

网络出版时间:2013-11-21 17:32

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1390.S.20131121.1732.033.html>

黑龙江省甜菜播种期环境因子对甜菜出苗时间的影响

赵宏亮^{1a}, 夏天舒^{1a}, 谭 贺^{1a}, 赵宏丽², 许显滨^{1a}, 杨 骥³, 王 萍^{1b}

(1 黑龙江省农业科学院 a 耕作栽培研究所, b 信息中心, 黑龙江 哈尔滨 150086;

2 宾县职教中心, 黑龙江 宾县 150400; 3 中国农业科学院 甜菜研究所, 黑龙江 哈尔滨 150081)

【摘 要】 【目的】研究甜菜播种期环境因子对甜菜出苗时间的影响, 为黑龙江省甜菜栽培提供理论依据。**【方法】**以甜菜品种 KWS3418 为试验材料, 设置不同播种期, 统计出苗时间及环境因子指标, 分析各环境因子与出苗时间的相关性。**【结果】**在甜菜播种至出苗开始期间, 气温积温、平均气温、平均土壤温度与出苗开始时间的相关关系均达极显著水平, 土壤积温、土壤含水量与出苗开始时间的相关关系达到显著水平, 而平均空气相对湿度与出苗开始时间的相关关系不显著; 通径分析表明, 土壤积温对出苗开始时间的影响最大, 其次是气温积温, 最后是平均气温。在出苗开始至出苗完成期间, 除平均空气相对湿度外, 其他环境因子与出苗完成时间的相关关系均达显著水平; 通径分析结果表明, 土壤积温对出苗完成时间的影响最大, 其次是气温积温, 平均土壤温度影响最小。**【结论】**气温积温、土壤积温、平均气温和平均土壤温度对甜菜出苗影响较大, 在实际生产中可根据以上环境因子调整播种期。

【关键词】 甜菜; 环境因子; 相关分析; 通径分析; 播种期; 黑龙江省

【中图分类号】 S566.342

【文献标志码】 A

【文章编号】 1671-9387(2013)12-0074-06

Effect of meteorological factors on emergence of sugar beet with different sowing dates in Heilongjiang Province

ZHAO Hong-liang^{1a}, XIA Tian-shu^{1a}, TAN He^{1a}, ZHAO Hong-li²,
XU Xian-bin^{1a}, YANG Ji³, WANG Ping^{1b}

(1 a Crop Tillage and Cultivation Institute, b Information Center, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences,

Harbin, Heilongjiang 150086, China; 2 Teaching Center of Bin County, Binxian, Heilongjiang 150400, China;

3 Sugar Beet Research Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150081, China)

Abstract: 【Objective】 The effect of meteorological factors on change of emergence of sugar beet during sowing stage was studied to improve the cultivation of sugar beet in Heilongjiang Province. **【Method】** Taking sugar beet variety KWS3418 as experimental material, the relationship between environmental factors and germination dates was analyzed by measuring the germination dates of sugar beet with different sowing dates. **【Result】** From sowing dates to the beginning of the emergence, the relationship between accumulated air temperature, average air temperature, average soil temperature and days to emergency was extremely significantly difference, the relationship between accumulated soil temperature, soil water content, and days to the beginning of emergency was significantly, while the relationship between average humidity and days to the beginning of emergency was not significantly. Path analysis indicated that accumulated soil temperate had the largest effect on days to the beginning of emergence, followed by accumulated air temperature and

【收稿日期】 2013-01-04

【基金项目】 国家甜菜现代产业技术体系建设专项(CAR210301-6)

【作者简介】 赵宏亮(1979—), 男, 内蒙古通辽人, 在读博士, 助理研究员, 主要从事农业气象与作物栽培研究。

E-mail: hongliang_1979@126.com

【通信作者】 许显滨(1959—), 男, 黑龙江宾县人, 研究员, 主要从事农业气象研究。E-mail: 0451xu2005@sohu.com

average air temperature. From seedling emergence to complete emergence,the relationships between all meteorological factors and days of emergency were significant except average humidity,and path analysis indicated that accumulated soil temperature had the largest effect on days of emergence,followed by accumulated air temperature and average soil temperature.【Conclusion】 Accumulated air temperate,accumulated soil temperature,average air temperature and average soil temperature could affect seedling emergence significantly,and the sowing dates could be harmonized according to those environmental factors in actual production.

Key words: sugar beet; meteorological factors; correlation analysis; path analysis; sowing date; Heilongjiang Province

甜菜是我国的主要经济作物之一,在国民经济和生活中占有极其重要的地位^[1]。甜菜主要分布在我国西北、华北、东北等地区,2010 年种植面积约 23 万 hm²^[2]。甜菜是黑龙江省重要的糖料作物^[3],2010 年黑龙江省甜菜种植面积为 7.79 万 hm²^[4]。经过几年的产业结构调整与科技发展,目前黑龙江省已经形成嫩江、讷河及附近国营农场的北部,富锦、宝清和三江地区的东部,海伦、望奎等南部,依安、拜泉、北安等中部 4 大主产区。这 4 个甜菜主产区甜菜种植面积占黑龙江省甜菜种植总面积的 85%^[5]。近年来,黑龙江省甜菜产区广泛引进和使用国外新品种^[6-8],为了适应新品种,在栽培技术、施肥等^[9-14]方面开展了一系列的研究,而对播期^[15]的研究则相对较少。因此,本研究应用相关性、回归分析、通径分析等统计方法,研究甜菜播种期环境因子对甜菜出苗时间的影响,以期为黑龙江省的甜菜栽培提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

甜菜品种 KWS3418,由中国农业科学院甜菜研究所提供。

1.2 试验方法

试验于 2012 年在黑龙江省农业科学院民主试验地进行,前茬作物为玉米。试验采用随机区组排列,3 次重复,4 行区,行长 10 m,行距 0.65 m,株距 0.20 m。施肥:小区施肥量一致,每 10 m 行长施磷酸二铵 133 g、尿素 125 g、硫酸钾(50%)78 g,播前采用人工侧深施(深度 15~20 cm)技术均匀施入。采用人工播种器播种,播深 3.5~4.0 cm。试验共设 5 个播期:04-05 播种(Ⅰ)、04-10 播种(Ⅱ)、04-15 播种(Ⅲ)、04-20 播种(Ⅳ)、04-25 播种(Ⅴ)。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 气象资料测定 从 2012-04-05—05-15,用

CR10X 自动气象观测器在试验地每天每隔 0.5 h 对甜菜生长环境中的气温(℃)、地温(℃)、平均空气相对湿度(%)、土壤含水量等指标进行连续观测。

1.3.2 出苗调查 从甜菜播种 5 d 后开始,每天早晚 2 次调查所有试验区出苗情况,记录不同播期出苗开始、出苗完成的时间。按小区统计相关指标,并求其平均值。

1.3.3 术语解释 播种当日到甜菜第 1 棵苗出现所经历的天数称为出苗开始时间,这一段时间则称为播种至出苗开始期间;甜菜第 1 棵苗出现到最后 1 棵苗出现所经历的天数称为出苗完成时间,这一段时间则称为出苗开始至出苗完成期间。

1.4 数据分析

试验数据采用 DPS^[16] 统计分析软件进行相关性、回归分析和通径分析。

2 结果与分析

2.1 甜菜不同播种期对出苗时间的影响

由表 1 可以看出,甜菜播种时间越早,出苗日期越早,出苗完成时间越长,如处理Ⅰ为 04-05 播种,04-28 开始出苗,出苗开始时间为 24 d,出苗完成时间为 12 d,与Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ处理相比,处理Ⅰ出苗日期分别提前 2,4,5,8 d,出苗完成时间分别长 0,2,2,3 d。在出苗率上,处理Ⅰ>处理Ⅱ=处理Ⅲ>处理Ⅳ>处理Ⅴ,总体上播种时间早的处理出苗率好于播种时间晚的处理。

2.2 甜菜播种至出苗开始期间环境因子与出苗开始时间的关系

2.2.1 环境因子的变异情况 5 个处理播种至出苗开始期间气温积温(x_1)、平均气温(x_2)、平均空气相对湿度(x_3)、土壤积温(x_4)、平均土壤温度(x_5)、土壤含水量(x_6 ,质量分数)和出苗开始时间(y)见表 2。

表 1 播期对甜菜出苗时间的影响

Table 1 Effect of sowing dates on days to seedling emergence of sugar beet

处理 Treatment	播种日期 Sowing date	出苗日期 Date of seedling emergence	出苗完成日期 Date of seedling complete emergence	出苗开始时间/d Days from sowing to seedling emergence	出苗完成时间/d Days of seedling complete emergence	出苗率/% Emergence rate
I	04-05	04-28	05-10	24	12	98
II	04-10	04-30	05-12	21	12	94
III	04-15	05-02	05-12	18	10	94
IV	04-20	05-03	05-13	14	10	86
V	04-25	05-06	05-15	12	9	60

表 2 甜菜播种至出苗开始期间环境因子与出苗开始时间的变异程度

Table 2 Variation of meteorological factors and days to emergence from sowing to the beginning of emergence

处理 Treatment	$x_1/^{\circ}\text{C}$	$x_2/^{\circ}\text{C}$	$x_3/\%$	$x_4/^{\circ}\text{C}$	$x_5/^{\circ}\text{C}$	$x_6/\%$	y/d
I	149.54	6.23	60.73	147.01	6.13	30.12	24.00
II	148.29	7.35	58.87	146.55	6.93	31.39	21.00
III	147.32	8.18	58.25	145.19	8.07	32.44	18.00
IV	120.84	8.63	61.87	117.67	8.41	33.76	14.00
V	117.29	9.77	50.76	116.15	9.68	32.84	12.00
平均值 Average	136.66	8.03	58.10	134.51	7.84	32.11	17.80
标准差 Standard deviation	16.13	1.34	4.35	16.09	1.37	1.40	4.92
变异系数/% Coefficient of variation	11.80	16.62	7.48	11.96	17.48	4.36	27.64

由表 2 可知,甜菜出苗开始时间变异程度较大,变异系数达到 27.64%,土壤含水量变异程度最小,变异系数为 4.36%。各因子变异系数大小顺序为出苗开始时间>平均土壤温度>平均气温>土壤积温>气温积温>平均空气相对湿度>土壤含水量,说明出苗开始时间变异丰富,有较大的变异选择空间,受环境因子的影响较大。平均土壤温度、平均气温、土壤积温、气温积温的变异居中,说明可以通过调整播种日期,使这些因子获得较大程度的提高。平均空气相对湿度、土壤含水量的变异较小,表明提

高这 2 个因子的潜力较小。

2.2.2 环境因子与出苗开始时间的相关分析 由表 3 可以看出,气温积温、平均气温、平均空气相对湿度、土壤积温、平均土壤温度、土壤含水量与出苗开始时间之间存在不同程度的相关关系。各环境因子与出苗开始时间的相关程度为:平均气温(−0.98)=平均土壤温度(−0.98)>气温积温(0.92)>土壤积温(0.91)=土壤含水量(−0.91)>平均空气相对湿度(0.55)。

表 3 各环境因子与甜菜出苗开始时间的相关分析

Table 3 Correlation analysis on environmental factors and days to the beginning of emergence

环境因子 Environmental factors	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	y
x_1	1.00						
x_2	−0.85 *	1.00					
x_3	0.45	−0.68	1.00				
x_4	1.00 **	−0.83 *	0.41	1.00			
x_5	−0.85 *	1.00 **	−0.69	−0.83 *	1.00		
x_6	−0.78	0.85 *	−0.20	−0.79	0.84 *	1.00	
y	0.92 **	−0.98 **	0.55	0.91 *	−0.98 **	−0.91 *	1.00

注:*.表示显著相关($P<0.05$);**.表示极显著相关($P<0.01$)。表 6 同。
Note: * Means significant difference ($P<0.05$); ** Means extremely significant difference ($P<0.01$). The same for table 6.

气温积温、平均气温、平均土壤温度与出苗开始时间相关关系均达极显著水平,表明在一定范围之内,增加或降低任意一个因子均会促使出苗开始时间显著增加或减少。土壤积温、土壤含水量与出苗开始时间之间相关关系均达显著水平,表明改变其

中任一个因子都会促使出苗开始时间改变。该结果可大体反映环境因子与出苗开始时间之间的关系,但并不能准确说明环境因子对出苗开始时间的影响,尤其不能准确说明在多个环境因子共存,且它们之间又有相互关系时,环境因子对出苗开始时间

的影响,因此应进一步对它们进行多元回归分析和通径分析。

2.2.3 环境因子与出苗开始时间的多元回归分析和通径分析 以 y 为因变量, x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 、 x_5 和 x_6 为自变量,进行多元回归分析,舍去回归系数不显著的因变量,最后得到最优回归方程: $y=37.09-$

$0.84x_1-3.19x_2+0.90x_4(R^2=0.99)$ 。该回归方程表明,在 5 个播种期的 6 个环境因子中,气温积温、平均气温和土壤积温是影响出苗开始时间的主要环境因子,为揭示各环境因子间的真实关系,对其进行通径分析,估算出因子间的直接效应和间接效应,结果见表 4。

表 4 各环境因子与甜菜出苗开始时间的通径系数

因子 Factor	直接作用 Direct effect	间接作用 Indirect effect		
		x_1	x_2	x_4
x_1	-2.75		0.73	2.94
x_2	-0.86	2.32		-2.45
x_4	2.94	-2.75	0.72	

通过对表 4 直接通径系数绝对值的比较可知,土壤积温(2.94)对出苗开始时间的影响最大,其次是气温积温(-2.75),最后是平均气温(-0.86)。通过对间接通径系数的分析可知,气温积温通过平均气温、土壤积温对出苗开始时间的间接作用最大,且总体上为正向效应;平均气温通过气温积温、土壤积温的间接作用较大,且总体上为负向效应;土壤积温通过气温积温、平均气温的间接作用较大,且总体上为负向效应。综合分析可知,在甜菜播种至出苗开始期间,影响出苗开始时间的环境因子为土壤积温和气温积温,而平均气温的直接和间接作用对出苗开始时间的影响均相对较小。

表 5 甜菜出苗开始至出苗完成期间环境因子与出苗完成时间的变异程度

Table 5 Variation of environmental factors and days to seedling complete emergence from the beginning of emergence to seedling complete emergence							
处理 Treatment	$x'_1/^\circ\text{C}$	$x'_2/^\circ\text{C}$	$x'_3/\%$	$x'_4/^\circ\text{C}$	$x'_5/^\circ\text{C}$	$x'_6/\%$	y'/d
I	114.39	10.01	60.93	112.21	9.51	32.14	12.00
II	118.03	10.09	60.67	115.09	9.62	31.96	12.00
III	101.27	10.13	60.17	100.16	9.71	31.82	10.00
IV	104.33	10.43	62.81	102.00	9.92	31.81	10.00
V	106.92	10.69	63.63	104.02	10.11	31.79	9.00
平均值 Average	108.99	10.27	61.64	106.70	9.77	31.90	10.60
标准差 Standard deviation	7.01	0.28	1.49	6.57	0.24	0.15	1.34
变异系数/% Coefficient of variation	6.43	2.76	2.42	6.16	2.46	0.46	12.66

2.3.2 环境因子与出苗完成时间的相关分析 由表 6 可知,各环境因子与出苗完成时间的相关程度为:平均土壤温度(-0.91)>土壤含水量(0.88)>土壤积温(0.86)>平均气温(-0.85)>气温积温(0.82)>平均空气相对湿度(-0.67)。除平均空气相对湿度外,各环境因子与出苗完成时间相关关系均达显著水平,说明在一定范围内改变其中任一环境因子,均可导致出苗完成时间发生改变。

2.3.3 环境因子与出苗完成时间的多元回归分析

2.3 甜菜出苗开始至出苗完成期间环境因子与出苗完成时间的关系

2.3.1 环境因子的变异情况 5 个处理甜菜出苗开始至出苗完成期间气温积温(x'_1)、平均气温(x'_2)、平均空气相对湿度(x'_3)、土壤积温(x'_4)、平均土壤温度(x'_5)、土壤含水量(x'_6) 和出苗完成时间(y')见表 5。由表 5 可知,甜菜出苗完成时间的变异程度最大,达到 12.66%,有较大的变异选择空间,说明出苗完成时间受各环境因子影响较大,在甜菜生产中可通过改变各环境因子调整甜菜出苗完成时间。

和通径分析 虽然相关系数在一定程度上反映了各环境因子与出苗完成时间的关系,但要弄清各环境因子对出苗完成时间的作用大小,需进一步做通径分析,从而清楚地解释各环境因子对出苗完成时间的相对重要性。以 y' 为因变量, x'_1 、 x'_2 、 x'_3 、 x'_4 、 x'_5 和 x'_6 为自变量,经多元回归分析获得最优回归方程: $y'=110.44+1.79x'_1-1.93x'_4-9.09x'_5(R^2=0.99)$,该回归方程表明,气温积温、土壤积温和平均土壤温度是影响出苗完成时间的主要环境因

子。

由表 7 可知,土壤积温对出苗完成时间的直接
 途径系数最大,其次是气温积温,最小的是平均土壤
 温度。通过对间接途径系数的分析可知,气温积温
 通过土壤积温、平均土壤温度对出苗完成时间的间
 接作用较大,且总体上为负向效应;土壤积温通过气
 温积温、平均土壤温度对出苗完成时间的作用最大,

表 6 各环境因子与甜菜出苗完成时间的相关分析

环境因子 Environmental factor	x'_1	x'_2	x'_3	x'_4	x'_5	x'_6	y'
x'_1	1.00						
x'_2	-0.45	1.00					
x'_3	-0.26	0.94**	1.00				
x'_4	1.00**	-0.52	-0.34	1.00			
x'_5	-0.55	0.99**	0.88*	-0.62	1.00		
x'_6	0.75	-0.73	-0.49	0.79	-0.82*	1.00	
y'	0.82*	-0.85*	-0.67	0.86*	-0.91*	0.88*	1.00

表 7 各环境因子与甜菜出苗完成时间的通径系数

因子 Factor	直接作用 Direct effect	间接作用 Indirect effect		
		x'_1	x'_4	x'_5
x'_1	9.34		-9.41	0.89
x'_4	-9.45	9.30		1.01
x'_5	-1.63	-5.12	5.85	

3 结论与讨论

在甜菜播种至出苗开始期间,各环境因子与出
 苗开始时间的相关程度大小为:平均气温
 (-0.98)=平均土壤温度(-0.98)>气温积温
 (0.92)>土壤积温(0.91)=土壤含水量(-0.91)>
 平均空气相对湿度(0.55);气温积温、平均气温、平
 均土壤温度与出苗开始时间的相关关系均达极显著
 水平,土壤积温、土壤含水量与出苗开始时间的相关
 关系达到显著水平,而平均空气相对湿度与出苗开
 始时间的相关关系不显著;经逐步回归分析,得到最
 优回归方程: $y=37.09-0.84x_1-3.19x_2+0.90x_4$
 ($R^2=0.99$);通径分析表明,土壤积温(2.94)对出
 苗开始时间的影响最大,其次是气温积温(-2.75),
 最后是平均气温(-0.86)。

在甜菜出苗开始至出苗完成期间,各环境因子
 与出苗完成时间的相关程度大小为:平均土壤温度
 (-0.91)>土壤含水量(0.88)>土壤积温(0.86)>
 平均气温(-0.85)>气温积温(0.82)>平均空气相
 对湿度(-0.67);除平均空气相对湿度外,其他环境
 因子与出苗完成时间的相关关系均达显著水平;经
 逐步回归筛选获得最优回归方程为: $y'=110.44+$

且总体上为正向效应;平均土壤温度通过气温积温、
 土壤积温对出苗完成时间的作用较小,且总体上为
 正向效应。由此可知,土壤积温和气温积温对出苗
 完成时间的影响较大,而平均土壤温度对出苗完成
 时间的影响无论是直接作用还是间接作用均相对较
 小。

$1.79x'_1-1.93x'_4-9.09x'_5$ ($R^2=0.99$);通径分析
 结果表明,土壤积温对出苗完成时间的影响最大,其
 次是气温积温,平均土壤温度影响较小。

综上可知,在甜菜播种至出苗完成期间,对甜菜
 出苗影响较大的是气温积温、土壤积温、平均气温和
 平均土壤温度,在实际生产中可通过调整甜菜播种
 期来协调气温积温、土壤积温、平均气温和平均土
 壤温度。本研究只对甜菜不同播种期出苗时间变化与
 环境因子的关系做了初步探讨,不能准确地确定甜
 菜的最佳播种期,今后应将各环境因子与甜菜出苗
 率、产量、含糖率等因素结合起来做进一步研究,从
 而确定甜菜的最佳播种期,为甜菜的生产提供理论
 依据。

[参考文献]

[1] 柏章才,邱 军,陈连江,等. 国家甜菜品种区域试验现状与未
 来 [J]. 中国糖料,2011(4):74-76.
 Bai Z C, Qiu J, Chen L J, et al. Status and further of state sugar
 beet variety regional test [J]. Sugar Crops of China, 2011(4):
 74-76. (in Chinese)

[2] 张立明,李翠芳,董心久,等. 甜菜块根农艺性状的遗传变异及
 相关性和主成分分析 [J]. 中国糖料,2011(4):12-14.
 Zhang L M, Li C F, Dong X J, et al. Genetic variation, correla-
 tion and principal component analysis on agronomic traits of

sugar beet root [J]. Sugar Crops of China, 2011(4):12-14. (in Chinese)

[3] 朱宝华,高林,王志农,等. 红兴隆地区甜菜含糖率与气象因子的关系 [J]. 中国糖料, 2011(3):43-45.
Zhu B H, Gao L, Wang Z N, et al. The relationship between beet sugar content and meteorologic factors in Hongxinglong region [J]. Sugar Crops of China, 2011(3):43-45. (in Chinese)

[4] 黑龙江省统计局. 黑龙江统计年鉴:2011 [M]. 北京:中国统计出版社, 2011.
Heilongjiang Provincial Bureau of Statistics. Heilongjiang statistics year book: 2011 [M]. Beijing: China Statistics Press, 2011. (in Chinese)

[5] 倪洪涛. 我国甜菜主产区品种繁育及更新推广情况 [J]. 中国糖料, 2011(2):48-51.
Ni H T. Reproduction and development of sugar beet varieties in main planting areas of China [J]. Sugar Crops of China, 2011(2):48-51. (in Chinese)

[6] 阚文亮,孙佰臣,张永华,等. 甜菜品种 AMOS 引种试验 [J]. 中国糖料, 2011(2):28-29.
Kan W L, Sun B C, Zhang Y H, et al. Introduction experiment of sugar beet variety AMOS [J]. Sugar Crops of China, 2011(2):28-29. (in Chinese)

[7] 韩秉进,杨骥,陈渊,等. 甜菜新品种引进试验研究 [J]. 农业系统科学与综合研究, 2011(2):108-111.
Han B J, Yang J, Chen Y, et al. Experimental study on the introduction of new varieties of sugar beet [J]. System Sciences and Comprehensive Studies in Agriculture, 2011(2):108-111. (in Chinese)

[8] 范圣华,孙佰臣,张永华,等. 甜菜品种 ADV0413 引种鉴定 [J]. 中国糖料, 2009(4):36-37.
Fan S H, Sun B C, Zhang Y H, et al. Introduction experiment of new sugar beet variety ADV0413 [J]. Sugar Crops of China, 2009(4):36-37. (in Chinese)

[9] 李洪波. 黑龙江省甜菜高产高效栽培技术 [J]. 北京农业, 2009(2):50-51.
Li H B. Cultivation techniques of beta vulgaris in Heilongjiang province [J]. Beijing Agriculture, 2009(2):50-51. (in Chinese)

[10] 李玉影,佟玉欣,郑雨,等. 黑龙江省甜菜高产施肥技术研究 [J]. 黑龙江农业科学, 2012(7):53-56.
Li Y Y, Tong Y X, Zheng Y, et al. Study on the technology of high yield fertilization of sugar beet in Heilongjiang province [J]. Heilongjiang Agricultural Sciences, 2012(7):53-56. (in Chinese)

[11] 杨骥,黄彩云,范有君,等. 黑龙江省甜菜机械化精量点播技术的现状与发展对策 [J]. 中国糖料, 2009(4):83-85.
Yang J, Huang C Y, Fan Y J, et al. Status and development countermeasures of sugar beet mechanized precision fiddle sower techniques in Heilongjiang province [J]. Sugar Crops of China, 2009(4):83-85. (in Chinese)

[12] 晋宝忠. 黑龙江省甜菜高产高效栽培技术 [J]. 现代农业, 2010(19):131.
Jin B Z. High yield and efficiency cultivation techniques of sugar beet in Heilongjiang province [J]. Modern Agriculture, 2010(19):131. (in Chinese)

[13] 范文婷,盖志佳,杜永成,等. 甜菜氮、磷、钾肥料效应模型初探 [J]. 作物杂志, 2012(2):96-100.
Fan W T, Gai Z J, Du Y C, et al. Application models of nitrogen, phosphorus and potassium formulation in sugar beet [J]. Crops, 2012(2):96-100. (in Chinese)

[14] 王玉波,马凤鸣,王庆祥. 施肥量对甜菜产量和质量的影响 [J]. 作物杂志, 2011(4):78-81.
Wang Y B, Ma F M, Wang Q X. Effects of fertilization on yield and quality of sugar beet [J]. Crops, 2011(4):78-81. (in Chinese)

[15] 韩秉进. 不同播种期对甜菜产质量的影响 [J]. 中国甜菜糖业, 1999(6):7-9.
Han B J. Effects of different seed time on yield and quality of sugar beet [J]. Sugar Crops of China, 1999(6):7-9. (in Chinese)

[16] 唐启义,冯明光. 实用统计分析及其计算机处理平台 [M]. 杭州:中国农业出版社, 1997.
Tang Q Y, Feng M G. Practical statistics analysis and computer processing platform [M]. Hangzhou: China Agriculture Press, 1997. (in Chinese)