东北农业科学　2025,50(5):65-70
Journal of Northeast Agricultural Sciences　DOI: 10.16423/j.cnki.1003-8701.2025.05.011

芝麻茎点枯病不同发病时期对单株产量的影响

郑　磊[1],范杰英[2],张仙美[1],卫松山[1],吴鹤敏[1],刘美茹[1],孙　浩[3],宋高杰[3]
(1. 漯河市农业科学院/漯河市芝麻工程技术研究中心,河南 漯河 462300;2. 吉林省农业科学院(中国农业科技东北创新中心),长春 130033;3. 信阳农林学院,河南 信阳 464399)

摘　要:为研究芝麻茎点枯病不同发病时期对单株产量的影响,对抗落粒芝麻品种'豫芝NS610'在自然条件下发病的生长情况进行了调查分析。结果表明,单株产量损失率和发病时期显著相关。芝麻盛花初期前发病,病株没有产量;盛花中期发病减产82.55%;盛花末期发病减产39.04%;终花期发病减产32.96%。随着发病时期的推迟,株高降低率、有效蒴果数减少率、果节数减少率逐渐变小。盛花中期发病与终花期发病相比,株高降低率、有效蒴果数减少率、果节数减少率均达到显著或极显著差异水平。不同发病时期间千粒重的降低率无显著差异。果节数、蒴果数、有效蒴果数减少是产量损失的关键因素,在不同发病时期株高及千粒重等因素对产量损失的影响程度存在差异。

关键词:芝麻;茎点枯病;发病时期;单株产量
中图分类号:S435.653　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:2096-5877(2025)05-0065-06

Effects of Different Incidence Stages of Sesame Stem Rot on Individual Plant Yield

ZHENG Lei[1], FAN Jieying[2], ZHANG Xianmei[1], WEI Songshan[1], WU Hemin[1], LIU Meiru[1], SUN Hao[3], SONG Gaojie[3]
(1. *Luohe Academy of Agricultural Sciences/Luohe Engineering Research Center of Sesame, Luohe* 462300; 2. *Jilin Academy of Agricultural Sciences*(*Northeast Agricultural Research Center of China*), *Changchun* 130033; 3. *Xinyang Agriculture and Forestry University, Xinyang* 464399, China)

Abstract: To study the effects of different incidence stages of sesame stem rot on individual plant yield, this study investigated the growth of shattering-resistant sesame variety 'Yuzhi NS610' under natural incidence conditions. The results showed that the per-plant yield loss rate was significantly correlated with the incidence stage: no yield was obtained when the disease occurred before the early full-bloom stage; yield decreased by 82.55% at the middle full-bloom stage, 39.04% at the late full-bloom stage, and 32.96% at the final flowering stage. With delayed incidence, the reduction rates of plant height, effective capsules and fruiting nodes gradually decreased. Compared with incidence at the final flowering stage, these three reduction rates at the middle full-bloom stage showed significant or extremely significant differences. There was no significant difference in 1000-grain weight reduction rate among different stages. Decreases in fruiting nodes, capsules and effective capsules were key factors for yield loss; the influence of plant height, 1000-grain weight and other factors on yield loss varied with incidence stages.

Key words: Sesame; Sesame stem rot; Incidence stage; Individual plant yield

植物病害能够引起作物减产,造成经济损失[1]。对主要作物的多种病害进行过专门系统的研究,如小麦赤霉病、条锈病;水稻纹枯病、黑条矮缩病;玉米纹枯病等[2-9]。为产量损失的预测和综合治理提供了重要依据。

茎点枯病是芝麻产区发生最普遍且严重的病害,是由菜豆壳球孢(*Macrophomina phaseoli* (Maubl.) Ashby.)引起[10],在芝麻整个生育期均可发生。集中发生在两个时期:一是苗期,二是盛花结蒴果后开始发病,终花期最为严重[11]。该病常

收稿日期:2024-12-15
基金项目:国家特色油料产业技术体系项目(CARS-14);中原科技创新领军人才资助项目(224200510021)
作者简介:郑　磊(1982-),男,副研究员,硕士,主要从事芝麻遗传育种研究。
范杰英为并列第一作者。

年发病率10%~20%，重者达80%以上[12]。近年来，芝麻茎点枯病抗病机理研究取得了一定的进展[13-16]，但关于该病引起产量损失的研究较少，并且相关文献多数为基于调研或观察的概要性报道，缺乏试验数据支撑[17-18]。杨修身等[19]开展了芝麻叶斑病和茎点枯病2种病害混合发生对芝麻产量、落粒率、千粒重影响的研究，且仅考察了1个生育时期(8月下旬)的情况。大田产量不只取决于某一生育期的发病情况，而是各生育期发病程度相互作用的结果[20-21]，因此考察多个生育期发病的影响具有重要意义。本研究团队开展的芝麻不同茎点枯病发病级别对单株产量影响的研究，考察了最终发病级别对产量的影响[22]。鉴于目前尚未见芝麻茎点枯病不同发病时期对单株产量影响的报道，本研究利用自然条件下发病，探讨芝麻茎点枯病不同发病时期对单株产量及相关性状的影响，以期对芝麻茎点枯病的危害有进一步的认识，为解决芝麻茎点枯病对群体产量的影响提供一定的理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

选用抗落粒芝麻品种‘豫芝NS610’[23]为试验材料，由河南省农业科学院芝麻研究中心琚铭博士提供。试验在漯河市郾城区孟庙镇漯河市农业科学院试验基地进行，2022年6月6日播种。

1.2 病株与对照植株的选取

分别在芝麻现蕾期(7月12日)、初花期(7月15日)、盛花初期(7月26日，开花后11 d)、盛花中期(8月3日，开花后19 d)、盛花末期(8月12日，开花后28 d)、终花期(8月20日)6个生育时期调查病株与对应对照单株。

病株与对照植株的选取标准参照郑磊等[22]的方法，即选取刚刚发病萎蔫的病株，同时选取与病株临近的、生育进程(主要考察株高、叶片对数、蒴果数等指标)大致相当的健康单株作为对照(为了预防对照植株在后期发病，从而造成对照缺失，至少选取3株健康单株)。对所选植株进行挂牌记载。病株标牌内容包括：品种名、单株编号、发病日期、发病时芝麻生育时期。对应对照单株标牌内容包括：品种名、对应病株的编号、对应病株的发病日期。根据田间自然发病情况，尽量多选，最终获得不同生育时期病株与对照的成对数据有3~9对不等。

1.3 调查指标

株高、有效蒴果数、果节数、单株产量、蒴粒数、千粒重等指标参照张秀荣等[24]制定的标准进行调查。蒴果数为单株所有蒴果总数，是有效蒴果数和无效蒴果数之和。蒴粒数、千粒重利用托普云农TPKZ-3智能考种分析系统进行测定。

在调查的6个生育时期中，现蕾期和初花期相差3 d，各项指标相差不大，下文将这两个生育期合在一起即现蕾初花期进行叙述。

1.4 数据分析

利用Excel 2016和SPSS 19.0进行t测验、方差分析和相关性分析。

2 结果与分析

2.1 不同发病时期对单株产量的影响

由表1可知，不同时期发病均会造成产量损失，病株的单株产量均低于对照。随着发病时期的推迟，单株产量损失率呈逐步减小的趋势。芝麻现

表1 不同发病时期对芝麻单株产量的影响 g

Table 1 Effcects of different disease incidence stages on individual plant yield of sesame

指标 Indicator	现蕾初花期 Budding and early flowering period	盛花初期 Early stage of blooming	盛花中期 Middle stage of blooming	盛花末期 Final stage of blooming	终花期 Terminal flowering period
病株单株产量	-	-	1.84±0.42**	6.57±0.61*	6.71±0.97*
对照单株产量	6.56±1.87	9.44±0.89	10.55±1.17	10.78±1.97	10.01±1.23
损失率/%	-	-	82.55aA	39.04bB	32.96bB

注：“**”和“*”分别表示病株与对照指标经t测验差异极显著(P<0.01)和显著(P<0.05)，大小写字母不同分别表示该行数据差异极显著(P<0.01)和显著(P<0.05)，“-”表示该数据无法获取，下同。

Note: * * and * indicate highly significant (P<0.01) and significant (P<0.05) differences in the t-test between the diseased plant and the control indicators, respectively. Different uppercase and lowercase letters indicate differences and significance (P<0.01) and significance (P<0.05) in the data of that row, and "-" indicates that the data cannot be obtained, the same below.

蕾期、初花期及盛花初期发生茎点枯病,均会绝收(减产100%)。现蕾期发病的病株没有蒴果。初花期和盛花初期发病的植株,大部分没有蒴果,仅个别植株有无效蒴果。原因是病害发生早,植株刚现蕾开花或仅有少量蒴果,随着病情的加重,植株彻底干枯,不足以形成蒴果或有效蒴果。盛花中期发病的植株可以形成有效蒴果,具有产量。盛花中期发病,病株较对照减产82.55%,病株与对照单株产量差异极显著。盛花末期和终花期发病,病株较对照分别减产39.04%和32.96%,病株与对照单株产量差异显著。

将盛花中期、盛花末期、终花期的减产率进行方差分析,发现盛花中期发病单株产量损失率与盛花末期、终花期发病单株产量损失率差异极显著。盛花末期单株产量损失率和终花期单株产量损失率差异不显著。

2.2　不同发病时期对株高的影响

由表2可知,所有病株的株高均低于对照。现蕾初花期、盛花初期和盛花中期发病,病株株高较对照分别降低44.82%、50.78%和19.91%,病株与对照差异极显著。盛花末期和终花期发病,对株高的影响减小,分别降低0.79%和0.77%,病株与对照株高差异不显著。盛花中期发病与现蕾初花期及盛花初期发病、盛花末期及终花期发病,株高的降低率之间差异达到极显著水平。

表2　不同发病时期对株高的影响　　cm

Table 2 Effects of different disease incidence stages on plant height of sesame

指标 Indicator	现蕾初花期 Budding and early flowering period	盛花初期 Early stage of blooming	盛花中期 Middle stage of blooming	盛花末期 Final stage of blooming	终花期 Terminal flowering period
病株株高	92.33±4.33**	86.25±5.18**	142.83±5.23**	176.20±0.80	171.89±2.14
对照株高	167.33±4.97	175.25±8.73	178.33±2.31	177.60±2.24	173.22±2.75
降低率/%	44.82aA	50.78aA	19.91bB	0.79cC	0.77cC

2.3　不同发病时期对芝麻产量构成因素的影响

由表3可知,病株蒴果数均少于对照。盛花中期发病,蒴果数较对照减少61.46%,差异极显著。盛花末期和终花期发病,蒴果数与对照差异不显著。从不同发病时期蒴果数减少率的角度看,盛花中期发病与盛花末期、终花期发病相比差异显著;盛花末期发病和终花期发病蒴果数减少率差异不显著。说明盛花末期植株即使不发病,蒴果数也不会增加很多。

表3　不同发病时期对芝麻产量相关性状的影响

Table 3 Effects of different disease incidence stages on yield-related traits of sesame

指标 Indicator	现蕾初花期 Budding and early flowering period	盛花初期 Early stage of blooming	盛花中期 Middle stage of blooming	盛花末期 Final stage of blooming	终花期 Terminal flowering period
病株蒴果数/个	–	–	33.33±4.34**	89.40±3.85	79.56±8.33
对照蒴果数/个	59.33±13.67	93.00±6.08	86.50±7.64	90.40±10.75	85.67±9.34
减少率/%	–	–	61.46aA	1.11bA	7.13bA
病株有效蒴果数/个	–	–	21.50±3.06**	69.00±4.59	68.33±7.94
对照有效蒴果数/个	54.67±12.38	80.25±9.30	81.83±7.18	83.40±9.61	75.67±8.68
减少率/%	–	–	73.73aA	17.27bAB	9.69bB
病株蒴粒数/粒	–	–	55.17±2.04*	64.73±2.10	66.00±0.56
对照蒴粒数/粒	63.33±0.90	67.65±2.46	67.97±3.19	67.67±3.01	71.00±2.28
减少率/%	–	–	18.83aA	4.34aA	7.04aA
病株千粒重/g	–	–	2.012±0.119*	2.145±0.076	2.106±0.057**
对照千粒重/g	2.508±0.196	2.474±0.140	2.529±0.114	2.716±0.139	2.775±0.072
降低率/%	–	–	20.45aA	21.00aA	24.11aA

病株的有效蒴果数均少于对照。随着发病时间的推迟,有效蒴果数减少率逐步减小。盛花中期发病,病株较对照有效蒴果数减少73.73%,差异达到极显著水平。盛花末期和终花期发病,有效蒴果数与对照差异不显著。从不同发病时期有效蒴果数减少率的角度看,盛花中期发病与终花期发病相比,差异极显著。

盛花末期发病,蒴果数减少率和有效蒴果数减少率差别大;终花期发病,蒴果数减少率和有效蒴果数减少率差别小。说明盛花末期是蒴果发育灌浆的关键时期,此时发病最上面的蒴果不能发育成有效蒴果,致使有效蒴果数减少。而终花期发病,最上面的蒴果能够成长为有效蒴果,病株的蒴果数减少率和有效蒴果数减少率差别不大。

病株蒴粒数较对照均降低。盛花中期发病,蒴粒数与对照差异显著,盛花末期和终花期发病,蒴粒数与对照差异不显著。不同发病时期之间蒴粒数的减少率差异不显著。这与选用的抗落粒材料有关,早期发病干枯也不会造成落粒,因此差异不大。

各个时期发病均能够造成千粒重下降。病株千粒重较对照降低20.45%~24.11%。盛花中期发病病株千粒重与对照差异显著,终花期发病病株千粒重与对照差异极显著。不同发病时期间病株千粒重降低率差异不显著。

2.4 不同发病时期对果节数的影响

由表4可知,所有病株果节数较对照均降低。盛花中期和盛花末期发病,果节数与对照差异极显著。终花期发病,病株果节数与对照差异不显著。随着发病时期的推迟,果节数降低率呈逐步下降的趋势,盛花中期发病与终花期发病果节数降低率差异极显著。

表4 不同发病时期对果节数的影响

Table 4 The impact of different disease incidence stages on capsule number of sesame

指标 Indicator	现蕾初花期 Budding and early flowering period	盛花初期 Early stage of blooming	盛花中期 Middle stage of blooming	盛花末期 Final stage of blooming	终花期 Terminal flowering period
病株果节数/个	–	–	11.67±1.14**	20.40±1.21**	19.89±1.30
对照果节数/个	24.00±1.85	25.00±2.42	22.17±1.40	25.20±1.36	23.22±1.27
降低率/%	–	–	47.37aA	19.05bAB	14.35bB

2.5 影响产量损失的关键因素分析

将产量损失率与发病时期、所有时期各个性状降低率进行相关性分析可知(表5),产量损失率与蒴果数减少率、有效蒴果数减少率高度相关,与发病时期、株高降低率、果节数减少率、蒴粒数减少率中度相关,与千粒重降低率相关程度极弱。

盛花中期发病,产量损失率与株高降低率高度相关,在盛花末期和终花期发病,二者的相关性逐步减弱。主要是由于盛花末期株高已经接近定型,此时发病,病株产量几乎不再增加,而对照产量增加,但株高增加很少,和病株株高基本一致(病株176.2 cm,对照177.6 cm),二者产量差异变大,此时株高差异基本保持不变,而势必会造成株高降低率和产量损失率不再具有相同的趋势,线性关系减弱,相关性减弱。

随着发病时期的推迟,虽然蒴果数减少率、有效蒴果数减少率、果节数减少率与单株产量损失率的相关系数呈减小趋势,但在各个时期与病株产量损失率相关系数均在0.7以上,为高度相关或中度相关,说明蒴果数、有效蒴果数、果节数减少是病株产量损失的关键因素。

随着发病时期的推迟,病株蒴粒数减少率、千粒重降低率与病株产量损失率的相关系数同样逐步减小,其中千粒重降低率和单株产量损失率相关系数降幅较大。可能的原因是,在盛花中期发病并提前死亡的植株单株产量1.84 g,有效蒴果数21.50个,蒴粒数55.17粒,千粒重2.012 g;在终花期发病的植株单株产量6.71 g,有效蒴果数68.33个,蒴粒数66.00粒,千粒重2.106 g。终花期发病与盛花中期发病相比,单株产量增加了2.65倍,有效蒴果数增加了2.18倍,蒴粒数增加了0.20倍,千粒重增加了0.05倍。盛花中期和终花期相比,病株千粒重增加很少,而有效蒴果数增长了2倍多,致使其有效蒴果数在产量构成中的比重变大,成为单株产量增长的主要因素,决定了产量增减的趋势。由于无论哪个生育时期发病,对照均为自然成熟的健康单株,在不考虑地力等外界因素的情况下,理论上不同生育时期对照的各个

性状指标为常数。不同发病时期病株性状指标的变化能够直接反映性状降低率的变化。盛花中期发病和终花期发病相比,病株的有效蒴果数变化大,千粒重变化小,造成了千粒重降低率和产量损失率变化趋势不一致,线性关系减弱,相关性降低。

综上所述,除蒴果数、有效蒴果数、果节数等主要因素外,株高、千粒重等因素引起产量损失的作用大小在不同发病时期存在着差异。

表5　不同发病时期单株产量损失率与各性状指标降低率的相关性分析

Table 5 Correlation analysis of yield loss rate and decrease rate of traits with different disease incidence time

指标 Indicator	发病时期 Disease incidence time	株高降低率 Plant height decrease rate	蒴果数减少率 Capsules number decrease rate	有效蒴果数减少率 Effective capsule number decrease rate	果节数减少率 Capsule nodes number decrease rate	蒴粒数减少率 Number of seeds per capsule decrease rate	千粒重降低率 Thousand seed weight decrease rate
产量损失率	0.506	0.544	0.828	0.822	0.761	0.551	0.098
盛花中期产量损失率	-	0.852	0.968	0.868	0.939	0.315	0.703
盛花末期产量损失率	-	0.539	0.760	0.847	0.804	0.278	0.292
终花期产量损失率	-	0.057	0.756	0.737	0.704	N	0.126

注:“N”表示数据缺失。

Note: N represents missing data.

3　讨论与结论

通过研究芝麻茎点枯病不同发病时期对单株产量及相关性状的影响,明确了造成单株减产的关键因素。在发病时期对产量影响的研究中发现,发病时期的准确界定还受品种、栽培条件和种植地区的影响。郑磊等[22]选用的4级病株绝大部分为盛花中期标记的材料,较对照减产67.49%。本研究盛花中期发病减产82.55%。之所以出现这种情况,应该有两个原因:一是所用品种不同,品种对茎点枯病的抗性不同,会造成病程长短差异,进而影响产量;更主要的原因为,前者为春播,花期长达45 d,盛花中期选株时已经开花30 d,而本研究为夏播,花期为35 d,选株时开花只有19 d。虽然选株距终花期都是15 d,但在总的开花期内本研究的“盛花中期”要靠前一点,产量损失就大一些。因此,有必要进一步研究多品种多地区芝麻茎点枯病的成灾特点,为芝麻茎点枯病的科学防控提供指导。

在考察病害对群体产量的影响时,群体中势必有多个发病时期、不同发病级别的植株,产量损失是各个单株产量损失的总和及外在表现,一般采用病情指数来考察对群体产量的影响。如果群体中植株发病早(如盛花初期前,产量损失率100%)并且占比大,可能造成严重减产,甚至出现绝收,因此建议在芝麻盛花初期及早开展茎点枯病的预防工作。

参考文献:

[1] 许志刚,胡白石.普通植物病理学(第5版)[M].北京:高等教育出版社,2021:349-350.
XU Z G, HU B S. General plant pathology(5th Ed.)[M]. Beijing: Higher Education Press, 2021: 349-350. (in Chinese)

[2] 李大伟,陈志申,刘庆元,等.小麦赤霉病对产量的损失测定[J].河南农业大学学报,1986,20(3):360-362.
LI D W, CHEN Z S, LIU Q Y, et al. Determination of yield loss due towheat scab[J]. Acta Agriculture Universitatis Henanensis, 1986, 20(3): 360-362. (in Chinese)

[3] 张文军,井金学,商鸿生.小麦赤霉病的产量质量损失简易估计方法研究[J].西北农业大学学报,1998,26(6):20-23.
ZHANG W J, JING J X, SHANG H S. Study on a simple method of loss assessment caused by *Fusarium* head blight[J]. Acta Univ Agriculture Boreali-occidentalis, 1998, 26(6): 20-23. (in Chinese)

[4] 黄春艳,朱传楹,张增敏,等.小麦赤霉病流行趋势预测及产量损失研究[J].植保技术与推广,1999,19(2):8-9.
HUANG C Y, ZHU C Y, ZHANG Z M, et al. Study on forecasting for epidemical tendency and yield loss of wheat scab[J]. Plant Protection Technology and Extension, 1999, 19(2): 8-9. (in Chinese)

[5] 吕国强,李金榜,彭红,等.小麦条锈病对产量的影响及为害损失率[J].中国植保导刊,2022,42(10):62-66.
LYU G Q, LI J B, PENG H, et al. Effect of wheat stripe rust on yield and damage loss rate[J]. China Plant Protection, 2022, 42 (10): 62-66. (in Chinese)

[6] 冯贺奎,彭红,黄冲.小麦赤霉病产量损失率测定及发生程度分级标准优化[J].中国植保导刊,2021,41(1):57-59,88.
FENG H K, PENG H, HUANG C. Determination of yield loss rate of wheat scab and optimization of classification criteria of occurrence degree[J]. China Plant Protection, 2021, 41(1): 57-59, 88. (in Chinese)

[7] 彭洪江,唐地元.水稻纹枯病产量损失及经济阈值的探讨[J].植物保护,1985,11(2):34-36.
PENG H J, TANG D Y. Study on yield loss and economic threshold of rice sheath blight[J]. Plant Protection, 1985, 11(2): 34-36. (in Chinese)

[8] 吴艳,周昊宸,杨新,等.南方水稻黑条矮缩病侵染生长中后期水稻的症状及产量损失[J].中国植保导刊,2025,45(1):9-14,55.
WU Y, ZHOU H C, YANG X, et al. Symptoms and yield loss caused by southern rice black-streaked dwarf virus at middle and late growth stages of rice[J]. China Plant Protection, 2025,45 (1): 9-14,55. (in Chinese)

[9] 梁继农,陈厚德,朱华,等.玉米纹枯病产量损失测定和发生规律[J].植物保护学报,1997,24(2):101-106.
LIANG J N, CHEN H D, ZHU H, et al. Yield loss caused by corn sheath blight and its outbreak regularity[J]. Acta Phytophylacica Sinca, 1997, 24(2): 101-106. (in Chinese)

[10] 王林海,黎冬华,张艳欣,等.我国芝麻主产区茎点枯病病原菌生物学特性分析[J].华北农学报,2011,26(4):232-238.
WANG L H, LI D H, ZHANG Y X, et al. Biological characteristics of the pathogen causing sesame charcoal rot from the main sesame production areas in China[J]. Acta Agricultrae Boreali-Sinica, 2011, 26(4): 232-238. (in Chinese)

[11] 陈新刚.芝麻茎点枯病的发生和防治[J].病虫测报,1992,12(3):32-33.
CHEN X G. Occurrence and control of stem spot blight of sesame[J]. Plant Pest Forecasts, 1992, 12(3): 32-33. (in Chinese)

[12] 李丽丽.世界芝麻病害研究进展[J].中国油料,1993(2):77-79.
LI L L. Progress of sesame diseases in the world[J]. China Oil, 1993(2): 77-79. (in Chinese)

[13] WANG L H, ZHANG Y X, ZHU X D, et al. Development of an SSR-based genetic map in sesame and identification of quantitative trait loci associated with charcoal rot resistance[J]. Scientific Reports, 2017, 7: 8349.

[14] YAN W Q, HU P L, NI Y X, et al. Genome-wide characterization of the wall-associated kinase-like(WAKL) family in sesame (*Sesamum indicum*) identifies a SiWAKL6 gene involved in resistance to *Macrophomina phaseolina*[J]. BMC Plant Biology, 2023, 23: 624.

[15] YAN W Q, NI Y X, ZHAO H, et al. Comprehensive analysis of sesame LRR-RLKs: structure, evolution and dynamic expression profiles under Macrophomina phaseolina stress[J]. Frontiers in Plant Science, 2024, 15: 1334189.

[16] NAJAR M A,GANGOPHADHAY G. Identification and validation of defense related candidate genes in *Sesamum* under artificial inoculation of *Macrophomina phaseolina*[J]. Nucleus, 2024, 67: 497-516

[17] 汤石文,李玲.芝麻茎点枯病调查研究报告[J].湖北农业科学,1964(3):16-22
TANG S W, LI L. Investigation report on sesame stem spot blight[J]. Hubei Agricultural Sciences, 1964(3): 16-22. (in Chinese)

[18] 于孝如,赵中宁,刘丽梅.芝麻茎点枯病危害情况的初步调查[J].陕西农业科学,1989(5):26.
YU X R, ZHAO Z N, LIU L M. Preliminary investigation on damage of sesame stem spot blight[J]. Shaanxi Agricultural Sciences, 1989(5): 26. (in Chinese)

[19] 杨修身,杨永东,薛香云,等.芝麻叶斑病、茎点枯病的发生对产量的影响[J].河南农业科学,1990(6):15-17.
YANG X S, YANG Y D, XUE X Y, et al. Effect of leaf spot and stem spot blight on sesame yield[J]. Henan Agricultural Sciences, 1990(6): 15-17. (in Chinese)

[20] 王晓宇,冯伟,王永华,等.小麦白粉病严重度与植株生理性状及产量损失的关系[J].麦类作物学报,2012,32(6):1192-1198.
WANG X Y, FENG W, WANG Y H, et al. Relationship of physiological indexes and yield loss to severity level of wheat powdery mildew[J]. Journal of Triticeae Crops, 2012, 32(6): 1192-1198. (in Chinese)

[21] 吴淑华,姜兴印,聂乐兴,等.高产夏玉米褐斑病产量损失模型及损失机理[J].应用生态学报,2011,22(3):720-726.
WU S H, JIANG X Y, NIE L X, et al. Yield loss model and yield loss mechanism of high-yielding summer maize infected by *Physoderma maydis*[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2011, 22(3): 720-726. (in Chinese)

[22] 郑磊,张仙美,刘美茹,等.芝麻茎点枯病不同病级对单株产量及性状的影响[J].浙江农业科学,2024,66(3):604-608.
ZHENG L, ZHANG X M, LIU M R, et al. Effects of different grades of sesame stem rot on individual plant yield and traits[J]. Journal of Zhejiang Agricultural Sciences, 2024, 66(3): 604-608. (in Chinese)

[23] 郑磊,姚小丹,张仙美,等.抗落粒芝麻新品种选育进展与启示[J].江苏农业科学,2022,50(1):20-27.
ZHENG L, YAO X D, ZHANG X M, et al. Breeding progress and enlightenment of new sesame cultivars with resistance to shattering[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2022, 50(1): 20-27. (in Chinese)

[24] 张秀荣,冯祥运.芝麻种质资源描述规范和数据标准[M].北京:中国农业出版社,2006:48-72.
ZHANG X R, FENG X Y. Description and data standard of sesame germplasm resources[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2006: 48-72. (in Chinese)

(责任编辑:姜晓莉)