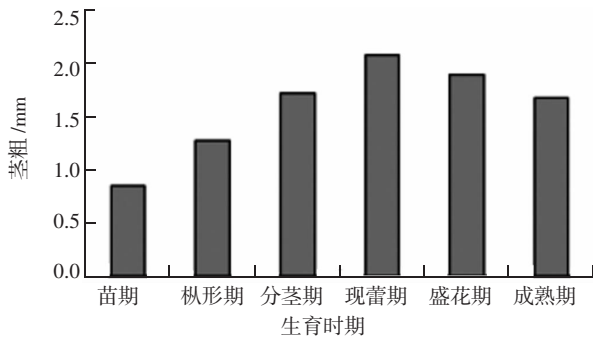


图 6 胡麻不同生育时期茎粗的变化

2.2.3 不同生育时期的叶面积动态变化 由图 7 可知，胡麻植株的叶面积增长速率在枞形期到分茎期阶段最快，分茎至现蕾期是胡麻全生育期叶面积最大的阶段。有研究指出，叶面积指数增长动态呈抛物线型，其峰值出现在出苗后 50 d 前后^[20-22]。这个时期也是胡麻对水分、养分和光照

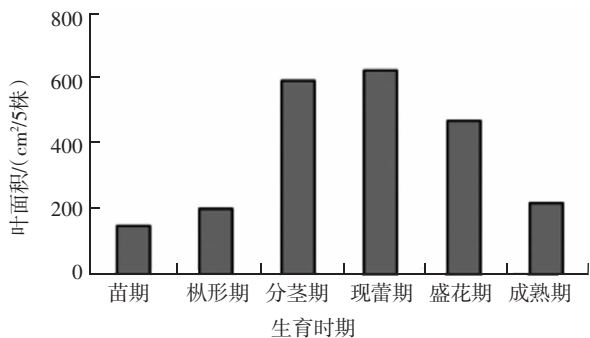


图 7 胡麻不同生育时期叶面积的变化

等的最需关键期，生产上可以通过改善栽培管理条件延长叶片功能期，以达到增产增收的效果。

2.3 不同生育时期的干物质积累量变化

由图 8 可知，胡麻植株地下部干物质积累量的变化趋势呈单峰曲线，至现蕾期达到峰值，比分茎期增加了 27.44%，这说明现蕾期是胡麻地下部生长代谢最旺盛的时期。地上部植株干物质积累量随着植株的不断生长发育，在盛花期达到最大值，高于成熟期的 3.37%，这与胡麻成熟过程中绝大部分叶片枯黄脱落、茎秆变黄、蒴果水分减少等有关。

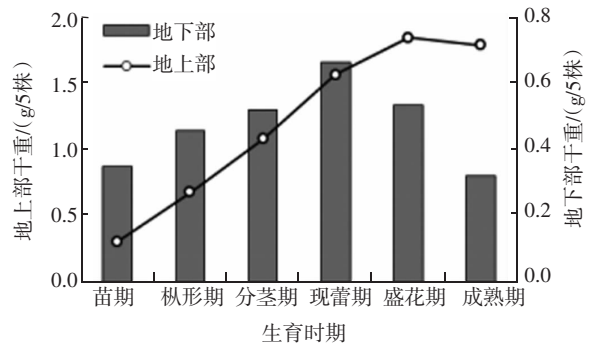


图 8 胡麻不同生育时期地上部和地下部干物质积累量的变化

2.4 不同生育时期根冠比的动态变化

根冠比的大小反应了植物地下部分与地上部分的相关性^[23]，由图 9 可知，胡麻苗期根冠比最大，高达 1.13；至枞形期，根冠比较苗期降低 40.62%，此后随着生育时期的推进，根冠比呈现缓慢递减的趋势。这表明苗期的植株的同化产物优先供应于根系的利用，而枞形期以后根系吸收的水分和养分主要运输于地上部分，干物质向地上部分分配的比例增加，是大田管理调节根冠比的重要依据。

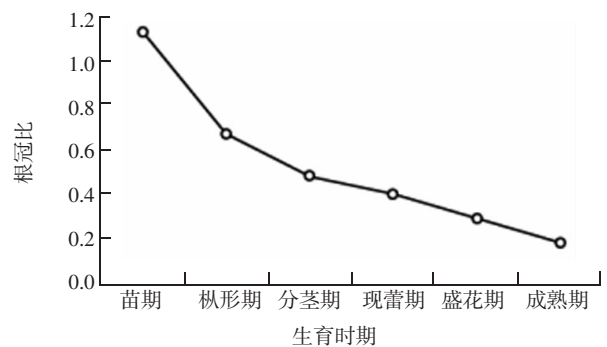


图 9 胡麻不同生育时期根冠比的变化

3 结论

将胡麻的生育期定性的划分为6个关键时期,通过观察测定胡麻各个生育时期的农艺性状,对胡麻地上部分和地下部根系的生长指标以及生物量进行分析,从而得出界定各生育时期的依据。

①苗期。约15 d,从子叶出土到约4~10片真叶,株高6~8 cm,主根长185~367 mm,增长量主要表现在根部,植株同化的物质优先供应根系。该时期要注重对根系的生长提供优越条件,为后期地上部分的生长打好基础。

②枞形期。约22 d。株高23~25 cm,叶片34~38片,顶端叶片重叠现象十分严重(14~26片/cm),形似小枞树状,整株叶片呈螺旋式向上生长。根的活力旺盛,根冠比出现了明显的拐点,干物质向地上部分分配的比例增加。

③分茎期。12 d左右。胡麻出苗后35 d左右将进入分茎期,子叶略变黄,叶腋处有新芽形成,单株总根长达到最大值,根由纵向生长转向横向生长,根直径变化显著,开始增粗。茎的生长也开始进入加速阶段。

④现蕾期。11 d左右。株高平均47.50 cm,生长顶端开始下垂,用手轻捏有明显的花蕾膨大感,此时期胡麻根系表面积均达到全生育期最大,是根系从土壤吸收水分和营养元素的关键时期,应加强田间管理措施,对胡麻丰产丰收有重要意义。

⑤盛花期。约13 d。出苗60 d后将进入盛花期,主茎基本停止生长,株高达到最大;开花顺序由内向外,自上而下,8:00左右全部开放,15:00逐渐凋谢。此时地上部分的干重达到最大值,是影响胡麻产量的关键时期,对光照要求明显,雨水过多易贪青倒伏。

⑥成熟期。成熟期较长,约35 d。茎表皮变为黄绿色,下部叶片脱落,上部叶片变黄。蒴果呈黄褐色,用手微抖动时蒴果内会发出清脆的响声。该时期其它各项指标都下降,唯有地上部分干重达到最大值。

生产上通常以全田50%的植株分别达到上述标准的日期为记载标准^[24]。但根系与地上部分关系密切,根系从土壤中吸收水分和养分,从地上部分获得碳水化合物,并产生生长激素,与地上部进行信息、物质交流、从而调整整个植株的生长和健康^[25]。所以结合根系和地上部分的变化,对胡麻的关键生育时期进行划分,可以准确的把握在不同的生育阶段重要指标的变化,从而采取相应的栽培管理措施,调控主导因素,提高胡麻

产量,达到丰产丰收。

参考文献:

- [1] 于振文. 作物栽培学各论[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003.
- [2] 高小丽. 施肥对西北半干旱地区土壤养分、胡麻养分吸收及产量的影响[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2010.
- [3] 李忠佩. 中国东部主要农田土壤有机碳库的平衡与趋势分析[J]. 土壤学报, 2005, 39(3): 351-360.
- [4] 马丽荣, 王恒炜, 刘润萍, 等. 甘肃油料作物生产现状及发展建议[J]. 甘肃农业科技, 2013(12): 11-15.
- [5] 卢浩然. 中国麻类作物栽培学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1993.
- [6] 程建峰, 潘晓云. 作物根系研究法最新进展[J]. 江西农业学报, 1999(4): 55-59.
- [7] W.伯姆. 根系研究法[M]. 薛德榕, 谭协麟, 译. 北京: 科学出版社, 1985.
- [8] 廖荣伟. 作物根系形态观测方法研究进展讨论[J]. 气象科技, 2008, 36(4): 29-31.
- [9] ZOBEL R W. Sensitivity analysis of computer - based - diameter measurement from digital images[J]. Crop Sci., 2003(43): 83-91.
- [10] 葛体达, 隋方功, 李金政, 等. 干旱对夏玉米根冠生长的影响[J]. 中国农学通报, 2005, 21(1): 25-29.
- [11] 冯冬霞, 施生锦. 叶面积测定方法的研究效果初报[J]. 中国农学通报, 2005, 21(6): 150-152.
- [12] 杨倩. 黄土高原保护性耕作下轮作系统根际土壤质量及其微生物机制[D]. 兰州: 兰州大学, 2013.
- [13] 安维太. 宁夏油料作物[M]. 银川: 宁夏人民出版社, 2009.
- [14] 袁可, 于显平, 吕伟. 基于动态生长模型的植物根系模拟研究[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2006, 28(5): 868-872.
- [15] 杨贵羽. 土壤水变动下冬小麦根、冠生长动态模型的建立及根、冠动态特性分析[D]. 北京: 中国农业大学, 2003.
- [16] 刘晓冰, 王光华, 金剑, 等. 作物根际和产量生理研究[M]. 北京: 科学出版社, 2010.
- [17] 杜太生, 康绍忠, 张建华. 不同局部根区供水对棉花生长与水分利用过程的调控效能[J]. 中国农业科学, 2007, 40(11): 2546-2555.
- [18] 揣葆田. 油用亚麻生长发育特性研究[J]. 中国油料作物学报, 1981(1): 165-167.
- [19] 朱勇臣. 胡麻高产栽培技术[J]. 农业科技与信息, 2010(21): 19-21.
- [20] 诸德辉. 小麦栽培生理——器官生长、光合作用和产量形成及其与环境条件的关系[J]. 西藏农业科

$^{12}\text{C}^{6+}$ 辐射后兵豆根尖细胞染色体形态变异分析

强晓霞, 张改相, 张志国

(兰州市第四中学, 甘肃 兰州 730050)

摘要: 室温条件下, 利用兰州重离子加速器装置对兵豆干种子进行 $^{12}\text{C}^{6+}$ 辐射处理, 观察辐射后 M1 代及 M2 代兵豆幼苗根尖细胞染色体结构的结果表明, 辐射处理后兵豆染色体出现各种畸形, 在 0~60 Gy 辐射范围内, 随着辐射剂量的增加, 兵豆根尖细胞染色体畸变率明显升高, 说明辐射处理能引起兵豆染色体形态异常, 诱发变异。

关键词: 微核; 染色体异常; $^{12}\text{C}^{6+}$ 重离子辐射; 兵豆

中图分类号: S529

文献标志码: A

文章编号: 1001-1463(2018)03-0014-03

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2018.03.005](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2018.03.005)

Analysis of Chromosome Morphological Variation in the Root Tip Cells of *Lens culinaris* After $^{12}\text{C}^{6+}$ Radition

QIANG Xiaoxia, ZHANG Gaixiang, ZHANG Zhiguo

(Lanzhou No. 4 Middle School, Lanzhou Gansu 730050, China)

Abstract: The aims were to study cytological effects and chromosome morphological variation in the root tip cells of M1 and M2 generation, Dry seeds of lentil (*Lens culinaris* Medic.) were irradiated by penetrating $^{12}\text{C}^{6+}$ ion beams on different doses at room temperature. Accelerated $^{12}\text{C}^{6+}$ ion beams ejected from the terminal of the heavy-ions research facility in Lanzhou. The results show that a variety of deformities of the chromosome after radiation treatment in lentil, with the increase of radiation dose, the chromosomal aberration rate of the root tip cells increased significantly, indicating that the radiation treatment could cause the abnormal chromosome morphology and induce variation between the range of the 0-60 Gy.

Key words: Micronucleus; Chromosome abnormality; High energy $^{12}\text{C}^{6+}$ irradiation; *Lens culinaris* Medic.

兵豆(*Lens culinaris* Medic.)俗称小扁豆, 染色体数目 $2n=14$, 豆科蝶型花亚科野豌豆族(Vicieae)兵豆属(*Lens*)双子叶一年生草本植物。兵豆含多种天然活性物质及维生素 A、E、K 等, 营养丰富, 食用价值高^[1]。兵豆产量较低, 辐射育种是选育高产新品种的有效途径^[2]。我们使用不同剂

量的 $^{12}\text{C}^{6+}$ 离子辐射兵豆干种子, 并观察辐射后 M1 代、M2 代根尖细胞染色体形态差异。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试兵豆种子由甘肃省农业科学院作物研究所提供。

收稿日期: 2017-11-27

基金项目: 甘肃省“十三五”教育科学规划课题“高中生物生态化课堂的教学实践研究”[GS(2016)GHB0494]。

作者简介: 强晓霞(1985—), 女, 甘肃兰州人, 中学二级教师, 硕士, 主要承担高中生物课程教学和实验教学工作。E-mail: 18293192182@163.com。

通信作者: 张改相(1967—), 男, 甘肃静宁人, 中学高级教师, 主要承担高中生物课程教学和实验教学工作。E-mail: 56238986@qq.com。

技, 1979(4): 57-79.

哈尔滨: 东北农业大学, 2006.

[21] 李心文. 胡麻红花蓖麻栽培技术问答[M]. 北京: 中国农业出版社, 2010.

[24] 张玉娇. 花生生育动态与模拟模型的研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2006.

[22] 孙焕良. 南方红壤区冬季亚麻产业化关键技术研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2007.

[25] 徐丽珍, 周以贤. 亚麻植株生长动态规律的研究[J]. 中国麻业科学, 1990(2): 33-36.

[23] 孙海波. 大豆根系及其与地上部分关系的研究[D].

(本文责编: 陈 珩)