

## 武隆区高山蔬菜根肿病发生特点及影响因素研究

李晓梅, 高立均\*, 陶伟林 (重庆市农业科学院, 重庆 401329)

**摘要** 为明确武隆区高山蔬菜根肿病发生规律以及发病原因, 基于5点取样法、电位法、实地调查法等, 对武隆区高山甘蓝、大白菜、萝卜3个主栽品种的根肿病发病面积、危害程度、发病季节、根肿病发病区的土壤pH、气候、耕作制度等进行研究。结果显示, 武隆区高山甘蓝、大白菜、萝卜的根肿病主要分布在仙女山镇和双河乡的9个村; 从品种的危害程度看, 甘蓝危害程度最大, 大白菜危害程度次之, 萝卜危害程度相对较小; 土壤pH与根肿病发病率呈负相关, 最大相关系数 $r = -0.786$ , 土壤pH是影响根肿病发病率的因素之一; 甘蓝和大白菜的根肿病发病高峰期在7—8月, 高山萝卜的根肿病发病高峰期在8—9月, 在11—12月, 高山甘蓝、大白菜、萝卜均无根肿病现象; 土壤湿度在50%~56%, 土壤温度在21℃左右, 有利于根肿病的发生; 采用轮作可以有效降低根肿病的发病率, 尤其是采用甘蓝与芥子轮作, 根肿病发病率比连作地块低30%。

**关键词** 高山蔬菜; 根肿病; 防治; 重庆武隆区

中图分类号 S436.3 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2019)12-0156-05

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2019.12.043



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Occurrence Characteristics and Influencing Factors of Root Swelling Disease of Three Kinds of Alpine Vegetable in Wulong District

LI Xiao-mei, GAO Li-jun, TAO Wei-lin (Chongqing Academy of Agricultural Sciences, Chongqing 401329)

**Abstract** In order to clarify the occurrence regularity and causes of root swelling disease of alpine vegetables in Wulong District, based on five-point sampling method, potentiometric method and field investigation method, the incidence area, damage degree, incidence season, soil pH, climate and cultivation system of root swelling disease of three main cultivars of alpine cabbage, Chinese cabbage and radish in Wulong District were investigated, the results were as follows: the root swelling disease of mountain cabbage, Chinese cabbage and radish in Wulong area was mainly distributed in nine villages of fairy mountain town and double township. According to the harm degree of varieties, the harm degree of cabbage was the greatest, and the harm degree of Chinese cabbage was the second, and the harm degree of radish was relatively less. The soil pH was negatively correlated with the incidence of clubroot, and the maximum correlation coefficient was 0.786. The occurrence regularity of root swelling of cabbage, Chinese cabbage and radish in Wulong District was determined. The peak period of root swelling of cabbage and Chinese cabbage was in July and August, and the peak period of root swelling of radish was in August and September. In November and December, cabbage, Chinese cabbage and radish were no occurrence of root swelling. It was found that the climate had a certain effect on the occurrence of root swelling. Soil moisture was 50%~56%, soil temperature was about 21℃, which was beneficial to the occurrence of root swelling. The rotation could effectively reduce the root swelling incidence, especially the cabbage and buckwheat rotation, the effect was most obvious, 30% lower than the plots of Clubroot incidence.

**Key words** Alpine vegetable; Root Swelling; Prevention and control; Wulong District of Chongqing

重庆地处长江上游, 高山资源丰富, 其中, 海拔 800~1 200 m 的 1.68 万 km<sup>2</sup>, 占幅员面积的 20.42%, 海拔 1 200 m 以上的 1.28 万 km<sup>2</sup>, 占幅员面积的 15.56%<sup>[1]</sup>。重庆高山地区夏季气候凉爽, 土壤、农用灌溉水和空气质量好, 无工业“三废”污染, 生态环境良好, 适于高山蔬菜栽培。20 世纪 90 年代初, 重庆开始试产高山蔬菜<sup>[2]</sup>, 经过 20 多年的发展, 重庆高山蔬菜已由山区农业的辅助产业一跃成为农业发展中重要的保供产业和农民脱贫攻坚的支撑产业, 在满足城市绿色有机蔬菜供应和致富山区百姓方面发挥重要作用。

重庆高山蔬菜产区主要分布在武隆、彭水、巫溪、酉阳、涪陵、黔江、秀山和石柱等区县<sup>[3]</sup>, 其中, 最大的高山蔬菜生产基地主要集中在武隆区。武隆区地处乌江下游, 平均海拔 500 m 左右, 高山蔬菜种植区集中在平均海拔 1 000 m 以上的仙女山、白马山、弹子山、桐梓山、罗英山 5 个生产片区<sup>[4]</sup>。高山蔬菜主产区山地面积积达 3.33 万 hm<sup>2</sup>, 地形、气候、土壤具有立体分布的自然资源优势, 适宜天然反季节蔬菜种植。近年来, 武隆区大力发展高山蔬菜生产, 已建成高山蔬菜生产基地 1.2 万 hm<sup>2</sup>, 全区蔬菜产量达 52 万 t, 已成为夏秋季节重

庆主城及周边地区夏、秋淡季蔬菜供给的主要“菜篮子”基地县<sup>[5]</sup>。

然而, 武隆区高山蔬菜的主导品种以大白菜、白萝卜和莲花白这“三白”蔬菜为主, 由于品种结构较为单一, 加之连年种植“三白”, 产生连作障碍, 导致土传病害严重。自 2005 年以来, 甘蓝、大白菜、萝卜等十字花科蔬菜相继发生了根肿病病害, 而且严重程度逐年增加。十字花科根肿病是世界性十字花科作物的土传病害之一<sup>[6]</sup>。根肿病是目前在农作物特别是蔬菜中流行的一种病害。近年来, 随着市场经济的发展, 蔬菜种植面积逐年扩大, 商品种子和南北蔬菜的相互交流调运、土壤酸化、全球变暖等问题相继出现, 致使我国蔬菜根肿病的发生面积逐年扩大, 严重程度逐年增加, 已成为蔬菜的主要病害之一<sup>[7]</sup>。根肿病一旦暴发, 造成蔬菜产量和品质严重下降, 有的甚至绝收, 农民经济损失惨重, 严重影响了农民种菜的积极性, 制约了武隆区高山蔬菜的可持续发展。由于土地减产、绝收, 导致淡季蔬菜产量锐减, 重庆蔬菜产出难以供应本地市场, 只能依靠外地引进, 蔬菜的新鲜度、质量、价格等均难以保证, 重庆市民的“菜篮子”无法得到保障。笔者通过对武隆区高山甘蓝、大白菜、萝卜三大主栽品种根肿病现状的全面调查, 获取武隆高山地大白菜、甘蓝、萝卜三大品种的根肿病发病面积、发病情况、耕作制度、发病季节、

**作者简介** 李晓梅(1985—), 女, 重庆人, 农艺师, 硕士, 从事农业信息化、作物虚拟模型建设研究。\* 通信作者, 助理研究员, 农业推广硕士, 从事农业信息化研究。

**收稿日期** 2018-12-29

根肿病发病区的土壤含水量和 pH 等,旨在为重庆市高山蔬菜中心带的根肿病研究提供数据支撑,分析根肿病与土壤 pH、土壤含水量、耕作制度、季节以及施肥肥料种类的关系,旨在揭示其发病原因,从源头上减少发病因子。

## 1 材料与方法

**1.1 试验材料** 甘蓝、大白菜、萝卜是武隆区高山蔬菜的主栽品种,主要分布在仙女山镇仙女山村,双河乡团兴村、坨田村、木根村、新村、石坝村、梅子村、铁炉村、莽子村,黄莺乡复兴村,白马镇车盘村、豹岩村,接龙镇白果树村 13 个村。

**1.2 试验方法** 调查时间于 2015 年 4—12 月。调查地点为重庆市武隆区十字花科高山蔬菜主产区的仙女山、双河、白马、接龙、黄莺 5 个乡镇。调查高山大白菜、甘蓝、萝卜 3 个蔬菜品种的种植面积,根肿病发病区域、发病面积、危害程度、发病规律,根肿病发病区域的土壤 pH、气候条件、耕作制度、育苗方式、施肥种类等。

每个镇选取大白菜、甘蓝、萝卜种植面积较大的村进行调查,按照 5 点法在每个地块随机抽样调查,计算发病株率、病情指数,划分病害分布的严重程度。

病株率 = 发病株数 / 调查总株数 × 100%

病情指数 =  $\sum(\text{发病级别} \times \text{该级发病株数}) / (\text{最高发病级别} \times \text{调查总株数}) \times 100^{[8]}$

采用吴道军<sup>[9]</sup>的 0~9 级十字花科蔬菜根肿病分级标准。0 级:无任何根肿病现象;1 级:仅侧根肿大,主根无肿大现象;3 级:主根肿大,其直径小于茎基部的 2 倍,侧根肿大数量小于 50% 的根系;5 级:主根肿大,其直径小于茎基部的 3 倍,侧根肿大数量占 50%~70% 的根系;7 级:主根肿大,其直径是茎基部的 3~4 倍或侧根肿大数量大于 75% 的根系;9 级:主根肿大,其直径大于茎基部的 4 倍。

十字花科蔬菜根肿病发生程度划分标准:无病,没有根肿病发生;极轻,发病株率 10% 以下,病情指数 0.01~0.10;轻,发病株率 11%~20%,病情指数 0.11~0.20;较轻,发病株率 21%~40%,病情指数 0.21~0.35;重,发病株率 41%~60%,病情指数 0.36~0.50;严重,发病株率 61%~100%,病情指数 0.51~1.00。

**1.3 测定项目与方法** 采用《土壤农业化学分析方法》中的电位法测定土壤生物 pH<sup>[10]</sup>。具体步骤:①取过 20 目筛的烘干土 10 g,倒入研钵中研磨细后,转移至 50 mL 烧杯中,加 25 mL 蒸馏水至烧杯中,并用玻璃棒搅拌,使土溶解。②pH 计开机预热 10 min,并用 pH 4.01 标准缓冲液、pH 6.87 标准缓冲液、pH 9.18 标准缓冲液进行校准。③用去离子水冲洗 pH 计电极,待水分干后,将玻璃电极插入土壤试液中,读取 pH,测量 3 次,取平均值作为测量结果。

## 2 结果与分析

**2.1 武隆高山蔬菜的分布** 2015 年,通过走访、咨询、调查,明确武隆高山甘蓝、大白菜、萝卜主产区的种植面积,仙女山镇仙女山村,双河乡团兴村、坨田村、木根村、新村、石坝村、梅子村、铁炉村、莽子村,黄莺乡复兴村,白马镇车盘村、豹岩村,接龙镇白果树村 13 个村的甘蓝种植面积为 2 105.1 hm<sup>2</sup>,

大白菜种植面积为 586.1 hm<sup>2</sup>,萝卜种植面积为 184.7 hm<sup>2</sup>(表 1)。

表 1 武隆高山甘蓝、大白菜、萝卜主产区播种面积

Table 1 Planting area of main producing areas of alpine cabbage, Chinese cabbage and radish in Wulong area hm<sup>2</sup>

序号 No.	调查地点 Survey site	甘蓝 Cabbage	大白菜 Chinese cabbage	萝卜 Radish
1	双河乡梅子村	246.70	100.00	80.00
2	双河乡木根村	186.70	100.00	15.30
3	双河乡坨田村	233.30	66.70	3.40
4	双河乡石坝村	137.10	37.50	5.30
5	双河乡新春村	200.00	40.00	2.70
6	双河乡莽子村	160.00	40.00	4.70
7	双河乡铁炉村	266.70	73.30	4.70
8	双河乡团兴村	166.70	53.30	4.00
9	仙女山镇仙女山村	86.70	26.70	6.00
10	白马镇车盘村	153.30	8.60	6.70
11	白马镇豹岩村	8.00	6.67	5.33
12	接龙镇白果树村	6.70	0	0
13	黄莺乡复兴村	253.30	33.30	46.70

## 2.2 3 个品种主产区的根肿病发生区域、发生面积和发病程度

2015 年 4 月上旬至 2015 年 10 月上旬,在育苗至大田收获期,深入仙女山镇、双河乡、白马镇、接龙镇 4 个高山甘蓝、大白菜、萝卜主产区,每个调查地块随机抽查 100 株,计算病株率和病情指数,调查甘蓝、大白菜、萝卜 3 个品种的根肿病发病情况。结果发现,甘蓝的发病面积为 1 122.1 hm<sup>2</sup>,白菜的发病面积为 312.0 hm<sup>2</sup>,萝卜的发病面积为 80.3 hm<sup>2</sup>,总共发病面积达 1 514.4 hm<sup>2</sup>(表 2)。

从调查结果看,根肿病发病区主要分布在仙女山镇仙女山村,双河乡团兴村、坨田村、木根村、新春村、石坝村、梅子村、铁炉村、莽子村 9 个村,而在接龙镇白果树村、黄莺乡复兴村、白马镇车盘村和豹岩村未发现根肿病,原因是这几个村未受根肿病病菌的侵染,因此,针对未发生根肿病的村镇应提前做好防护措施,防止根肿病的蔓延。

表 2 武隆高山甘蓝、大白菜、萝卜主产区根肿病发病面积

Table 2 Incidence area of root swelling of cabbage, Chinese cabbage and radish in Wulong area hm<sup>2</sup>

序号 No.	调查地点 Survey site	甘蓝 Cabbage	大白菜 Chinese cabbage	萝卜 Radish
1	双河乡梅子村	52.0	12.0	3.1
2	双河乡木根村	182.0	46.0	2.1
3	双河乡坨田村	84.8	16.0	1.7
4	双河乡石坝村	112.0	26.4	1.5
5	双河乡新春村	166.1	74.0	10.0
6	双河乡莽子村	140.0	23.2	1.5
7	双河乡铁炉村	97.3	20.0	2.8
8	双河乡团兴村	63.3	14.4	0.9
9	仙女山镇仙女山村	224.5	80.0	56.8
10	白马镇车盘村	0	0	0
11	白马镇豹岩村	0	0	0
12	黄莺乡复兴村	0	0	0
13	接龙镇白果树村	0	0	0

甘蓝根肿病危害程度为“严重”的发病地块面积占甘蓝总调查田块面积的77%，主要分布在仙女山镇仙女山村，双河乡新春村、铁炉村、莽子村、木根村、梅子村；根肿病危害程度为“重”的发病地块面积占甘蓝总调查田块面积的18%，分布在双河乡坨田村、石坝村；根肿病危害程度“较轻”的发病地块面积占甘蓝总调查田块面积的4%，分布在双河乡团兴村(表3)。

表3 武隆高山甘蓝主产区根肿病病情分布

Table 3 Distribution of root swelling disease in main producing areas of alpine cabbage in Wulong area

序号 No.	调查地点 Survey site	病株率 Disease incidence//%	病情指数 Disease index	发病程度 Degree of disease
1	双河乡梅子村	69	0.58	严重
2	双河乡木根村	78	0.74	严重
3	双河乡坨田村	53	0.43	重
4	双河乡石坝村	42	0.37	重
5	双河乡新春村	89	0.82	严重
6	双河乡莽子村	70	0.64	严重
7	双河乡铁炉村	73	0.61	严重
8	双河乡团兴村	38	0.32	较轻
9	仙女山镇仙女山村	91	0.83	严重

大白菜根肿病危害程度为“严重”的发病地块占大白菜总调查田块面积的64%，分布在仙女山镇仙女山村，双河乡新春村、木根村；根肿病危害程度为“重”的发病地块占大白菜总调查田块面积的23%，分布在双河乡坨田村、梅子村、莽子村、铁炉村；根肿病危害程度为“较轻”的发病地块占大白菜总调查田块面积的13%，分布在双河乡石坝村、团兴村(表4)。

萝卜根肿病危害程度为“严重”的发病地块占萝卜总调查田块面积的86%，分布在仙女山镇仙女山村，双河乡新春村、木根村；根肿病危害程度为“重”的发病地块占萝卜总调查田块面积的9%，分布在双河乡梅子村、莽子村、铁炉村；根肿病危害程度“较轻”的发病地块占萝卜总调查田块面积的5%，分布在双河乡坨田村、石坝村、团兴村(表5)。

表6 高山甘蓝、大白菜、萝卜的土壤pH与根肿病发病率

Table 6 Soil pH and incidence of root swelling of alpine cabbage, chinese cabbage and radish

序号 No.	调查地点 Survey site	甘蓝 Cabbage		大白菜 Chinese cabbage		萝卜 Radish	
		土壤 pH Soil pH	发病率 Incidence rate//%	土壤 pH Soil pH	发病率 Incidence rate//%	土壤 pH Soil pH	发病率 Incidence rate//%
1	双河乡梅子村	6.41	69	5.94	15	6.19	10
2	双河乡木根村	5.64	78	5.45	79	5.64	65
3	双河乡坨田村	4.73	53	5.11	40	5.02	35
4	双河乡石坝村	6.23	42	6.31	36	6.03	31
5	双河乡新春村	4.91	89	4.93	81	4.52	69
6	双河乡莽子村	5.05	70	5.27	64	5.48	57
7	双河乡铁炉村	5.27	73	5.56	60	6.28	40
8	双河乡团兴村	6.34	38	6.00	27	6.33	24
9	仙女山镇仙女山村	4.40	91	4.51	92	5.41	73

为了分析高山甘蓝土壤pH与根肿病发病率的关系,对土壤pH与根肿病发病率进行相关性分析。结果表明,土壤

表4 武隆高山大白菜主产区根肿病病情分布

Table 4 Distribution of root swelling disease in main producing areas of Chinese cabbage in Wulong area

序号	调查地点 Survey site	病株率 Disease incidence//%	病情指数 Disease index	发病程度 Degree of disease
1	双河乡梅子村	45	0.39	重
2	双河乡木根村	69	0.56	严重
3	双河乡坨田村	40	0.35	重
4	双河乡石坝村	36	0.28	较轻
5	双河乡新春村	74	0.69	严重
6	双河乡莽子村	58	0.48	重
7	双河乡铁炉村	60	0.50	重
8	双河乡团兴村	27	0.25	较轻
9	仙女山镇仙女山村	80	0.79	严重

表5 武隆高山萝卜主产区根肿病病情分布

Table 5 Distribution of root swelling disease in main producing areas of radish in Wulong area

序号	调查地点 Survey site	病株率 Disease incidence//%	病情指数 Disease index	发病程度 Degree of disease
1	双河乡梅子村	51	0.45	重
2	双河乡木根村	65	0.54	严重
3	双河乡坨田村	35	0.30	较轻
4	双河乡石坝村	31	0.27	较轻
5	双河乡新春村	61	0.51	严重
6	双河乡莽子村	57	0.45	重
7	双河乡铁炉村	53	0.42	重
8	双河乡团兴村	24	0.24	较轻
9	仙女山镇仙女山村	73	0.79	严重

通过对武隆区高山甘蓝、大白菜、萝卜3个主栽品种的根肿病调查,明确了根肿病病害在武隆高山地区的分布、发生情况。结果表明高山甘蓝、大白菜、萝卜3个品种根肿病危害存在一定差异,其中,甘蓝危害程度最大,大白菜危害程度次之,萝卜危害程度相对较小。

**2.3 土壤pH对根肿病的影响** 从表6可以看出,发生根肿病的地块,土壤pH在4.4~6.5,呈酸性,根肿病发生率在38%~91%,说明土壤偏酸,适宜根肿病菌的存活和侵染。这表明土壤酸化是根肿病发生的原因之一。

pH与根肿病发病率呈负相关,相关系数 $r=-0.621^{**}$ (图1)。

对高山大白菜土壤pH与根肿病发病率进行相关性分

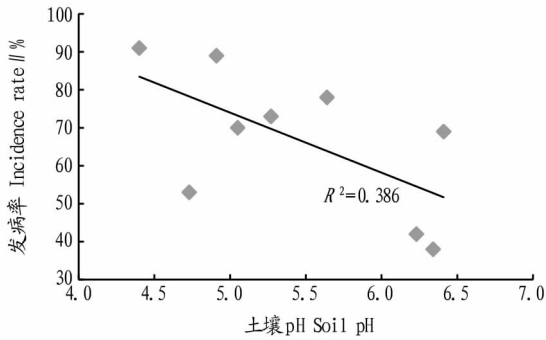


图1 高山甘蓝土壤 pH 与根肿病发病率的关系

Fig.1 Relationship between soil pH and incidence rate of root swelling disease in alpine cabbage

析,结果表明,土壤 pH 与根肿病发病率呈负相关,相关系数  $r = -0.786^{**}$  (图 2)。

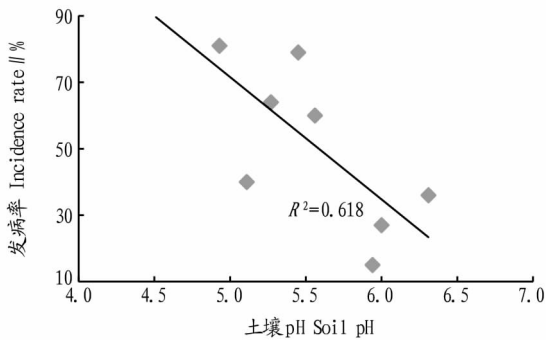


图2 高山大白菜土壤 pH 与根肿病发病率的关系

Fig.2 Relationship between soil pH and incidence rate of root swelling disease in alpine Chinese cabbage

对高山萝卜土壤 pH 与根肿病发病率进行相关性分析,结果表明,土壤 pH 与根肿病发病率呈负相关,相关系数  $r = -0.655^{**}$  (图 3)。

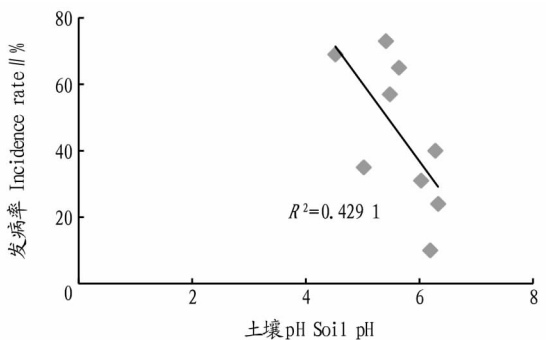


图3 高山萝卜土壤 pH 与根肿病发病率的关系

Fig.3 Relationship between soil pH and incidence rate of root swelling disease in alpine radish

从相关性分析结果看,高山甘蓝、大白菜、萝卜根肿病发病区的土壤 pH 与根肿病发病率均呈负相关,最小相关系数  $r = -0.621^{**}$ ,最大相关系数  $r = -0.786^{**}$ ,说明 pH 是影响高山萝卜根肿病发病率的因素之一。

在调查范围内,所有发生根肿病的田块土壤均呈酸性。土壤酸化与农民超标使用化学肥料有关,特别是过量使用氮肥,会导致土壤板结,酸性增强;因此,发生根肿病的地块,可

以通过调节土壤酸碱度减少根肿病的发生。

**2.4 根肿病的发病规律** 经调查,武隆区高山甘蓝和大白菜的发病规律:4—5月育苗期处于低发病期;发病率为 5%~10%;6月生长期,发病率逐渐上升,为 20%~40%;7—8月采收初期,发病率处于高峰期,达 60%~90%;在 9—10月采收尾期,发病率逐渐下降,在 30%~40%;11—12月,根肿病病菌进入休眠期,无根肿病现象(图 4)。

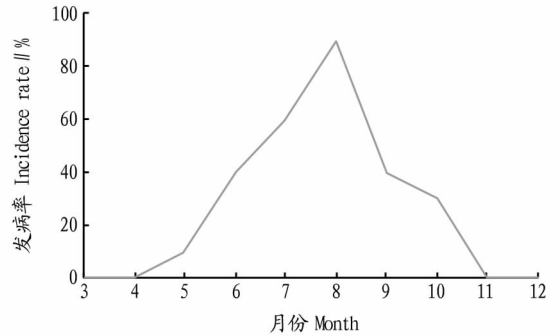


图4 高山甘蓝、大白菜根肿病发病规律

Fig.4 Regularity of root swelling of alpine cabbage and Chinese cabbage

高山萝卜根肿病发病规律:在 6月中下旬育苗时期处于低发病期,发病率在 10%左右;在 7月生长期,发病率上升,发病率在 30%~40%;在 8—9月收获期,发病率最高,在 50%~60%;在 10月收获尾期,发病率逐渐降低,在 20%~30%;在 11—12月,根肿病病菌进入休眠期,无根肿病现象(图 5)。

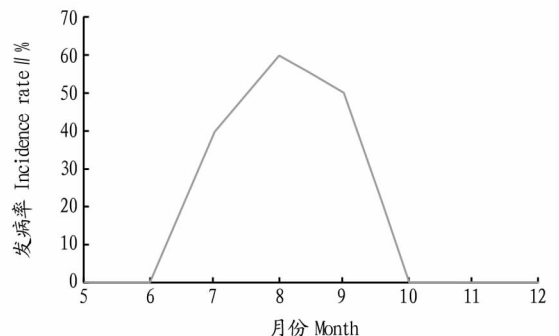


图5 高山萝卜根肿病发病规律

Fig.5 Regularity of root swelling of alpine radish

从调查结果看,根肿病病原菌一般在蔬菜幼苗期进行侵染,在十字花科蔬菜苗期根肿病发病率较小;在十字花科蔬菜生长期,根肿病发病率逐渐上升;在十字花科蔬菜采收初期,根肿病发病率处于高峰期,在采收尾期,根肿病发病率逐渐下降;仅在冬季,根肿病病原菌进入休眠期,无根肿病病害发生。

**2.5 气候对根肿病的影响** 重庆武隆区属亚热带湿润季风气候,年平均气温 15~18℃,年降水量 1 000~1 200 mm,每年约有 5 个月的多雨季节<sup>[11]</sup>。木根村位于武隆区双河乡,海拔 1 300 m,是高山甘蓝、大白菜、萝卜的主栽区之一。为分析气候与根肿病的关系,以木根村为例,结合甘蓝、大白菜、萝卜的根肿病发病率,以及 2013、2014、2015 年 4—10 月的气候数据(此数据来源于木根村小气候自动站),分析气候对根肿病的影响。

表7 木根村气候与3个品种根肿病发病率

Table 7 Climate of Mugen Village and incidence rate of root swelling disease of 3 varieties

月份 Month	月均降水量 Average monthly precipitation//mm	月均平均气温 Average monthly temperature//℃	月均土壤湿度 Average monthly soil moisture//%	月均土壤温度 Average monthly soil temperature//℃	甘蓝、大白菜的发病率 Incidence rate of cabbage and Chinese cabbage//%	萝卜的发病率 Incidence rate of radish//%
4	0.09	13.20	30.3	17.3	5~6	—
5	6.89	17.40	48.8	18.5	8~10	—
6	0.64	19.70	50.4	21.6	20~40	10
7	6.78	19.51	56.2	21.4	60~70	30~40
8	4.16	19.89	53.5	21.8	80~90	50~60
9	0.53	16.84	37.9	18.6	35~40	50~60
10	0.17	13.96	32.7	17.5	30~35	20~30

为了分析降雨量与土壤湿度、气温与土壤温度的关系,对降雨量与土壤湿度、气温与土壤温度进行相关性分析。由图6和7可知,降雨量与土壤湿度呈正相关,最大相关系数 $r=0.712^{**}$ ,气温与土壤温度也呈正相关, $r=0.964^{**}$ 。这说明气温和降水是影响土壤温度和湿度的主要因子。

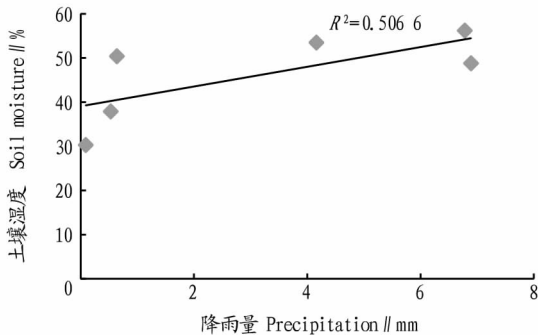


图6 降雨量与土壤湿度的关系

Fig.6 Relationship between precipitation and soil moisture

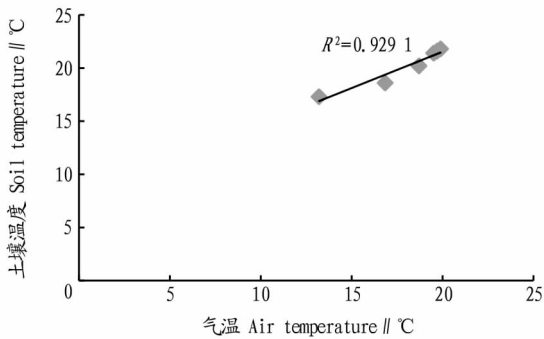


图7 气温与土壤温度(0~30 cm)的关系

Fig.7 Relationship between air temperature and soil temperature(0~30 cm)

由表7可知,土壤湿度在30%~48%,土壤温度在17℃左右,甘蓝、大白菜根肿病发病率低,土壤湿度在50%~56%,土壤温度在21℃左右,甘蓝、大白菜根肿病发病率较高。土壤湿度在50%~56%,土壤温度在21℃左右,高山萝卜的根肿病发病率在30%~50%,说明温暖潮湿的土壤有利于根肿病的发生。

**2.6 耕作制度对根肿病的影响** 在高山甘蓝、大白菜、萝卜根肿病发病区域,通过问卷重点调查病害最严重甘蓝主产区的耕作制度,收集了相关数据,并抽样统计不同耕作地块的根肿病发病率和发病指数(表8),经调查统计,采用连作的地

块根肿病发病率明显高于采用轮作的地块。如仙女山镇仙女山村采用甘蓝与芥子轮作,发病率比同村连作的地块低30%;双河乡铁炉村采用甘蓝与辣椒轮作,根肿病发病率比同村连作地块低8%,双河乡木根村采用甘蓝与油麦菜轮作,发病率比同村连作的地块低5%,双河乡团兴村采用甘蓝与四季豆轮作,根肿病发病率比同村连作地块低5%,双河乡坨田村采用甘蓝与黄瓜轮作,根肿病发病率比同村连作地块低12%。

表8 武隆高山甘蓝根肿病发病区发病情况

Table 8 Incidence of root swelling disease of alpine cabbage in Wulong area

序号 No.	调查地点 Survey site	耕作制作 Farming system	调查户数 Survey number	平均 病株率 Mean disease incidence %	平均病 情指数 Mean disease index
1	双河乡 木根村	甘蓝与黄 瓜轮作	3	68	0.57
2	双河乡 坨田村	甘蓝连作	3	80	0.70
		甘蓝与油 麦菜轮作	2	35	0.34
3	双河乡 铁炉村	甘蓝连作	2	43	0.37
		甘蓝与辣 椒轮作	2	78	0.67
4	双河乡 团兴村	甘蓝连作	2	71	0.60
		甘蓝与菜 豆轮作	1	14	0.15
5	仙女山镇 仙女山村	甘蓝连作	1	19	0.18
		甘蓝与芥 子轮作	2	66	0.55
		甘蓝连作	2	96	0.92

武隆高山地区大多农户采用连作的方式种植十字花科蔬菜,造成土壤微生物活性降低,养分分解能力下降,土壤酸化,病原菌累积严重,为根肿病的发生创造了条件。农户采用连作耕作制度的原因在于缺乏多样化的蔬菜品种和科学栽培技术。

### 3 结论与讨论

**3.1 结论** 该研究针对武隆区高山甘蓝、大白菜、萝卜3个主栽品种的根肿病发病情况,以及影响根肿病发病的因素进行研究。结果表明,武隆区高山甘蓝、大白菜、萝卜发生根肿病的区域主要分布在仙女山镇和双河乡的9个村,甘蓝的发病面积为1122.1 hm<sup>2</sup>,白菜的发病面积为312 hm<sup>2</sup>,萝卜的发病面积为80.3 hm<sup>2</sup>,总共发病面积达1514.4 hm<sup>2</sup>。从品种的危害程度看,甘蓝危害程度最大,大白菜的危害程度次之,萝

(下转第165页)

花期,花期较集中。因而通过 PP<sub>333</sub> 和 GA<sub>3</sub> 来改善大花金鸡菊株型,使花期提前在“五一”进入有效观赏期,供应市场是可行的。此法可以应用于生产中,既方便成本又低。如果能更早处理,使“五一”达到盛花期,效果可能会更好。

### 3 结论与讨论

(1) GA<sub>3</sub> 是一种生长素,能显著促进茎叶生长<sup>[4]</sup>,且可使多种花卉提前开花。该试验结果表明,GA<sub>3</sub> 对株高生长量、花梗长度有促进作用,且随着浓度的升高,株高生长量随之升高。GA<sub>3</sub> 对成花也有促进作用,还可以提前花期。由于盆花要求株型矮小紧凑,因此 GA<sub>3</sub> 浓度越高对株型越不利,因而建议生产上使用较低浓度(500 mg/L)的 GA<sub>3</sub> 处理。

(2) PP<sub>333</sub> 是抑制植物内源 GA<sub>3</sub> 生物合成的植物生长延缓剂<sup>[3]</sup>,能控制花卉株型和开花期。多效唑能矮化菊花、一品红、桅子、绣球花、百合花、金鸡菊的株型<sup>[1]</sup>。该试验结果表明,大花金鸡菊喷施多效唑能明显矮化株型,并随多效唑浓度的增加,矮化效果越好,且营养期施用比蕾期施用效果明显。喷施 PP<sub>333</sub> 后植株分枝增多,株型矮小、紧凑,叶色浓绿,从整体观赏形态表现看,PP<sub>333</sub> 喷施浓度以 1 000 mg/L 适宜,2 000 mg/L 对植株有轻微药害表现,植株叶片卷曲,边缘枯焦,而且有的花蕾根本抽不出叶丛外且花蕾数目较小,花

(上接第 160 页)

卜的危害程度相对较小。

影响高山甘蓝、大白菜、萝卜根肿病发病的因素包括土壤 pH、耕作制度、育苗方式、施用肥料种类等。调查发现,发生根肿病的地块,土壤 pH 在 4.0~6.5,根肿病发生率在 38%~91%,说明酸性土壤适宜根肿病的存活和传染;采用轮作,可以有效降低根肿病发病率,其中甘蓝与芥子轮作,根肿病发病率比连作地块低 30%。根肿病的发病规律与季节有关。高山地区 4—5 月育苗期,是甘蓝、大白菜、萝卜根肿病低发期,发病程度在 5%~10%;6 月,在甘蓝、大白菜、萝卜生长阶段,根肿病发生率呈上升趋势,在 20%~30%;7 月,正是重庆武隆雨季,是甘蓝、大白菜、萝卜根肿病发生高峰期,发生率在 70%~90%,8—10 月,是武隆甘蓝、大白菜、萝卜的采收期,根肿病发生率在 60%~70%。

**3.2 讨论** 由于受高山根肿病病害调查样本数量的限制,该研究调查的甘蓝、大白菜、甘蓝根肿病在重庆市武隆区十字花科蔬菜主产区的分布还较为初步,可能与病害实际发生分布情况存在一定差异,有待今后在研究工作中不断完善,以

期推迟,成本也高。

(3) PP<sub>333</sub> 的施用时间不同也会影响盆花株型,其中第 4 天喷施效果最好,花梗长和株高生长量均较小,过早过迟都会影响其株型,其具体原因有待进一步探讨。

### 参考文献

- [1] 范燕萍.多效唑对金鸡菊植株高度及开花期的影响[J].广东农业科学,1996(1):21.
- [2] YUAN M C, RILSON W, HEINS R, et al. Effect of forcing temperature on time to flower of *Coreopsis grandiflora*, *Gaillardia × grandiflora*, *Leucanthe-mum × superbum*, and *Rudbeckia fulgida* [J]. HortScience, 1998, 33(4): 663-667.
- [3] 胡晓龙.光周期调控‘晨光’大花金鸡菊开花的初步研究[D].武汉:华中农业大学,2007.
- [4] 翟丽丽,房伟民,陈发棣,等.国庆小菊品种抗旱性综合评价[J].浙江农林大学学报,2012,29(2):166-172.
- [5] 梁根桃,沈锡康,方星.多效唑对菊花株型和开花的影响[J].浙江林学院学报,1993,10(1):97-100.
- [6] 程怡,张云婷,王清明,等.月季花发育过程中花色变化的生理生化研究[J].西北植物学报,2014,34(4):733-739.
- [7] 马国华,张启明.赤霉素和多效唑对白鹤芋幼苗生长及诱导开花的作用[J].植物生理学通讯,1995,31(6):413-415.
- [8] 夏冰,董丽,朱仁元.通过修剪调控露地宿根花卉花期试验的研究[J].安徽农业科学,2009,37(23):10973-10975.
- [9] 张金政,孙国峰,刘雪川.北京城市大环境绿化中可利用的草本花卉资源[C]//北京奥运和城市园林绿化建设论文集.北京:北京园林学会,2002:140-150.
- [10] 潘瑞炽,董愚得.植物生理学[M].北京:高等教育出版社,1995.

期为重庆市武隆区十字花科蔬菜抗病品种的合理布局和制定病害防治措施提供理论指导。

### 参考文献

- [1] 何静.基于栅格数据的重庆市人居环境自然适宜性评价[D].重庆:西南大学,2011.
- [2] 罗云米.浅谈重庆高山蔬菜应用发展前景[J].长江蔬菜,2003(9):50-52.
- [3] 杨文友,陶玉翔,高平宇,等.武陵山区(重庆)高山蔬菜出口安全发展研究[J].长江蔬菜,2014(14):72-75.
- [4] 曲淑娟,杨忠武,刘翼.重庆市武隆县高山蔬菜生产现状与发展对策[J].长江蔬菜,2016(15):11-13.
- [5] 重庆市蔬菜产业“十三五”发展规划[EB/OL].(2017-02-22)[2018-11-18].http://www.sohu.com/a/126948166\_537832.
- [6] 李壮,牛应泽,吴永成,等.根肿病的研究进展[J].西南农业学报,2013,26(4):1733-1737.
- [7] 王靖,黄云,李小兰,等.十字花科根肿病研究进展[J].植物保护,2011,37(6):153-158.
- [8] 鄢洪海.大白菜根肿病发生特点及影响因子调查研究[J].中国植保导刊,2009(8):21-23.
- [9] 吴道军.十字花科根肿病室内接种标准化研究[D].重庆:西南大学,2013.
- [10] 鲁如坤.土壤农业化学分析方法[M].北京:中国农业科技出版社,1999:12-13.
- [11] 重庆武隆县志[EB/OL].http://www.cqwlda.gov.cn/wlsz/news/2017-2/1925\_73634.shtml.2017-02-07.