

# 速生小白菜的 Logistic 模型研究

朱 鑫, 张晓磊, 王 莅, 王艳婕

(天津市设施农业研究所, 天津 300192)

**摘 要:**以速生小白菜品种“快菜 30”为试材,对小白菜的株高、叶片数、最大叶长、最大叶宽、单株地上部干鲜重、单株地下部干鲜重等指标进行观测,并对结果进行 Logistic 生长曲线方程拟合。结果表明:小白菜的生长发育与定植时间之间可以用 Logistic 曲线方程表示,并且达到了显著水平。各个指标生长都呈现单 S 曲线,各个曲线的拐点出现时间是其生长的关键时期。

**关键词:**小白菜;Logistic 模型;拐点;速生;基质

**中图分类号:**S 634.3 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-0009(2015)21-0044-03

小白菜(*Brassica rapa* L.)属十字花科芸薹属白菜亚种蔬菜<sup>[1-4]</sup>,即不结球白菜,俗称青菜、鸡毛菜,原产中国。小白菜生长期短、适应性强,产量高,一年四季均可栽植<sup>[5-6]</sup>,因此可以作为速生叶菜栽培,又因为其营养丰富、口感鲜嫩<sup>[7]</sup>而深受种植户及消费者的喜爱。

随着人们生活水平的提高,越来越多的人热衷于在家中阳台上种菜,速生叶菜就成了最简单,最受欢迎的叶菜品种。在穴盘中进行叶菜的基质栽培不仅能满足人们阳台种菜的需求,也能满足叶菜的标准化生产,生长出快速、安全的叶菜。但目前我国对小白菜的研究主要集中在栽培技术和病害防治方面<sup>[8-9]</sup>,对基质栽培的小白菜生长模型研究报道甚少<sup>[10-13]</sup>。该试验对冬季日光温室小白菜的各项生长指标的动态变化进行量化研究,用 Logistic 模型来拟合小白菜的生长,分析在穴盘中栽培的小白菜的生长发育规律,对建立速生小白菜动态的生长模型、制定速生小白菜优质丰产栽培技术措施有着一定的指导意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试速生小白菜品种“快菜 30”由天津市农业科学院蔬菜所选育。

### 1.2 试验方法

2014 年 10 月 31 日在天津市设施农业研究所日光温室内播种,播于 50 穴穴盘中,基质为自行配置,比例为蛭石:草炭:珍珠岩=1:1:1。播种后每 7 d 对植株的生长情况进行 1 次调查,直至植株生长不良,一共调

查 8 次。每次从穴盘中随机选取 20 株具有代表性的植株做样品,进行株高、叶片数、最大叶长、最大叶宽、单株地上部干鲜重、单株地下部干鲜重等指标测定。

### 1.3 数据分析

参照文献[14]~[18],应用生物统计方法<sup>[19-20]</sup>进行生长发育的 Logistic 生长曲线方程拟合。Logistic 生长曲线是 S 型曲线,它的方程为: $\hat{Y}=K/(1+ae^{-bx})$ ,式中, $\hat{Y}$ 为重量、纵径、横径等生长量  $y$  的估计值, $x$  为发育时间, $K$  为发育时间无限延长时的终极生长量, $a$ 、 $b$  为参数, $e$  为自然对数的底数。 $\hat{Y}=K/2$  时, $x=\ln a/b$ ,这是曲线拐点,表示生长速率从越来越快开始变为越来越慢,是生长的关键时期。

## 2 结果与分析

### 2.1 速生小白菜株高的变化规律

从图 1 可以看出,经过 56 d 的生长后,植株的株高有了显著的增加,最后达到了 10.79 cm。通过计算,得到了植株株高的 Logistic 曲线。 $y(\text{株高})=11.1164/(1+22.1909e^{-0.1174x})$ 。生长发育时间  $x$  和株高  $y$  的相关系数为 -0.978 486 703,说明植株株高生长发育符合 Logistic 曲线方程,其生长呈单 S 曲线,拐点是 (26.394 8,

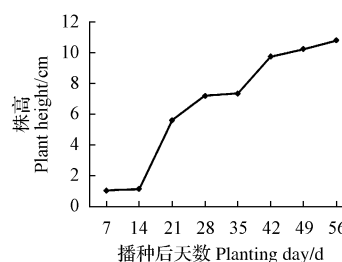


图 1 速生小白菜株高动态变化

Fig. 1 The dynamic changes of Chinese cabbage's petiole length

**第一作者简介:**朱鑫(1982-),女,江西人,硕士,现主要从事蔬菜栽培和育种等研究工作。E-mail:zhuxin96@126.com

**基金项目:**天津市农业科学院院长基金资助项目(15009)。

**收稿日期:**2015-05-25

5.558 2)。说明播种后 26 d 株高的生长开始由快变慢,此时的株高能达到 5.558 2 cm。

## 2.2 速生小白菜叶片数的变化规律

从图 2 可以看出,经过 56 d 的生长后,植株的叶片数有了显著的增加,最后达到了 10.33 片。通过计算,得到了植株叶片数的 Logistic 曲线。 $y(\text{叶片数}) = 11.0649 / (1 + 105.4244e^{-0.1353x})$ 。生长发育时间  $x$  和叶片数  $y$  的相关系数为 -0.976 2,说明植株叶片数生长发育符合 Logistic 曲线方程,其生长呈单 S 曲线,拐点是(34.430 1, 5.532 5)。说明播种后 34 d 叶片数的生长速度开始由快变慢,此时的叶片数能达到 5.532 5 片。

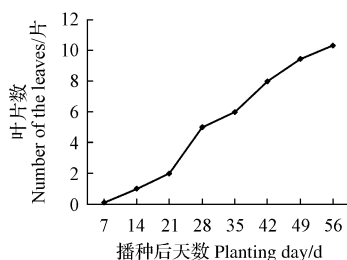


图 2 速生小白菜叶片数动态变化

Fig. 2 The dynamic changes of Chinese cabbage's leaf number

## 2.3 速生小白菜最大叶长和叶宽的变化规律

从图 3 可以看出,经过 56 d 的生长后,植株的叶长和叶宽有了显著的增加,最后分别达到了 9.733 3 cm 和 4.755 6 cm。通过计算,得到了植株最大叶长和叶宽的 Logistic 曲线。 $y(\text{最大叶长}) = 10.0665 / (1 + 26.5288e^{-0.1254x})$ 。生长发育时间  $x$  和最大叶长  $y$  的相关系数为 -0.987 0,说明植株最大叶长生长发育符合 Logistic 曲线方程,其生长呈单 S 曲线,拐点是(26.138 6, 5.033 3)。说明播种后 26 d 叶长的生长速度开始由快变慢,此时的叶长为 5.033 3 cm。 $y(\text{最大叶宽}) = 4.8115 / (1 + 13.5638e^{-0.1265x})$ ,相关系数为 -0.962 5,其拐点是(20.616 8, 2.405 8),说明在播种 21 d 后植株的叶宽生长开始变慢,此时的叶宽能达到 2.405 8 cm。

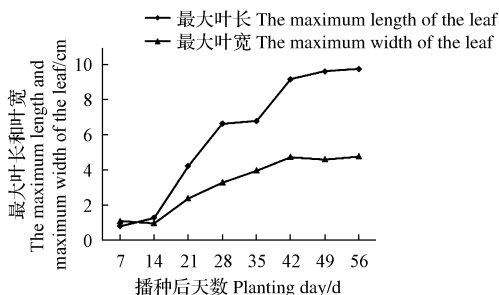


图 3 速生小白菜最大叶长和叶宽动态变化

Fig. 3 The dynamic changes of Chinese cabbage's leaf length and leaf width

## 2.4 速生小白菜单株鲜重的变化规律

从图 4 可以看出,经过 56 d 生长后,植株鲜重有了显著的增加,最后地上部和地下部单株鲜重分别达到了 11.871 1 g 和 2.358 9 g。通过计算,得到了地上部和地下部单株鲜重的 Logistic 曲线。 $y(\text{地上部鲜重}) = 13.9113 / (1 + 415.0307e^{-0.1409x})$ 。生长发育时间  $x$  和地上部鲜重  $y$  的相关系数为 -0.988 0,说明植株地上部鲜重生长发育符合 Logistic 曲线方程,其生长呈单 S 曲线,拐点是(42.778 2, 6.955 7)。说明播种后 43 d 时地上部鲜重的生长速度开始由快变慢,此时的重量为 6.955 7 g。 $y(\text{地下部鲜重}) = 2.5692 / (1 + 223.3110e^{-0.1410x})$ ,相关系数为 -0.991 3,其拐点是(38.368 7, 1.284 6),说明在播种 38 d 后地下部鲜重生长开始变慢,此时的重量能达到 1.284 6 g。

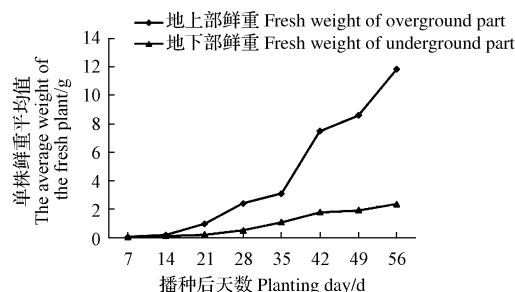


图 4 速生小白菜单株鲜重动态变化

Fig. 4 The dynamic changes of Chinese cabbage's fresh weight

## 2.5 速生小白菜单株干重的变化规律

从图 5 可以看出,经过 56 d 的生长后,植株的干重有了显著的增加,最后地上部和地下部单株干重分别达到了 0.678 7 g 和 0.243 7 g。通过计算,得到了地上部和地下部单株干重的 Logistic 曲线。 $y(\text{地上部干重}) = 0.7294 / (1 + 366.2771e^{-0.1486x})$ 。生长发育时间  $x$  和地上部干重  $y$  的相关系数为 -0.989 5,说明植株地上部干重生长发育符合 Logistic 曲线方程,其生长呈单 S 曲线,拐点是(39.724 7, 0.364 7)。

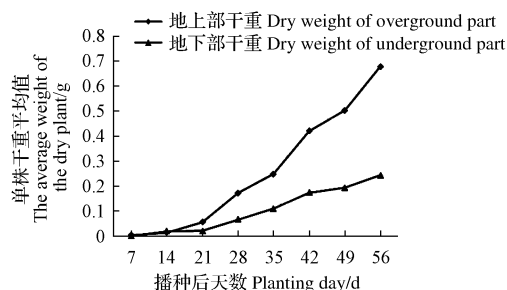


图 5 速生小白菜单株干重动态变化

Fig. 5 The dynamic changes of Chinese cabbage's dry weight

说明播种后 40 d 地上部鲜重的生长速度开始由快变慢,此时的重量为 0.364 7 g。 $y(\text{地下部干重}) = 0.2911 / (1 + 165.7222e^{-0.1253x})$ ,相关系数为

—0.973 1,其拐点是(40.790 10.145 5),说明在播种41 d后地下部干重生长开始变慢,此时的重量能达到0.145 5 g。

### 3 结论与讨论

对“快菜 30”的株高、叶片数、最大叶长、最大叶宽、单株地上部干鲜重和地下部干鲜重等生长指标进行分析,发现其生长规律可以用 Logistic 曲线拟合,生长型为单大曲线。对植株地上部鲜重来说,一般在播种后的第43天左右是生长的拐点,对植株地下部鲜重来说,一般在播种38 d左右是生长拐点,所以对“快菜 30”来说第38~43天生长会由快变慢,可在此时考虑采收。株高生长的拐点是第26天,叶片数的拐点是第34天,最大叶长的拐点是第26天,最大叶宽的拐点是第21天,地上部干重的拐点是第40天,地下部干重的拐点是第41天。因此对速生小白菜来说播种后第20~43天是生长的关键时期,其中叶片的生长关键期是播种后第21~26天,地上部的生长关键期是播种后的前43 d。因此在这些关键时期要加强肥水管理,以提高速生小白菜的产量和质量。为了适应生产或者是阳台种植的环境条件,把速生叶菜关键的生长期放在最适合的时期内。

该试验在穴盘中进行,植物的营养面积有限,因而生长时间有限,取样8次后,植株生长不良,因此停止试验。如果是在更大的容器中种植,预计生长时间会有所延长,因此针对不同的需要,可以选取不同的营养面积进行栽培。

### 参考文献

- [1] 刘朝阳,穆金艳,孙丽,等.小白菜主要营养品质及与农艺性状的相关分析[J].北方园艺,2014(15):10-13.
- [2] 程昕.几种小白菜的品种植物学性状调查及品质分析[J].现代园艺,2012(8):12.

- [3] 孙丽,赵峰亮,李贞霞,等.二十二份小白菜主要农艺性状的遗传及相关分析[J].北方园艺,2014(17):1-4.
- [4] 程智慧.蔬菜栽培学各论[M].北京:科学出版社,2010.
- [5] 周长久.现代蔬菜育种学[M].北京:科学技术文献出版社,1996.
- [6] 张平.中国蔬菜品种志(上卷)[M].北京:中国农业出版社,2001:978-979.
- [7] 宋元林,王倩.农民快速致富丛书[M].北京:科学技术文献出版社,1999:64-65.
- [8] 刘畅,刘维信.不结球白菜花药组织培养影响因素的研究[J].山东农业科学,2011(4):21-24.
- [9] 俞晓琴.小白菜食用价值及栽培技术[J].吉林蔬菜,2011(6):21-24.
- [10] 戴宏芬,邱燕萍,李荣,等.储良龙眼果实发育的 Logistic 生长曲线方程[J].广东农业科学,2006(3):15-18.
- [11] 龚军辉. Logistic 方程的推导及其生物学意义[J].高等函授学报,2008(22):47-50.
- [12] 朱鑫,高国训,靳力争,等.早春大棚芹菜生长动态规律研究[J].长江蔬菜,2010(6):19-22.
- [13] 朱鑫,王莹,高国训,等.芹菜新品种 YZ09-14 的 Logistic 模型研究[J].长江蔬菜,2012(8):26-29.
- [14] 蒋向辉,谷合勇.四棱豆开花特性的曲线方程配置研究[J].北方园艺,2007(11):22-24.
- [15] 周元满,谢正生. Logistic 模型在桉树生长过程估计中的应用[J].南京林业大学学报,2004(28):107-110.
- [16] 刘慧,张国桢.温室油桃叶片与果实生长模型及其分析[J].西北林学院学报,2010(25):86-89.
- [17] 陈清西,廖镜思.龙眼果实生长曲线和各组织的相关分析[J].福建农业大学学报,1995(24):19-22.
- [18] 符特,罗新兰,李天来,等.日光温室番茄果实鲜重与纵横径数学关系研究[J].北方园艺,2007(5):10-12.
- [19] 李春喜,王志和,王文林.生物统计学[M].北京:科学出版社,1997:131-133.
- [20] 盖钧镒.试验统计方法[M].1版.北京:中国农业出版社,2000:219-220.

## Study on Logistic Growth Model of Chinese Cabbage

ZHU Xin, ZHANG Xiaolei, WANG Li, WANG Yanjie  
(Tianjin Facility Agricultural Research Institute, Tianjin 300192)

**Abstract:** The dynamics changes of Chinese cabbage were studied in order to research the growth rhythm. The main agronomic characters (petiole length, leaf number, leaf length, leaf width, fresh weight and dry weight of ground part and underground part) of Chinese cabbage were conducted. The results showed that Logistic growth curve could be used to express the relationship between growth and planting time which reached significant levels. The growth curve were all single S type and it was very important time when reached the inflexion time.

**Keywords:** chinese cabbage; Logistic model; inflexion; fast growing; growing media