基于理论播种期的油葵花期雨害风险模型*

——以环渤海地区为例

张 化，岳耀杰，王静爱

（1. 北京师范大学 地理学与遥感科学学院，北京 100875；
2. 北京师范大学 区域地理研究重点实验室，北京 100875）

摘 要：随着环渤海盐碱地区油葵引种品种的不断增多，种植面积不断扩大，部分地区盲目引种现象时有发生，油葵开花期与雨季同期干扰花期授粉，严重影响了油葵产量。通过分析油葵播种期的关键因子（稳定通过 10℃的初终日）30 年的概率密度分布，并结合实际播期定义了理论播种期；在此基础上利用连续 3 d 降雨概率密度分布构建了花期雨害风险模型。应用此模型得到的环渤海地区早熟、中早熟、中晚熟油葵花期低雨害风险的适宜播种期与当地现实最佳播种期间存在较高的吻合度。研究可为农作物适宜播种期的选择及减轻灾害风险提供理论参考。

关键词：理论播种期；风险模型；油葵；连续降雨日数；环渤海地区
中图分类号：S352.1 **文献标识码**：A **文章编号**：1000－811X(2009)04－0026－05

0 引言

油葵是一种耐盐碱、耐瘠、耐旱、适应性广的油料植物，在我国环渤海盐碱地区得到大面积引种和推广[1]。然而，随着环渤海盐碱地区油葵引种品种的不断增多，种植面积不断扩大，部分地区盲目引种现象时有发生，导致油葵开花期与雨季同期，干扰了花期授粉，从而严重影响了油葵产量。结实率低、产量不稳定甚至造成部分地区（黄骅）农户认为当地不适宜种植油葵。因此，合理地、定量化地确定油葵最佳播种期对于提高油葵产量和效益具有重要的现实意义。

目前国内外对油葵播期问题研究表明，播期对油葵产量、含油率等影响很大，一般认为早播可提高产量、含油率等，但不同油葵种植区也有晚播增产的现象[2]。刘海云从油葵平均折合产量、空壳率、含油率等综合考虑，提出盐碱地上油葵种植宜早不宜晚，最适播种期为 4 月底至 5 月初[3]；杨国航等根据田间播种实验，从播期对油葵生长发育状况的影响、对葵盘性状及产量的影响、对子粒含油率的影响角度得出北京郊区杂交油葵的适宜播种期为 7 月 5 日左右[4-5]。但以前的研究并没有结合实际气温、降水等气象条件并利用风险理论[6-8]进行定量化的分析，也没有系统而明确地给出低风险条件下的适宜播种期。

在分析油葵传统播期的前提下，结合气象资料确定理论播种期，基于风险分析理论构建油葵花期雨害风险模型，在此基础上推算低风险条件下的不同品种油葵的适宜播种期。即利用稳定通过 10℃的初终日确定理论适播期，通过油葵作物特性推算开花期，在此基础上分析花期连续降雨日数的概率风险，构建油葵花期雨害风险模型。并以河北省黄骅为例分析了早熟、中早熟、中晚熟油葵品种在传统播种期下的种植风险，给出适宜品种花期低雨害风险的适宜播种期的空间分布图。研究可为农作物适宜播种期的选择及减轻灾害风险的管理提供理论参考。

1 数据与方法

气象资料主要来自中国气象局提供的环渤海地区（北京、天津、河北、辽宁和山东 5 省市）61 个气象站点（气象资料连续且长度均达 30 年以上）

* 收稿日期：2009－06－01
基金项目：国家 863 重点计划项目(2006AA100206)
作者简介：张化(1979－)，男，内蒙古赤峰人，博士研究生，工程师，主要从事自然灾害与风险管理方面的研究. E-mail：zha1169@163.com
通讯作者：王静爱(1955－)，女，河北定州人，教授，主要从事自然灾害与区域地理研究. E-mail：sqq@bnu.edu.cn

的日数据，并对缺测值进行剔除，利用 VB 编程筛选稳定通过 10℃初终日及连续降雨日数，同时为方便应用，将模型方程建立在同一日序尺度，即采用年内日序数作为概率分布横轴。

由于大多数油葵品种生育期活动积温要求一般在 1 750 ~2 200 度日，根据研究区气象特征，按照作物种植熟制的要求(一年一熟的活动积温：≤3 500；两年三熟：3 500 ~ 4 000；一年两熟：≥4 000)划分为 3 个区域(图 1)：Ⅰ区分布在辽宁中东部地区及河北北部地区，活动积温在 2 037 ~ 3 500度日范围内；Ⅱ区分布在辽宁偏西部、天津及河北东北部地区，活动积温在 3 501 ~4 000 度日范围内；其余部分属于Ⅲ区，活动积温在 4 001 ~ 4 878度日范围。3 个区域均能种植早熟、中熟及晚熟油葵品种，且Ⅲ区油葵播种期的日期选择更为宽泛，以河北省黄骅为例，该地区 4 月底至 7 月中上旬均有油葵播种。

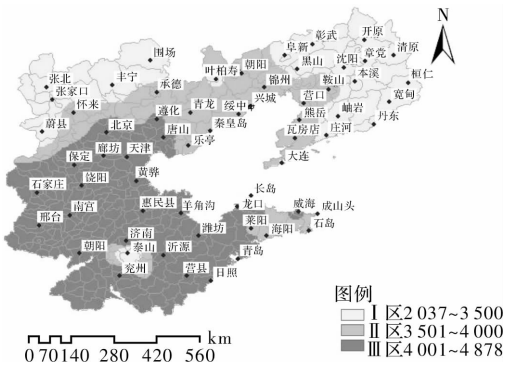

图 1　环渤海区域 >10℃活动积温分区图

油葵品种资料来自北京天葵立德种子科技有限公司，3 个品种分别为 KWS204(早熟)，TK206(中早熟)，KWS303(中晚熟)，具体品性特征详见表 1。

表 1　　油葵作物品性特征

品种名称	品种特性	春播全生育期天数(D)	春播至花期天数(H_C)	夏播全生育期天数(D)	夏播至花期天数(H_Z)	积温要求
KWS204	早熟	90 ~ 96	60 ~ 67	86 ~ 92	50 ~ 60	1 750
TK206	中早熟	96 ~ 105	64 ~ 71	86 ~ 95	57 ~ 64	1 850
KWS303	中晚熟	105 ~ 115	70 ~ 77	98 ~ 108	65 ~ 72	2 300

资料来源：北京天葵立德种子科技有限公司

2　模型构建

2.1　稳定通过 10℃初终日概率分布

3 个区域(Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ区)稳定通过 10℃的初终日的正态直方图(图 2，图 3)表明，3 个区域的初终日概率分布均符合正态分布(函数均经过正态性检验[9])，其中Ⅰ区稳定初日总体均值为 114，较Ⅱ区晚 8 d，较Ⅲ区晚 19 d；Ⅰ区稳定终日总体均值为 275，较Ⅱ区早 15 d，较Ⅲ区早 23 d。

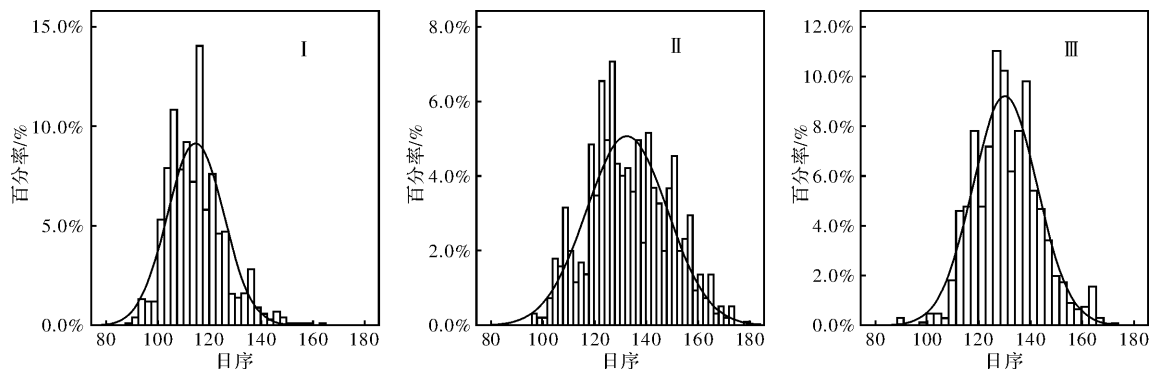

图 2　Ⅰ区、Ⅱ区、Ⅲ区稳定初日概率分布

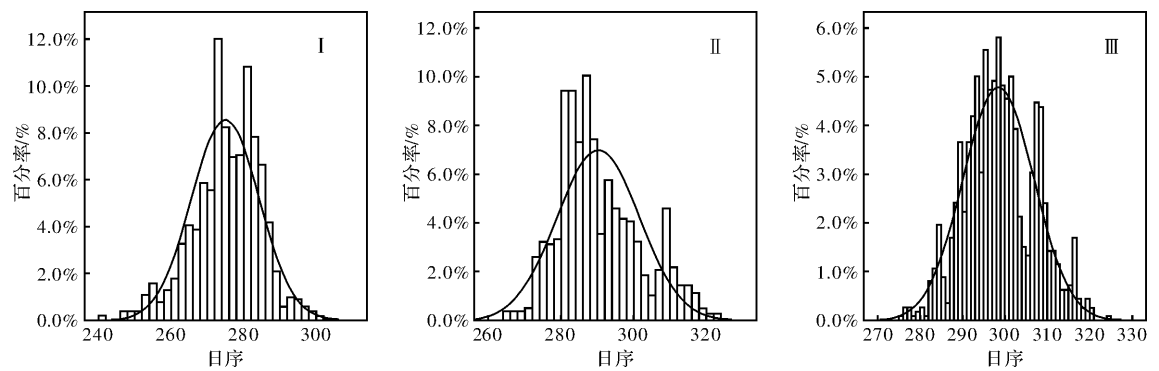

图 3　Ⅰ区，Ⅱ区，Ⅲ区稳定终日概率分布

2.2 连续降雨日数概率分布

油葵的开花期如果恰逢雨季，将会严重影响其授粉质量从而导致油葵减产，因此选择 3 个区域（Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ区）的连续 3 d 降雨概率密度作为油葵开花期的关键因子进行分析。分别选取辽宁省章党、山东省石岛、河北省黄骅地区代表各区域，其连续 3 d 降水概率均通过正态性检验（图 4）。其中辽宁省章党与山东省石岛连续 3 d 降水日序总体均值均为 198，较河北省黄骅连续 3 d 降水日序总体均值提前 10 d。

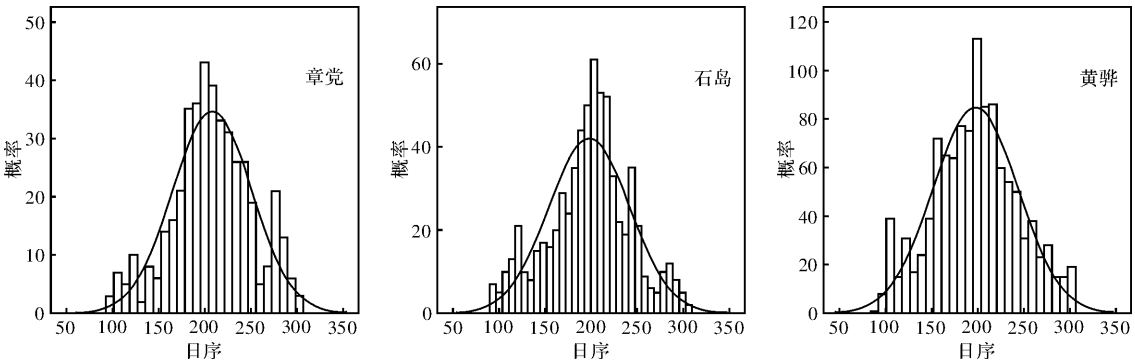

图 4 章党、石岛、黄骅连续 3d 降水概率分布

2.3 油葵播种期风险模型构建

正态分布函数有着十分广泛的实际背景，是自然界和社会现象中最为常见的一种分布[10]。为便于计算，将此概率分布密度函数取值区间定义为（1，366），此取值范围远远大于各地区初日终日历史极值，故认为对函数方程没有影响，计算模型如下：

$$f(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma}e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}},\ x\in(1,\ 366),\quad (1)$$

式中：μ 为总样本均值；σ 为总样本标准差。

播期结合初日概率密度分布，将 $\partial=0.05$ 水平下的日序值定义为理论始播期；将终日正态概率密度分布 $\partial=0.05$ 的日序值减去全生育期天数定义为理论终播期（图 5）。即理论始播期 S_C 取 $\partial=0.05$ 时的右尾临界值[11]，即：

$$S_C=\mu_c+1.96\sigma_c。\quad (2)$$

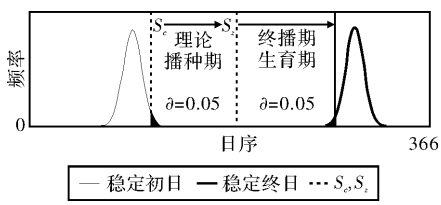

图 5 油葵理论播种期示意图

理论终播期 S_Z 取 $\partial=0.05$ 水平时的左尾临界值

$$S_Z=\mu_z-1.96\sigma_z-D,\quad (3)$$

式中：S_C 为理论始播期；S_Z 为理论终播期；μ_c 为稳定初日总体均值；σ_c 为稳定初日样本标准差；μ_z 为稳定初日总体均值；σ_z 为稳定初日样本标准差；D 为生育期天数。

由于按照正态分布理论，$\partial=0.05$ 水平下的日期稳定通过 10℃的置信度为 95%（图 5），并且 $\partial=0.05$ 水平下，Ⅲ区域 S_C 和 S_Z 值与河北省黄骅地区目前实际的油葵始播期 4 月 20 日及终播期 7 月 10 日在时间上具有较好的一致性，故采用 $\partial=0.05$ 水平作为确定理论播种期的依据。图 5 表示在理论播种期区间内播种，能够满足油葵生育期的时间和热量上的要求，并能保证其正常成熟。

而油葵花期连续降雨日数的概率分布密度函数，应将连续降雨日数概率分布密度函数 $f_h(x)$ 的日期取值区间定义在油葵花期，即：

$$f_h(x)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_L}e^{-\frac{(x-\mu_L)^2}{2\sigma_L^2}},\ x\in(S_c+H_c,\ S_z+H_z),\quad (4)$$

式中：μ_L 为连雨天日序总体均值；σ_L 为连雨天日序标准差，H_c 为春播至花期天数，H_z 为夏播至花期天数。在此基础上，风险概率最小时所对应的日序数 x 减去播期至花期的天数 H 即可得到较为适宜的播期。

$$S=x-H。\quad (5)$$

3 油葵播种期风险模型的应用

结合模型计算出多年油葵花期连续 3 日降雨的日序数，并绘制其不同油葵品种概率密度分布（图 6），3 个油葵品种在Ⅱ区和Ⅲ区均以终播期花期雨害风险最低，Ⅰ区和Ⅱ区适宜播期应为理论终播期；Ⅲ区早熟油葵春播与夏播油葵花期连续降雨概率均相对较小，可按照春播宜早夏播宜迟的方法播种，而生育期稍长的油葵品种（中晚熟等）在理论终播期播种其雨害风险最小。各区域单一品种最适宜播种期的花期雨害风险表现为Ⅰ区高于Ⅱ区高于Ⅲ区。

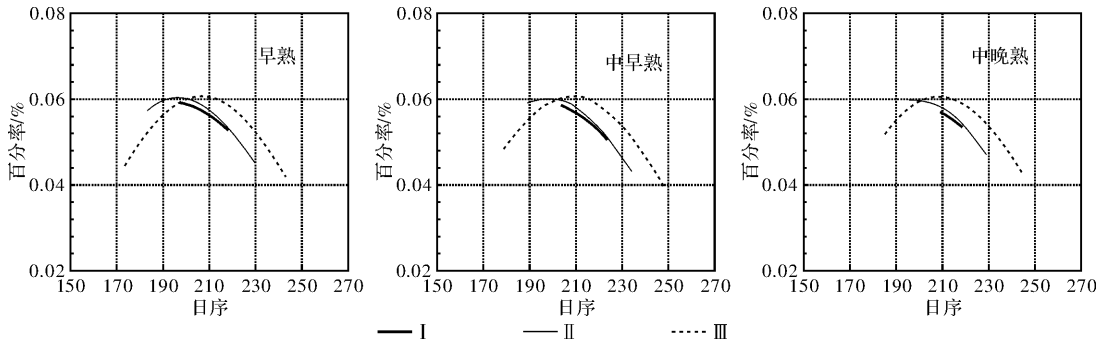

图 6　早熟、中早熟、晚熟油葵花期连续降雨日数概率风险分布

3 个区域油葵花期连续 3 d 降雨的概率风险分析可知，早熟品种终播期风险相对始播期风险分别降低 10.7%（Ⅰ区）、21.1%（Ⅱ类区）、7.3%（Ⅲ区）；中早熟品种分别降低 13.1%（Ⅰ区）、26.9%（Ⅱ区）、18.5%（Ⅲ区）；中晚熟品种分别降低 6.3%（Ⅰ区）、21.8%（Ⅱ区）、17.1%（Ⅲ区）。其中Ⅲ区域黄骅地区实际春播油葵集中在 5 月 10－30 日，此时播种导致花期雨害风险高于最优播期的 32%～39%，这可能是造成部分农户误认为当地不适宜种植油葵的主要原因。

油葵花期降低雨害风险的最优播种期为理论终播期，利用模型计算 61 个气象站的理论终播期，在 GIS 反距离插值法的支持下绘制早熟、中晚熟油葵花期低雨害风险的适宜播种期空间分布（图 7），结果表明：以中晚熟油葵为例，辽宁东北部、河北偏北部及山东泰山地区油葵花期低雨害风险适宜播种期为 5 月 10－28 日；辽宁西南部及河北中北部地区的适宜播种期为 5 月 29 日－6 月 18 日；河北南部、北京、天津及山东大部地区适宜播种期为 6 月 19 日－7 月 9 日，这与杨国航等[4]的研究结果基本一致；山东东南部地区适宜播种期为 7 月中下旬，夏播时间较晚，根据理论始播期与生育期天数可知，该地区可以进行一年两熟制的中晚熟品种引种实验，具体情况还需实地考察及实验加以验证。

4　结论与讨论

分析了环渤海地区稳定通过 10℃初终日及连续降雨日数分布情况，建立了正态分布函数，并根据不同油葵品种的品种特性，通过日序数建立了播期与花期连续降雨日数风险概率关系的模型。模型计算结果表明：Ⅰ区和Ⅱ区应在终播期播种；Ⅲ区早熟油葵春播与夏播花期连续降雨日数概率差异较小，特别是一年两熟地区可按照春播宜早夏

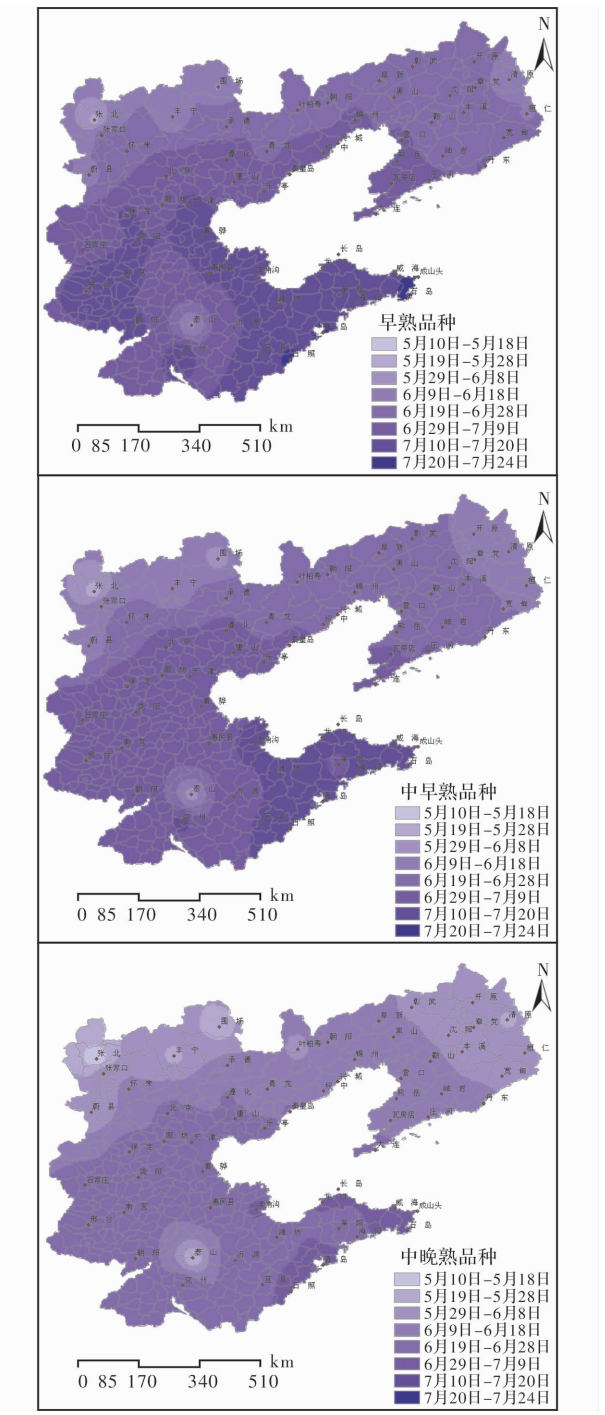

图 7　环渤海地区油葵不同品种花期最低雨害风险的播种期分布图

播宜迟的方法播种，而对于中早熟、中晚熟品种应尽量选择在终播期播种。

基于播种期构建风险模型，给出了油葵花期雨害风险的适宜播种期，以期对实际作物播种期的确定提供一些理论参考，并首次从风险管理角度提出调整播种期来降低花期雨害风险的思路。由于暴雨、冰雹等自然灾害概率密度分布与连续降雨日数的概率密度分布有较好的一致性，所以调整播种期可以同时减轻其风险，但对于干旱、盐害、大风、病虫害等综合灾害风险也都是播种期适宜性选择的关键因素，需要在今后的工作中进行分析和逐步完善。

参考文献：

[1] 王景艳，邓力群. 滨海盐渍化土壤引种油葵的试验研究[J]. 土壤，2008，40(1)：121－124.

[2] Pathak H.，Wassmann R. Quantitative evaluation of climatic variability and risks for wheat yield in India[J]. Climatic change，2009，(93)：157－175.

[3] 刘海云. 盐碱地油葵综合丰产栽培技术[J]. 农业科技与信息，2008，(23)：12－13.

[4] 杨国航，张丽平，陈国平，等. 北京郊区杂交油葵适宜播种期研究[J]. 作物杂志，2003，(2)：24－25.

[5] 廖志鸿，郭兴章. 油葵适宜播种期探讨[J]. 新疆农业科技，1988，(2)：31－32.

[6] 李世奎，霍治国，王素艳. 农业气象灾害风险评估体系及模型研究[J]. 自然灾害学报，2004，13(1)：77－87.

[7] 张怀志，朱艳. 棉花品种选择和播期确定的动态知识模型[J]. 南京农业大学学报，2004，27(3)：15－19.

[8] 李世奎，霍治国，王道龙，等. 中国农业灾害风险评价与对策[C]. 北京：气象出版社，1999.

[9] 王斌会，徐勇勇. 正态性检验的图示方法及其应用[J]. 数理统计与应用概率，1996，11(3)：249－256.

[10] 刘建远. 正态分布函数的有界化变换及其在粉碎建模中的应用[J]. 国外金属矿选，2007，4(27)：26－30.

[11] 丁裕国. 探讨灾害规律的理论基础一极端气候事件概率[J]. 气象与减灾研究，2006，29(1)：44－50.

Rain Disaster Risk Model of Oil Sunflower during Florescence Based on Theoretical Sowing Dates

——Taking the Bohai Sea Area as an Example

Zhang Hua，Yue Yaojie and Wang Jing'Ai

(*School of Geography and Remote Sensing*，*Beijing Normal University*，*Beijing* 100875，*China*；
Key Laboratory of Regional Geography，*Beijing Normal University*，*Beijing* 100875，*China*)

Abstract：With increase in the varieties of oil sunflower and planting area in the alkali-saline area around the Bohai Sea，phenomenon of blind introduction of oil sunflower in some districts and interference with flowering pollination due to sunflower florescence synchronizing with rainy season seriously affect the yield of oil sunflower. Through the analysis on the probability density distribution of key factors of oil sunflower sowing period (stably getting through 10℃ of the beginning and ending dates) in 30 years，the theoretical sowing period is defined according to the actual sowing period. Then，rain disaster risk model of the flowering period is developed by use of rainfall probability density distribution of 3 consecutive days. The application of this model indicates that the suitable sowing dates with low rain risk in florescence of precocious，mid-early maturing and medium-late maturing sunflowers around the Bohai Sea fairly coincides with local actual optimal sowing dates. The study provides the theoretical reference for selecting suitable sowing dates of crops and for mitigating disaster risk.

Key words：sowing date，risk model，oil sunflower，continuous rain days，Bohai Sea region