

改革创新 转型升级  
——2014 年成都市科学技术年会优秀论文集

主编 卢晓东



四川科学技术出版社

# 改革创新 转型升级

——2014年成都市科学技术年会优秀论文集

主 编 卢晓东

副 主 编 张 进  
张 耘  
伍 刚

四川科学技术出版社  
· 成都 ·

## 图书在版编目(CIP)数据

改革创新 转型升级——2014年成都市科学技术年会  
优秀论文集/卢晓东主编. —成都:四川科学技术出版社,  
2014.12

ISBN 978-7-5364-8019-3

I. ①改… II. ①卢… III. ①科学技术-文集  
IV. ①N53

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第293361号

## 改革创新 转型升级

——2014年成都市科学技术年会优秀论文集

---

出品人 钱丹凝  
主 编 卢晓东  
责任编辑 李蓉君  
责任出版 欧晓春  
出版发行 四川科学技术出版社  
成都市三洞桥路12号 邮政编码610031  
官方微博: <http://e.weibo.com/sckjcb>  
官方微信公众号: sckjcb  
传真: 028-87734039

成品尺寸 260mm×185mm  
印张 12.5 字数 350千

印 刷 成都市火炬印务有限公司  
版 次 2014年12月第一版  
印 次 2014年12月第一次印刷  
定 价 48.00元

ISBN 978-7-5364-8019-3

---

■ 版权所有·翻印必究 ■

■本书如有缺页、破损、装订错误,请寄回印刷厂调换。

■如需购本书,请与本社邮购组联系。

地址/成都市三洞桥路12号 电话/(028) 87734035 邮政编码/610031

# 前 言

党的十八大提出实施创新驱动发展战略,并将科技创新作为提高社会生产力与综合国力的重要支撑,摆在国家发展全局的重要位置。当前,成都市科学技术发展正处于一个新的发展时期,市委、市政府高度重视科技创新工作,确定了“改革创新、转型升级”的总体战略,强调创新驱动是推动深化改革、转型升级的核心动力,对科技发展提出了新的更高的要求。

为深入贯彻落实党的十八大精神,紧紧围绕市委、市政府中心工作推动成都市创新发展,充分发挥成都市科协作为党和政府联系广大科技工作者的桥梁和纽带作用,不断激发广大科技工作者的创新热情和创造活力,由成都市人民政府主办,成都市科学技术协会、成都市科技局、成都市社科联、中科院成都分院承办的“2014年成都市科学技术年会”以“改革创新 转型升级”为主题,于2014年6月24日拉开帷幕。本届年会活动分为1个主会场、10个分会场、24项重点学术活动、13项科普活动,从2014年6月24日至9月30日在成都市各区(市)、县陆续开展。

本届科学技术年会,成都市有关单位、大专院校、科研院所、市级学会、企事业科协、区(市)县科协等积极开展形式多样的科技活动,吸引了国内众多科研单位、科技人员、专家学者的踊跃参与,科技成果展示、项目集中推介、创新城市发展理念、学科交流碰撞,氛围浓厚、活动纷呈。

本届科学技术年会得到了广大科技工作者的积极响应,踊跃报名。我们从年会交流论文中选出了30余篇汇编成集,供大家相互借鉴、相互启迪。我们也将继续努力,将成都市科学技术年会举办成为传播科技知识、光大科学精神的盛会。

2014年成都市科学技术年会组委会

2014年10月

## 目 录

1. “菜 - 稻 - 菜”轮作模式适栽季节气候论证 .....	1
2. 大型真空光学镀膜设备研究及应用前景预测 .....	13
3. 关于成都市商业店招的调查和研究 .....	22
4. 养殖业对中国粮食安全的影响及对策 .....	30
5. 成都市农村环境卫生调查与分析 .....	39
6. 成都地区耕地土壤熟化度评价方法初探 .....	44
7. 探析物流法人实体化改革后的非烟物流业务发展方向 .....	50
8. 烟草制品零售点布局的合理性研究 .....	59
9. 车载 GPS 系统功能在安全管理中的运用 .....	64
10. 电针夹脊穴加灸法配合低频调制中频治疗带状疱疹后遗神经痛的临床 研究 .....	68
11. 速度跟随控制的研究与实现 .....	78
12. 古典祠庙园林的园林布局及造景特色探讨 .....	82
13. 关于高效节水和污水减排的对策研究 .....	87
14. 中西医结合治疗梨状肌综合征 100 例报告 .....	95
15. 数字化与阅读——以彭州市图书馆为例 .....	99
16. 大数据时代下公共图书馆面临的机遇与挑战 .....	103
17. 成都地区褐家鼠对杀鼠灵和溴敌隆的抗药性调查 .....	108
18. 气相色谱法同时测定工作场所空气中 13 种有机毒物 .....	112
19. 健康风险评价在成都市饮用水卫生安全保障的应用 .....	118
20. 成都平原土地整理新增耕地质量评价方法 .....	123
21. 日常运行中曝气系统风压影响因素研究 .....	129
22. 中国与日本的 A <sup>2</sup> /O 工艺设计方法比较 .....	134
23. 农村改厕影响因素及效益分析 .....	141
24. 高效液相色谱法同时检测饮用水中的呋喃丹、莠去津 .....	146

25. 高性能嵌入式工业控制计算机设计 .....	150
26. 无接触式电能传输系统补偿特性研究 .....	156
27. 电气化铁路同相供电技术发展及应用 .....	163
28. 永磁同步电机滑模观测器矢量控制 .....	170
29. 加大电力电子核心技术研发, 助推能源、电气传动、电网用户侧重大设备 产业化发展 .....	176
30. 浅议商品学教学的改革问题 .....	180
31. 成都龙泉驿农家乐休闲旅游探讨 .....	184
32. 基于网络外部性的技术开放效应分析 .....	188

# “菜-稻-菜”轮作模式适栽季节气候论证

成都市双流县老科协 钱妙芬 彭柯 张如军 文伟

**摘要:**利用双流县1965~2012年日均气温和2000~2010年日均相对湿度资料,对成都汇众农业有限公司主栽的籼稻、萝卜品种,根据生育期对气象条件要求,应用现代统计方法、五日滑动平均法、均方差法求80%保证率和最小二乘法等方法,分析各生育期生长的最适时段,并确定活动积温指标。对该公司“菜-稻-菜”轮作模式茬口安排的可行性进行气候论证。结论:籼稻最佳播种期在4月6日前后,移栽期在5月上旬,抽穗开花期在7月中旬,灌浆结实期在7月下旬至8月中旬,收获期在8月下旬;秋季萝卜最佳生育期为9月中旬至12月底或1月初,春季萝卜为2月上旬至4月底或5月初;总之“春萝卜-籼稻-秋萝卜”轮作模式的茬口安排气候条件优越。

**关键词:**轮作模式;五日滑动平均;保证率;积温;适栽季节

## 1 引言

20世纪70年代中期,联合国粮农组织(FAO)在粮食危机的背景下提出“粮食安全”的概念,即“保证任何人在任何时候都能得到为了生存和健康所需要的足够的粮食”。1983年FAO又确定新的定义,即“粮食安全的最终目标应该是确保所有人在任何时候既能买得到又能买得起他们所需要的基本食品”。

随着人们生活水平的提高,我国的粮食安全问题越来越受到各界的重视,越来越多的人注意到,现代农业必须从化肥农业向有机农业转化!近几年来,在国际有机农业运动的推动下,在环境保护总局的领导下、农业和外贸等部门的积极参与下,我国有机农业产业逐步发展,正在形成并迅速发展成一个新兴的环保产业。对于促进生态破坏区的治理和恢复,保护农业生态环境,促进农村社会和经济可持续发展已经起到了独特的作用。

成都汇众农业有限公司是一家专业从事有机农产品水稻、蔬菜的种植、加工及销售的农业产业化经营企业。主要采用水稻、蔬菜的轮作,即水旱轮作方式,按国家有机农业生产标准组织生产。该公司生产的水稻、大葱、生菜、韩国萝卜、西兰花已获有机蔬菜认定。

本项目针对该公司的主栽品种(籼稻“双龙一号”和韩国萝卜“白玉春”)的生物学特性及双流县的气候状况,对“菜-稻-菜”轮作模式的茬口安排进行气候论证。希望本研究对整个双流县发展有机水稻、有机蔬菜的生产,提高其产量和质量提供气象依据。

## 2 资料来源与研究方法

1965~2012年逐日最高气温、最低气温、逐日平均气温和相对湿度资料由双流县气

象局提供;水稻、蔬菜品种及相应的生育期资料由成都汇众农业有限公司提供。

用五日滑动平均法求算稳定通过某界限温度的初日与终日。普查双流县水稻历年适宜播种期、移栽期、抽穗扬花期、灌浆结实期,并采用均方差法计算播种期 80% 保证率积温时期;用四次多项式进行曲线拟合,普查灌浆结果期。

另外,对萝卜播种期及主要生育期进行气候分析。

### 3 水稻适栽期气候条件统计分析

#### 3.1 水稻的生物学特性(略)<sup>[1,2]</sup>

#### 3.2 历年播种期及 80% 保证率时段统计分析

##### 3.2.1 历年播种期初日统计并进行年代际比较分析

水稻播种期的要求日平均气温通过 12℃,普查 1973 ~ 2012 年该气温指标稳定通过 12℃ 的初日,并进行年代际比较,结果见表 1。

表 1 日均气温稳定通过 12℃ 的初日(月·日)

60 年代		70 年代		80 年代		90 年代		00 年代		10 年代	
年份	初日	年份	初日	年份	初日	年份	初日	年份	初日	年份	初日
/	/	1971	3.16	1981	3.9	1991	4.5	2001	3.1	2011	3.30
/	/	1972	3.5	1982	4.8	1992	3.30	2002	3.25	2012	3.14
/	/	1973	3.17	1983	4.1	1993	3.25	2003	3.21	/	/
/	/	1974	3.30	1984	3.28	1994	3.28	2004	3.23	/	/
1965	3.13	1975	3.26	1985	4.3	1995	4.2	2005	3.27	/	/
1966	3.21	1976	4.5	1986	3.26	1996	4.14	2006	3.18	/	/
1967	3.12	1977	3.27	1987	3.31	1997	3.26	2007	3.21	/	/
1968	3.12	1978	3.26	1988	4.2	1998	3.27	2008	3.11	/	/
1969	3.16	1979	3.26	1989	3.27	1999	3.31	2009	3.16	/	/
1970	4.2	1980	4.2	1990	3.9	2000	3.14	2010	3.12	/	/
最早	3.12	最早	3.5	最早	3.9	最早	3.14	最早	3.1	最早	3.14
最晚	4.2	最晚	4.5	最晚	4.8	最晚	4.14	最晚	3.27	最晚	3.30
平均	3.18	平均	3.24	平均	3.27	平均	3.30	平均	3.18	平均	3.22
48 年平均						3.28					

由表 1 可知: 1973 ~ 2012 年 48 年初日平均出现在 3 月 28 日, 1965 ~ 1970 年最早出现在 3 月 12 日, 最晚在 4 月 2 日, 年代平均在 3 月 18 日; 1971 ~ 1980 年, 初日最早出现在 3 月 5 日, 最晚在 4 月 5 日, 年代平均在 3 月 24 日; 1981 ~ 1990 年, 初日最早出现在 3 月 9 日, 最晚在 4 月 8 日, 年代平均在 3 月 27 日; 1991 ~ 2000 年, 初日最早出现在 3 月 14 日, 最晚在 4 月 14 日, 年代平均在 3 月 30 日; 2001 ~ 2010 年, 初日最早出现在 3 月 1 日, 最迟在 3 月 27 日, 年代平均在 3 月 18 日; 2011 ~ 2012 年, 初日最早出现在 3 月 14 日, 最迟在 3

月30日,年代平均在3月22日。根据年代际的比较,可以看出20世纪60~90年代初日出现的日期逐年代推迟,本世纪00年代稳定通过12℃的初日有所提前。

### 3.2.2 播种期80%保证率时段统计分析

农业上采用80%保证率积温及其持续日期,以便能保证农业生产取得80%的成功。采用均方差法计算播种期80%保证率时段,计算双流县日均气温通过12℃初日的48年平均日期及其与多年平均的偏差,结果见表2。

表2 48年日均气温稳定通过12℃的初日(月·日)及与多年平均的偏差

年份	初日	偏差 d	偏差平方 d <sup>2</sup>	年份	初日	偏差 d	偏差平方 d <sup>2</sup>
1965	3.13	-15	225	1990	3.9	-19	361
1966	3.21	-7	49	1991	4.5	8	64
1967	3.12	-16	256	1992	3.30	2	4
1968	3.12	-16	256	1993	3.25	-3	9
1969	3.16	-12	144	1994	3.28	0	0
1970	4.2	5	25	1995	4.2	5	25
1971	3.16	-12	144	1996	4.14	17	289
1972	3.5	-23	529	1997	3.26	-2	4
1973	3.17	-11	121	1998	3.27	-1	1
1974	3.30	2	4	1999	3.31	3	9
1975	3.26	-2	4	2000	3.14	-14	196
1976	4.5	8	64	2001	3.1	-27	729
1977	3.27	-1	1	2002	3.25	-3	9
1978	3.26	-2	4	2003	3.21	-7	49
1979	3.26	-2	4	2004	3.23	-5	25
1980	4.2	5	25	2005	3.27	-1	1
1981	3.9	-19	361	2006	3.18	-10	100
1982	4.8	11	121	2007	3.21	-7	49
1983	4.1	4	16	2008	3.11	-17	289
1984	3.28	0	0	2009	3.16	-12	144
1985	4.3	6	36	2010	3.12	-16	256
1986	3.26	-2	4	2011	3.30	2	4
1987	3.31	3	9	2012	3.14	-14	196
1988	4.2	5	25	总计	1 131(28)	-213	5 241
1989	3.27	-1	1				

初日的48年平均日期为3月28日,利用公式  $\sigma = \sqrt{\frac{\sum d^2}{n}}$ , 得均方差  $\sigma = \sqrt{\frac{5241}{48}}$ ,

双流县 80% 保证率  $\geq 12^{\circ}\text{C}$  的初日比平均初日偏迟  $\Delta d = 0.84 \times 10.45 = 9$  天, 为 4 月 6 日。

综上所述, 双流县水稻播种期初日的 48 年平均日期为 3 月 28 日, 80% 保证率日期为 4 月 6 日。

### 3.3 历年移栽期及 80% 保证率时段统计分析

#### 3.3.1 历年移栽期初日统计分析

根据水稻生物学特性, 移栽期要求日均气温稳定通过  $15^{\circ}\text{C}$ , 普查 1965 ~ 2012 年日均气温稳定通过  $15^{\circ}\text{C}$  的初日, 并进行年代际比较, 结果见表 3。

表 3 日均气温稳定通过  $15^{\circ}\text{C}$  的初日(月·日)

60 年代		70 年代		80 年代		90 年代		00 年代		10 年代	
年份	初日	年份	初日	年份	初日	年份	初日	年份	初日	年份	初日
/	/	1971	4.19	1981	4.5	1991	5.11	2001	4.13	2011	4.10
/	/	1972	4.14	1982	4.20	1992	4.13	2002	4.29	2012	3.26
/	/	1973	4.20	1983	5.1	1993	4.15	2003	4.16	/	/
/	/	1974	4.3	1984	4.10	1994	4.14	2004	4.10	/	/
1965	4.9	1975	4.15	1985	4.15	1995	4.7	2005	4.14	/	/
1966	4.13	1976	4.15	1986	4.15	1996	4.16	2006	4.18	/	/
1967	4.21	1977	4.6	1987	4.17	1997	4.14	2007	4.11	/	/
1968	4.21	1978	4.6	1988	4.9	1998	3.28	2008	4.5	/	/
1969	4.8	1979	4.15	1989	4.24	1999	4.6	2009	4.4	/	/
1970	4.14	1980	4.27	1990	4.26	2000	4.12	2010	4.18	/	/
最早	4.8	最早	4.3	最早	4.5	最早	3.28	最早	4.4	最早	3.26
最晚	4.21	最晚	4.27	最晚	5.1	最晚	5.11	最晚	4.29	最晚	4.10
平均	4.14	平均	4.14	平均	4.18	平均	4.14	平均	4.14	平均	4.3
48 年平均						4.14					

由表 3 可知: 1973 ~ 2012 年初日平均出现在 4 月 14 日, 1965 ~ 1970 年, 初日最早出现在 4 月 8 日, 最晚在 4 月 21 日, 年代平均在 4 月 14 日; 1971 ~ 1980 年, 初日最早出现在 4 月 3 日, 最晚在 4 月 27 日, 年代平均在 4 月 14 日; 1981 ~ 1990 年, 初日最早出现在 4 月 5 日, 最晚在 5 月 1 日, 年代平均在 4 月 18 日; 1991 ~ 2000 年, 初日最早出现在 3 月 28 日, 最晚在 5 月 11 日, 年代平均在 4 月 14 日; 2001 ~ 2010 年, 初日最早出现在 4 月 4 日, 最迟在 4 月 29 日, 年代平均在 4 月 14 日; 2011 ~ 2012 年, 初日最早出现在 3 月 26 日, 最迟在 4 月 10 日, 年代平均在 4 月 3 日。因此, 根据年代际比较看出, 初日出现的时间比较稳定。

#### 3.3.2 移栽期 80% 保证率时段统计分析<sup>[3]</sup>

用均方差法计算播种期 80% 保证率时段, 计算双流县日均气温通过  $15^{\circ}\text{C}$  初日、48 年平均日期及其与多年平均的偏差, 结果见表 4。

表 4 48 年日均气温稳定通过 15℃ 的初日(月·日)及与多年平均的偏差

年份	初日	偏差 d	偏差平方 d <sup>2</sup>	年份	初日	偏差 d	偏差平方 d <sup>2</sup>
1965	4.9	-5	25	1990	4.26	12	144
1966	4.13	-1	1	1991	5.11	27	729
1967	4.21	7	49	1992	4.13	-1	1
1968	4.21	7	49	1993	4.15	1	1
1969	4.8	-6	36	1994	4.14	0	0
1970	4.14	0	0	1995	4.7	-7	49
1971	4.19	5	25	1996	4.16	2	4
1972	4.14	0	0	1997	4.14	0	0
1973	4.20	6	36	1998	3.28	-18	324
1974	4.3	-11	121	1999	4.6	-8	64
1975	4.15	1	1	2000	4.12	-2	4
1976	4.15	1	1	2001	4.13	-1	1
1977	4.6	-8	64	2002	4.29	15	225
1978	4.6	-8	64	2003	4.16	2	4
1979	4.15	1	1	2004	4.10	-4	16
1980	4.27	13	169	2005	4.14	0	0
1981	4.5	-9	81	2006	4.18	4	16
1982	4.20	6	36	2007	4.11	-3	9
1983	4.19	17	289	2008	4.5	-9	81
1984	4.10	-4	16	2009	4.4	-10	100
1985	4.15	1	1	2010	4.18	4	16
1986	4.15	1	1	2011	4.10	-4	16
1987	4.17	3	9	2012	3.26	-20	400
1988	4.9	-5	25	总计	687(14)	2	3404
1989	4.24	10	100				

初日的平均日期为 4 月 14 日,利用公式  $\sigma = \sqrt{\frac{\sum d^2}{n}}$ , 得均方差  $\sigma = \sqrt{\frac{3404}{48}} = 8.42$ ,

双流县 80% 保证率  $\geq 15^\circ\text{C}$  的初日比平均初日偏迟,  $\Delta = 0.84 \times 8.42 = 7$  天, 为 4 月 21 日。

综上所述,双流县籼稻移栽期初日的 48 年平均日期为 4 月 14 日,80% 保证率日期为 4 月 21 日。

### 3.4 历年安全抽穗期最佳时段分析

籼稻抽穗开花期最适气象条件是抽穗前后 15 ~ 20 天内,晴朗微风天气,日均气温 25 ~ 32℃,空气相对湿度 70% ~ 80%;若日均气温  $< 22^\circ\text{C}$ ,就会形成大量空粒,  $> 35^\circ\text{C}$  空

壳率增加。最高气温  $>40^{\circ}\text{C}$  ,颖花易枯焦。籼稻最低气温  $<17^{\circ}\text{C}$  ,不实率显著增加。日最低气温  $<10^{\circ}\text{C}$  时,花药凋萎。水分不足,造成小穗不孕和秕粒增加。5 级以上大风,不利开花授粉。结合双流气候特点和籼稻抽穗期实况,取 6~8 月份为普查时段,并统计日均气温  $<22^{\circ}\text{C}$  天数的出现频率及日均相对湿度介于 70~80% 天数的出现频率,结果见表 5~表 6。

表 5 日均相对湿度 70~80% 天数(d) 统计

年份	月份			7			8			合计
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	
2001	2	5	6	8	8	2	5	0	4	40
2002	5	2	2	0	2	1	0	0	0	12
2003	0	5	3	1	2	2	0	0	1	14
2004	5	1	1	1	2	0	0	0	0	10
2005	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2006	3	5	2	2	3	4	7	7	2	35
2007	4	3	9	3	4	4	3	6	3	39
2008	2	4	1	5	5	7	5	4	4	37
2009	3	4	5	7	5	5	5	8	7	49
2010	4	6	2	8	3	6	7	4	5	45
合计	29	35	31	35	34	31	32	29	26	282
频率(%)	10.3	12.4	11.0	12.4	12.1	11.0	11.3	10.3	9.2	100.0

由表 5 可看出,6~8 月每旬出现日均相对湿度 70%~80% 天数的出现频率相差不大,其中 6 月中旬、7 月中上旬相对较高,但依旧差别不明显。

表 6 日平均气温  $<22^{\circ}\text{C}$  天数(d) 统计

年份	月份			7			8			合计	平均
	上	中	下	上	中	下	上	中	下		
1965~1970	25	16	7	5	1	0	3	4	7	68	11.3
1971~1980	21	22	13	12	5	0	2	7	22	104	10.4
1981~1990	37	27	16	10	6	5	0	8	21	130	13.0
1991~2000	17	23	15	8	7	2	3	5	12	92	9.2
2001~2010	34	21	6	4	1	1	3	11	18	99	9.9
2011~2012	9	3	2	0	4	1	1	0	0	20	10.0
合计	143	112	59	39	24	9	12	35	80	513	
频率(%)	27.9	21.8	11.5	7.6	4.7	1.8	2.3	6.8	15.6	100	

由表 6 可看出,6、7、8 月份日均气温  $<22^{\circ}\text{C}$  的天数占总天数的百分比分别为 61.2%、

14.1%和24.7%。总之,7月下旬至8月上旬出现日均气温 < 22℃天数的频率很小,分别为1.8%和2.3%。得出:7月下旬至8月上旬是籼稻安全抽穗期的最佳时间段。

### 3.5 历年灌浆结实期最佳时段分析

根据籼稻生物学特性,灌浆结实期约30天,该期所需的最适温度为23~28℃,且在适宜温度范围内,籼稻随着温度的增长生化反应会加强。

结合双流县气候特点和籼稻灌浆结实期生长实况,选取1965~2012年7~9月份的日平均气温,并统计年际平均,找出日均气温处于23~28℃的时间段,并用4次多项式进行曲线拟合,找出温度曲线的波峰,结果见图1。

由图1可看出:1965~1970年代平均日均温度在23~28℃的时段为7月1日~9月6日;1971~1980年为7月1日~9月3日;1981~1990年为7月1日~8月22日;1991~2000年为7月1日~9月9日;2001~2010年为7月1日~9月5日;2011~2012年为7月1日~7月12日。

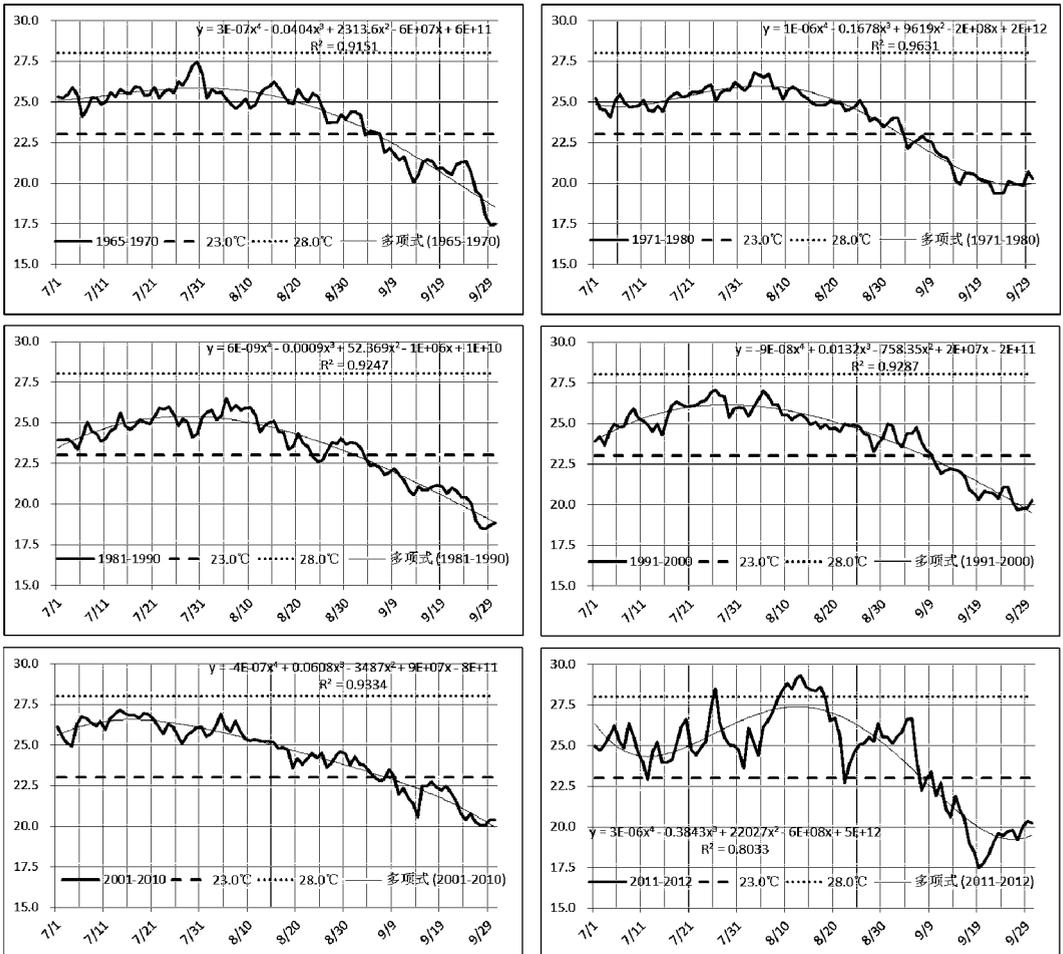


图1 年际7~9月日平均气温,纵坐标为温度(℃),横坐标为日期(月/日)

由图 1 日均气温拟合的四次多项式可知:7~9 月的 1965~1970 年、1971~1980 年季平均日均温度拟合的四次多项式的波峰处于 8 月上旬;1981~1990 年、1991~2000 年分别处于 7 月底、8 月初;2001~2010 年处于 7 月中旬;2011~2012 年处于 8 月中旬。

综上所述,7 月初至 8 月底的温度都较适宜于灌浆结实,且 7 月下旬至 8 月中旬的日均气温处于波峰阶段,对灌浆结实更加有利。

### 3.6 籼稻各生长阶段时段安排

2011 年成都汇众农业有限公司的萝卜产量和品质最佳,籼稻“双龙 1 号”的产量最高,种植时段实况如表 7。

表 7 2011 年双流县籼稻各发育期(月·日)

品种	播种期	移栽期	抽穗开花期	灌浆结实期	收获期
双龙 1 号	4.5	5.1~5.10	7.10~7.20	7.21~8.20	8.24~8.30

据气候资料统计分析并与表 7 比较可知:具有 80% 保证率稳定通过 12℃ 的日期为 4 月 6 日,与 2011 年实际播种期 4 月 5 日相近;具有 80% 保证率稳定通过 15℃ 的日期为 4 月 21 日,2011 年实际移栽期在 5 月 1 日~5 月 10 日之间,保证了移栽期所需的最低日均温度 15℃ 的要求;2011 年实际抽穗开花期为 7 月 10 日~7 月 20 日,对比表 6 所示,该期间出现 <22℃ 的天数频率很小,满足抽穗开花所需的温度要求;2011 年实际灌浆结实期在 7 月 21 日~8 月 20 日,正处于灌浆结实期的最佳温度要求阶段,即 7 月下旬~8 月中旬。

综上所述,双流县籼稻种植最佳时段安排如表 8。

表 8 双流县籼稻种植最佳时段安排

播种期	移栽期	抽穗开花期	灌浆结实期	收获期
4 月 6 日	5 月上旬	7 月中旬	7 月下旬~8 月中旬	8 月下旬

## 4 萝卜适栽期气候分析

同一块地连续多年种植同一种作物,易造成多种病害发生,作物抗病害能力减弱,且为了高效利用土壤资源,成都汇众农业有限公司选择“菜-稻-菜”轮作模式,在籼稻移栽前及收割后的时间段,种植两季蔬菜。该公司选择韩国萝卜‘白玉春’作为蔬菜主栽品种。为此,还需从气候角度分析萝卜生产季节适应性。

### 4.1 萝卜的生物学特性(略)<sup>[4]</sup>

表 9 双流县萝卜生育期

发育期	播种期	收获期
秋季	9 月中旬~10 月中旬	12 月下旬~1 月初
春季	2 月中旬	4 月下旬~5 月初

### 4.2 萝卜适栽期气候分析

表 9 是成都汇众农业有限公司萝卜种植生育期实况。

#### 4.2.1 萝卜肉质根生长期最佳时段分析

萝卜最重要的生长期为肉质根生长阶段,据该生长期最适温度条件为 $13\sim 18^{\circ}\text{C}$ ,选取1965~2012年9月中旬~12月中旬及3月上旬~5月中旬范围内,以一个月为时间段,以一句为滑动步长,计算萝卜肉质根最适生长温度出现的频率,分别统计出秋、春两季萝卜肉质根生长的最适时间段。结果见表10~11。

表10 秋冬季出现 $13^{\circ}\text{C}\sim 18^{\circ}\text{C}$ 天数频率(%)

年份	日期						
	9.21~10.20	10.1~10.31	10.11~11.10	10.21~11.20	11.1~11.30	11.11~12.10	11.21~12.20
1965~1970	16.41	23.05	23.63	19.53	11.13	4.49	1.76
1971~1980	12.79	21.64	25.69	21.32	12.90	4.58	1.07
1981~1990	14.42	22.36	24.64	21.03	11.66	4.81	1.08
1991~2000	10.95	19.94	25.31	22.11	14.57	5.48	1.65
2001~2010	9.09	17.73	24.89	24.55	16.59	6.25	0.91
2011~2012	10.90	17.06	20.85	20.38	17.06	9.48	4.27
合计	12.28	20.55	24.76	21.84	13.78	5.39	1.41

由表10可知,秋冬季48年间出现 $13^{\circ}\text{C}\sim 18^{\circ}\text{C}$ 天数频率最高的时间段平均是10月11日~11月10日,为24.76%;而6个年代出现 $13\sim 18^{\circ}\text{C}$ 天数频率最高的时段平均均为10月11日~11月10日。由此认为秋季萝卜的最佳肉质根生长期为10月中旬~11月上旬。根据逐年统计情况得知,出现 $13\sim 18^{\circ}\text{C}$ 频率较高的时段还出现在10月1日~10月31日、10月21日~11月20日。

表11 春季出现 $13^{\circ}\text{C}\sim 18^{\circ}\text{C}$ 天数频率(%)

年份	日期					
	3.1~3.31	3.11~4.10	3.21~4.20	4.1~4.30	4.11~5.10	4.21~5.20
1965~1970	13.35	21.23	22.98	21.44	14.44	6.56
1971~1980	12.01	19.09	22.25	19.72	16.31	10.62
1981~1990	9.39	16.72	20.50	22.91	18.44	12.03
1991~2000	11.97	17.04	22.11	21.55	16.48	10.85
2001~2010	15.89	21.61	22.14	19.40	13.02	7.94
2011~2012	11.81	23.62	30.71	22.05	11.02	0.79
合计	12.35	19.08	22.17	21.04	15.75	9.61

由表11可知,春季48年出现 $13\sim 18^{\circ}\text{C}$ 天数频率最高时段,平均是3月21日~4月20日,为22.17%;而1981~1990年出现 $13\sim 18^{\circ}\text{C}$ 天数频率最高时段平均为4月1日~4月30日,其余5个年代为3月21日~4月20日。由此认为春季萝卜的最佳肉质根生长期为3月下旬~4月中旬,其次是4月1日~4月30日。

#### 4.2.2 萝卜幼苗期最佳时段分析

根据萝卜幼苗生长期的最适生长温度条件为 $15\sim 20^{\circ}\text{C}$ ,选取1965~2012年9月中旬~10月中旬及3月份,以15天为时间区间,以一句为滑动步长,计算秋季、春季萝卜幼苗最适生长温度出现天数的频率,结果见表12~13。

表 12 秋季出现 15~20℃ 天数频率(%)

年份	日期		
	9. 16 ~ 9. 30	9. 26 ~ 10. 10	10. 6 ~ 10. 20
1965 ~ 1970	23. 50	39. 89	36. 61
1971 ~ 1980	25. 24	32. 81	41. 96
1981 ~ 1990	26. 78	37. 63	35. 59
1991 ~ 2000	22. 02	34. 66	43. 32
2001 ~ 2010	18. 85	34. 02	47. 13
2011 ~ 2012	29. 23	32. 31	38. 46
合 计	23. 75	35. 34	40. 91

由表 12 可知: 秋冬季 48 年间出现 15~20℃ 天数频率最高的时段平均是 10 月 6 日~10 月 20 日, 为 40. 91%; 1965~1970 年、1981~1990 年分别为 9 月 26 日~10 月 10 日; 其余 4 个年代为 10 月 6 日~10 月 20 日, 可认为秋季萝卜的最佳幼苗生长期为 10 月中上旬。

表 13 春季出现 15~20℃ 天数频率(%)

年份	日期		
	2. 26 ~ 3. 10	3. 6 ~ 3. 20	3. 16 ~ 3. 31
1965 ~ 1970	2. 94	41. 18	55. 88
1971 ~ 1980	1. 92	19. 23	78. 85
1981 ~ 1990	2. 63	26. 32	71. 05
1991 ~ 2000	17. 95	35. 90	46. 15
2001 ~ 2010	6. 25	25. 00	68. 75
2011 ~ 2012	0. 00	25. 00	75. 00
合 计	5. 88	27. 84	66. 27

由表 13 可知, 春季 48 年间出现 15~20℃ 天数频率最高的时段平均是 3 月 16 日~3 月 31 日, 而 6 个年代均为 3 月 16 日~3 月 31 日, 由此认为春季萝卜幼苗生长期最佳时间为 3 月中下旬。

#### 4. 2. 3 萝卜各生长阶段时段安排

据上统计: 双流县春、秋季萝卜各生长期的最佳适宜种植时段如表 14。

表 14 双流县春、秋季萝卜适宜种植时段

生长期	播 种	发 芽	幼苗生长期	肉质根生长期	收 获
秋季	9 月中旬	3~4 天	9 月下旬~10 月中上旬	10 月中旬~12 月中下旬	12 月底~1 月初
春季	2 月上旬	5~6 天	2 月中下旬~3 月中上旬	3 月中旬~4 月下旬	4 月底~5 月初

## 5 “菜-稻-菜”轮作模式茬口安排可行性气候分析

### 5. 1 籼稻与萝卜生育期所需活动积温计算

据成都汇众农业有限公司资料记载, 籼稻“双龙一号”在 2011 年产量最高, 韩国萝卜

“白玉春”的产量在2010年最高,则分别利用2011年与2010年的气温资料及该公司对两作物播种、移栽、收割等发育期的时间记载,计算出籼稻“双龙一号”及韩国萝卜“白玉春”生育期所需活动积温。

籼稻移栽的气象条件为日均气温稳定通过 $15^{\circ}\text{C}$ ,统计2011年日均气温 $\geq 15^{\circ}\text{C}$ 的活动积温和发育期天数:双龙一号从移栽期5月1日~收获期8月24日的活动积温为 $2\,823.3^{\circ}\text{C}$ ,生育期为116天;从移栽期5月1日~抽穗开花期7月10日活动积温为 $1\,635.5^{\circ}\text{C}$ ,生育期为70天;从抽穗开花期7月10日~收获期8月24日的活动积温为 $1\,187.8^{\circ}\text{C}$ ,生育期为46天。

萝卜肉质根生长的最低温度为 $6^{\circ}\text{C}$ ,据2010年日均气温,统计出秋萝卜从播种期9月10日~收割期12月20日日均气温 $\geq 6^{\circ}\text{C}$ 的活动积温为 $1\,580.4^{\circ}\text{C}$ ,生育期为102天;春萝卜从播种期2月2日~4月20日日均气温 $\geq 6^{\circ}\text{C}$ 的活动积温为 $889.5^{\circ}\text{C}$ ,生育期为78天。

### 5.2 “菜-稻-菜”轮作模式<sup>[5,6]</sup>茬口安排年代平均日期统计分析

逐年统计双流县1965~2012年以7月5日为抽穗开花期的起始日期,从此日向前或向后开始统计 $\sum \bar{T} \geq 15^{\circ}\text{C}$ ,当达到所需积温时,为双龙一号每年的拟移栽期或拟收获期,并计算年代平均,同时统计每年从拟移栽期--拟收获期的发育期天数;以秋萝卜最佳肉质根生长温度范围的终日定为拟收获时间,向前统计出 $\sum \bar{T} \geq 6^{\circ}\text{C}$ ,当达到其所需积温时,为秋萝卜的拟播种期;以籼稻拟移栽期前一日作为春萝卜拟收获期,向前统计出 $\sum \bar{T} \geq 6^{\circ}\text{C}$ ,当达到其所需积温时,为春萝卜的拟播种期。

综合“春萝卜-籼稻-秋萝卜”轮作模式相关指标:拟移栽期(月.日),拟收获期(月.日),双龙一号移栽~收获期所需发育期天数(天),春萝卜拟播种期(月.日),春萝卜拟收获期(月.日),秋萝卜拟播种期(月.日),秋萝卜拟收获期(月.日)。结果见于表15。

表15 “春萝卜-籼稻-秋萝卜”轮作模式综合指标

年代	春萝卜 拟播种期 (月.日)	春萝卜 拟收获期 (月.日)	籼稻 拟移栽期 (月.日)	籼稻 拟收获期 (月.日)	生育期 天数 (d)	秋萝卜 拟播种期 (月.日)	秋萝卜 拟收获期 (月.日)
1965~1970	2.5	4.23	4.24	8.25	122	9.6	12.25
1971~1980	2.13	4.24	4.25	8.25	123	9.7	12.27
1981~1990	2.2	4.24	4.25	8.26	124	9.3	12.17
1991~2000	2.15	4.26	4.27	8.25	123	9.7	12.24
2001~2010	2.25	4.28	4.29	8.25	119	9.9	12.23
2011~2012	2.26	4.29	4.30	8.24	117	9.8	12.23
48年平均	2.14	4.26	4.27	8.25	120	9.6	12.23

由表15看,籼稻“双龙一号”的年代平均拟移栽期最早出现在4月24日,最晚在4月30日,48年平均在4月27日,而具80%保证率的稳定通过 $15^{\circ}\text{C}$ 日期为4月21日,故拟移栽期日期是可行的;籼稻“双龙一号”的年代平均拟收获期最早出现在8月24日,最晚在8月26日,48年平均在8月25日;秋萝卜的年代平均拟播种期最早出现在9月3日,