

低温胁迫下 30%噻虫嗪悬浮种衣剂对春小麦 幼苗生长及生理的影响

张海英¹, 吕和平², 李建军¹, 郭致杰¹

(1. 甘肃省农业科学院植物保护研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省农业科学院马铃薯研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 为了明确低温条件下 30%噻虫嗪悬浮种衣剂不同剂量对春小麦生长的安全性及对生理生化指标的影响, 以其不同剂量包衣的春小麦为研究对象, 测定了低温胁迫下春小麦株高、根长、地上鲜重、地下鲜重及叶片中叶绿素、可溶性糖、丙二醛含量的变化。结果表明, 100 kg 春小麦种子用 30%噻虫嗪悬浮种衣剂 50 g 包衣, 在昼夜温度为 20 ℃/10 ℃、15 ℃/5 ℃条件下, 能增加春小麦的株高和地上鲜重。但当胁迫温度降低、包衣剂用量增加时, 春小麦的生长、叶绿素含量及可溶性糖的生成受到抑制, 丙二醛的含量增加, 且随着温度越低包衣浓度越大, 抑制作用越明显, 春小麦受到的伤害也越严重。用新烟碱类噻虫嗪悬浮种衣剂包衣后, 在春季播种时, 以推荐剂量的低剂量包衣种子为宜。

关键词: 低温胁迫; 30%噻虫嗪悬浮种衣剂; 春小麦; 生长发育; 生理特性

中图分类号: S512.1; S351.1 **文献标志码:** B **文章编号:** 1001-1463(2019)05-0010-08

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2019.05.004](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2019.05.004)

Effects of 30% Thiamethoxam Seed-coating Suspension Agent on Growth and Physiology of Spring Wheat Seedling under Chilling Stress

ZHANG Haiying¹, LÜ Heping², LI Jianjun¹, GUO Zhijie¹

(1. Institute of Plant Protection, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Institute of Potato, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: In order to indicate the safety of 30% thiamethoxazine seed-coating suspension agent with different doses to spring wheat and the effect of photosynthetic and biochemical indexes of spring wheat seedling under chilling stress. Spring wheat coated with different concentrations as study objects, the changes of plant height, root length, upper fresh weight, root fresh weight, and the contents of chlorophyll, soluble sugar and malondialdehyde in leaves of spring wheat under chilling stress were measured. The results showed that the plant height and upper fresh weight of spring wheat could be increased by coating 100 kg seeds with 30% thiamethoxazine seed-coating suspension agent 50 g at 20 ℃/10 ℃ and 15 ℃/5 ℃. However, when the stress temperatures decreased and the doses of thiamethoxam seed-coating increased, the growth of wheat, the content of chlorophyll and soluble sugar in wheat leaves were inhibited, and the content of MDA in wheat leaves increased, and the lower temperatures and the greater coating concentrations, the more obvious the inhibition, and the more serious the injury to spring wheat. Therefore, spring wheat coated with 30% thiamethoxazine seed-coating

收稿日期: 2019-03-12

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项经费项目(201503125-06); 甘肃省农业科学院科研条件建设及成果转化项目(2017GAAS24); 甘肃省农业科学院农业科技创新专项(2012GAAS07-1)资助。

作者简介: 张海英(1978—), 女, 甘肃榆中人, 副研究员, 研究方向为农作物病虫害综合防治及新农药开发。Email: haiwazhang@gsagr.ac.cn。

通信作者: 吕和平(1965—), 男, 山东莱西人, 研究员, 研究方向为农作物病虫害综合防治及新农药开发。Email: 1950838470@qq.com。

suspension agent should be coated at low recommended dosage when sowing in spring.

Key words: Chilling stress; 30% thiamethoxazine seed-coating suspension agent; Spring wheat; Growth and development; Physiological characteristics

噻虫嗪(thiamethoxam)是一种具有优异活性的二代新烟碱类杀虫剂,不仅具有触杀、内吸、胃毒、拒食和驱避作用,而且对刺吸式口器昆虫如蚜虫、叶蝉和飞虱类等害虫具有非常好的防治效果^[1-4]。该药剂不仅适用于作物的茎叶和土壤处理,而且尤以种子处理防效最佳^[5]。有研究报道,该药剂拌种及包衣对春小麦蚜虫具有很好的防治效果,且对春小麦生长安全^[6-9]。

近几年春小麦春季低温冻害大面积发生^[10-12],特别是在北方寒温带地区,如黑龙江、吉林、内蒙古、辽宁、新疆、甘肃、青海等省区,春季受延迟性低温影响,按传统季节播种,作物使用种衣剂极易受到药害^[13]。为了明确低温条件下噻虫嗪悬浮种衣剂对春小麦出苗及生长的安全性,我们以30%噻虫嗪悬浮种衣剂不同剂量包衣的春小麦为研究对象,通过测定低温胁迫下春小麦株高、根长、地上鲜重、地下鲜重及叶片中叶绿素、可溶性糖、丙二醛的含量,以明确春小麦在低温胁迫下噻虫嗪不同浓度处理后的生长发育及生理生化指标的变化特征,分析低温条件下30%噻虫嗪悬浮种衣剂对春小麦生长的安全浓度范围,为该药剂在春小麦春季播种时的安全使用提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

指示春小麦品种为陇春26号,由甘肃省农业科学院小麦研究所选育并提供。供试药剂为30%噻虫嗪悬浮种衣剂,由吉林省八达农药有限公司生产并提供。

1.2 试验方法

1.2.1 种子包衣 选择大粒饱满的春小麦种子,将小粒、秕粒、病粒、碎粒挑出,每100 kg种子用35%噻虫嗪悬浮种衣剂分别以

剂量50、100、150 g包衣,将包好的春小麦种子在自然条件下风干后,按不同处理播种于塑质花盆内,每处理设6次重复,每重复50粒,设无药剂空白为对照。

1.2.2 生长指标测定 将已播种花盆置于人工培养箱,在25℃/20℃(昼/夜)下培养60 h(种子萌动)后分别置于人工气候箱(昼/夜)20℃/10℃,15℃/5℃,10℃/0℃内生长,15 d后测定不同处理下春小麦幼苗的株高、根长、地上鲜重、地下鲜重,每处理随机测量样苗60株,计算平均值。

1.2.3 叶绿素、可溶性糖及丙二醛含量测定

将播种好的春小麦置于人工培养箱25℃/20℃(昼/夜)培养60 h(种子萌动)后,分别置于人工气候箱(昼/夜)20℃/10℃,15℃/5℃,10℃/0℃下生长,15 d后测定叶绿素、可溶性糖及丙二醛含量。叶绿素含量测定采用丙酮直接浸取法,可溶性糖含量的测定采用蒽酮比色法,丙二醛含量采用0.6%硫代巴比妥酸显色法。

1.3 数据整理与计算

将调查数据资料导入计算机,利用Excel 2003进行整理,用DPS3.01数据统计软件进行方差分析,采用邓肯氏新复极差(DMRT)法进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 对春小麦幼苗生长发育的影响

由表1可以看出,30%噻虫嗪悬浮种衣剂包衣,不同处理间春小麦的株高、根长、地上鲜重和地下鲜重随着包衣剂用量的增大逐渐降低。在相同剂量处理下,各生长指标则随着胁迫温度的不断降低而降低,在昼/夜温度20℃/10℃和15℃/5℃条件下,50 g/100 kg种子能增加春小麦的株高和地上鲜重,与空白对照间存在显著差异;但在

表1 低温胁迫下噻虫嗪不同剂量对春小麦幼苗生长发育的影响

剂量 ^① /g	温度 /(℃/℃)	株高 /cm	根长 /cm	地上鲜重 /g	地下鲜重 /g
50	20/10	22.03±1.9 a	16.82±1.29 ab	0.199±0.05 a	0.161±0.04 a
	15/5	21.85±2.20 a	11.60±1.28 b	0.154±0.03 a	0.110±0.02 a
	10/0	17.92±1.61 ab	6.93±1.04 b	0.138±0.02 ab	0.074±0.02 a
100	20/10	21.06±1.64 a	16.17±0.90 bc	0.191±0.01 a	0.151±0.04 a
	15/5	20.67±1.11 b	10.62±0.90 c	0.144±0.03 ab	0.105±0.02 a
	10/0	17.17±1.26 b	6.03±1.15 c	0.129±0.01 bc	0.054±0.02 b
150	20/10	19.73±1.01 b	15.74±1.28 c	0.180±0.02 b	0.150±0.03 a
	15/5	18.19±1.26 c	10.42±0.94 c	0.130±0.02 b	0.100±0.02 a
	10/0	17.03±0.82 b	5.35±0.55 d	0.126±0.01 c	0.053±0.01 b
0(CK)	20/10	20.15±1.73 b	17.13±0.96 a	0.181±0.03 b	0.161±0.03 a
	15/5	18.95±2.46 c	12.9±0.89 a	0.134±0.03 b	0.106±0.02 a
	10/0	18.07±1.68 a	7.95±1.03 a	0.140±0.02 a	0.074±0.01 a

①为每100 kg种子的用量。

10℃/0℃的温度条件下,尤其包衣剂量为100 g/100 kg种子和150 g/100 kg种子的处理明显抑制了春小麦的株高、根长、地上鲜重和地下鲜重,与空白对照间存在显著差异。可见,低温胁迫会促使高浓度剂量的噻虫嗪对春小麦的生长发育产生抑制作用。

2.2 低温胁迫下不同剂量30%噻虫嗪悬浮种衣剂对春小麦叶绿素含量的影响

由图1可以看出,用30%噻虫嗪悬浮种衣剂对春小麦种子包衣后,在昼/夜温度为20℃/10℃条件下,50 g/100 kg种子和100 g/100 kg种子2个处理能增加春小麦叶绿素的含量,而高剂量(150 g/100 kg)种子的处理明显抑制了春小麦叶绿素含量的增加,与空白对照间存在极显著差异。随着胁迫温度的降低,叶绿素含量也随之下降低,不同剂量包衣处理的春小麦叶绿素含量明显低于空白对照,而且随着包衣剂用量的不断增大,叶绿素含量也逐渐降低。高剂量(150 g/100 kg)种子处理的抑制作用最明显,与空白对照间存在极显著差异。说明在20℃/10℃条件下,用30%噻虫嗪悬浮种衣剂包衣春小麦的剂量在(50~100 g)/100 kg种子时能促进叶绿素含量的增加,而高剂量则会影响叶绿素的生成。低温胁迫后,不仅能影响到春小麦叶绿素含量的增加,而且低温还能促使高剂量的噻虫

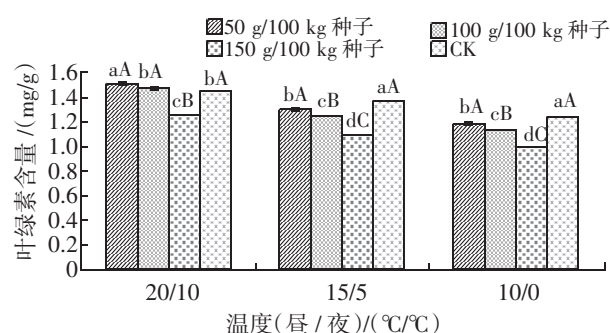


图1 低温胁迫下噻虫嗪悬浮种衣剂对春小麦叶绿素含量的影响

嗪对春小麦叶绿素的合成产生抑制作用。

2.3 对春小麦可溶性糖含量的影响

由图2可以看出,30%噻虫嗪悬浮种衣剂包衣春小麦后,随着胁迫温度的逐渐降低相同剂量处理的可溶性糖含量增加,说明在低温胁迫下春小麦可以通过增加体内的可溶性糖含量来维持渗透平衡,达到一定的耐寒性。但在相同温度条件下,随着剂量的增加而

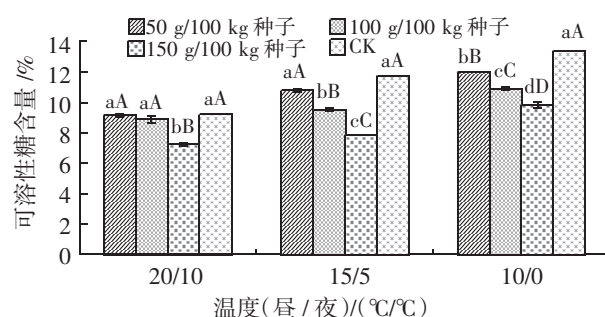


图2 30%噻虫嗪悬浮种衣剂对春小麦可溶性糖含量的影响

降低,且在胁迫温度为15℃/5℃和10℃/0℃时,100 g/100 kg种子和150 g/100 kg种子2个处理明显抑制了春小麦可溶性糖含量的增加,与空白对照间存在极显著差异。这可能是由于低温胁迫促进了高剂量浓度噻虫嗪对春小麦自身代谢的干扰,进而抑制了可溶性糖量的积累。

2.4 对春小麦幼苗丙二醛含量的影响

由图3可以看出,30%噻虫嗪悬浮种衣剂包衣春小麦后,在相同温度条件下,不同剂量对春小麦丙二醛含量的影响随着包衣剂用量的增加而不断增大,与空白对照间存在极显著差异。当胁迫温度降低时,丙二醛含量也不断增加,尤其温度越低增加越明显,并且以100 g/100 kg种子和150 g/100 kg种子处理的春小麦丙二醛含量增加显著,与空白对照间存在极显著差异。由此说明,用30%噻虫嗪悬浮种衣剂包衣时,高剂量不仅对春小麦能产生一定的伤害,而且在低温胁迫条件下,噻虫嗪高剂量包衣春小麦种子还能促进春小麦丙二醛含量的进一步增加,从而产生更重的伤害。

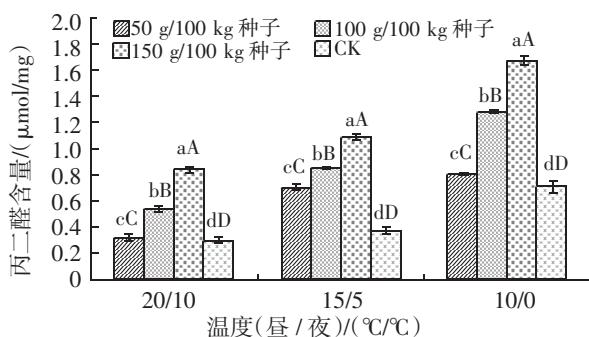


图3 噻虫嗪不同温度条件下对春小麦丙二醛含量的影响

3 结论与讨论

种衣剂的应用在农作物轻简化生产和病虫害防治方面发挥了重要作用,但不同的种衣剂药剂成分和含量对作物的生长发育影响也不尽相同。许海涛等^[14]研究表明,20%福·克悬浮种衣剂可显著促进玉米地上部生长,使玉米根系发达,根条数增

加,植株的抗倒能力增强。李纪白等^[15]的研究也表明,经20%克百威·福美双种衣剂和27%克百威·吡虫啉·福美双种衣剂处理后,玉米苗期的株高、根长、鲜重、叶面积均有不同程度的增加,但干重变化不大。本研究发现,30%噻虫嗪悬浮种衣剂包衣春小麦,低剂量能增加春小麦的株高和地上鲜重,但当包衣剂量增加时会抑制春小麦的生长发育且株高、根长、地上鲜重和地下鲜重随着包衣剂量的增大逐渐降低,这与王汉芳等^[16]报道的烯唑醇种衣剂包衣春小麦用药剂量越大,与对照相比苗高相差越多,以及田体伟等^[17]报道的高浓度戊唑醇包衣春小麦后对根的影响比较大,根的长度、数量、干重和鲜重都会降低的结论基本一致。郑铁军^[18]应用5%烯唑醇微粉种衣剂包衣玉米,发现萌动期遇到低温对玉米幼苗生长影响较大,幼苗发育迟缓,株高平均降低3.5 cm,百株鲜重降低47.5 g,百株干重降低6.25 g。本研究也发现,低温胁迫会促使高浓度剂量噻虫嗪对春小麦的生长发育产生抑制作用,并且温度越低抑制越明显,说明低温胁迫会影响种衣剂对作物的生长发育。因此,种子包衣或许对作物有益,或许对作物有害,这还与种衣剂中不同的药剂成分及用量有关。低温也是影响种衣剂对作物产生抑制作用的因素之一,要想使种衣剂在农业生产中发挥作用,用药成分、用量及温度都要考虑周全。

叶绿素是反映植物叶片光合作用能力强弱的重要生理指标,其含量的多少直接影响植物的光合作用速率^[19]。本研究表明,使用30%噻虫嗪悬浮种衣剂包衣春小麦,随着胁迫温度的不断降低,春小麦叶绿素的含量也逐渐下降,这与张静等^[20]的低温胁迫使番茄幼苗叶片内叶绿素含量持续下降和曲弢琪等^[21]低温胁迫对叶绿素质量分数影响显著,随温度的降低及胁迫时间的延长其叶绿素质量分数显著降低的结论基本一致。魏晨

等^[22]研究发现, 70%吡虫啉水分散粒剂种衣剂用量高于 5 g/kg 时会使玉米叶绿素含量显著下降, 叶部出现药害。李纪白等^[15]的研究也表明, 不同种衣剂包衣玉米, 叶绿素含量的降幅与药剂浓度呈正相关。本研究发现, 噻虫嗪种衣剂包衣春小麦后, 随着包衣剂用量的增加, 叶绿素含量也逐渐下降, 胁迫温度不断降低时叶绿素含量下降更明显, 说明低温胁迫和高浓度农药胁迫同时作用时, 会加剧抑制春小麦叶绿素的生成。

植物细胞的渗透调节作用是植物适应环境、增强抗逆性的基础, 可溶性糖是很多植物主要的渗透调节剂。植物为了适应逆境条件, 也会主动积累一些可溶性糖, 来降低渗透势和冰点, 以此适应外界环境条件的变化^[23]。姜丽娜等^[24]研究表明, 春小麦孕穗期低温胁迫后叶片中的可溶性糖含量明显高于对照; 朱政等^[25]研究表明, 低温胁迫可以使茶叶中可溶性糖含量增加; 赵明明等^[26]的研究也表明冬青叶片中可溶性糖含量均随着处理温度的降低而增加; 姚远等^[27]的研究也发现, 低温胁迫后木薯幼苗叶片可溶性总糖的含量升高了, 且可溶性糖的含量与品种的耐寒性呈正相关关系。本研究表明, 用 30%噻虫嗪悬浮种衣剂包衣春小麦, 当胁迫温度不断降低时, 同一剂量处理的春小麦可溶性糖含量逐渐增加, 这与前人的相关研究基本一致。但本研究还发现, 当胁迫温度为 15 ℃/5 ℃和 10 ℃/0 ℃、30%噻虫嗪悬浮种衣剂包衣剂量为中高剂量时, 春小麦可溶性糖的含量反而逐渐降低, 与空白对照间存在极显著差异, 这与余月书等^[28]的苯醚甲环唑 800 mg/kg 高浓度能显著抑制萱草可溶性糖含量的结果相似, 也许是由于高剂量的农药对春小麦自身代谢产生了干扰, 使可溶性糖含量降低, 同时低温胁迫的作用又进而加剧抑制了可溶性糖含量的积累。

植物在逆境条件下会产生大量的活性

氧, 活性氧很容易使植物细胞内膜发生过氧化作用或脱脂作用, 而丙二醛则是细胞内膜脂过氧化或脱脂的产物, 会严重地损伤细胞的生物膜^[29], 因此, 其含量多少可以反映生物膜的危害程度, 植物组织中丙二醛含量越多说明由于逆境胁迫下生物膜上的脂质过氧化越严重, 受到的伤害也越严重^[30]。研究表明, 低温胁迫会使春小麦、玉米、烤烟、番茄、油棕等植物的丙二醛含量增加, 加剧植株膜脂过氧化作用, 使植株受到一定的伤害^[20, 24, 31-37]。本研究表明, 用 30%噻虫嗪悬浮种衣剂春小麦包衣后, 当胁迫温度降低、包衣剂用量增加时, 丙二醛含量也不断增加, 尤其温度越低、包衣剂量越高时增加越明显, 说明低温胁迫和高剂量农药胁迫会同时加剧对春小麦的伤害, 因此, 春季低温条件播种春小麦时, 应用新烟碱类 30%噻虫嗪悬浮种衣剂进行种子包衣, 以推荐剂量的低剂量为宜。

参考文献:

- [1] 吴绪金, 李 萌, 张军锋, 等. 春小麦和土壤中噻虫嗪残留及消解动态分析[J]. 麦类作物学报, 2014, 34(7): 1010-1017.
- [2] 张梅凤, 范金勇, 张宏伟, 等. 新烟碱类杀虫剂的研究进展[J]. 世界农药, 2009, 31(1): 22-25.
- [3] 陶贤鉴, 黄超群, 罗亮明. 新一代烟碱类杀虫剂——噻虫嗪的合成研究[J]. 现代农药, 2006, 5(1): 11-13.
- [4] 李明立, 宋姝娥, 嵇 俭, 等. 噻虫嗪在番茄上的残留消解动态[J]. 农药, 2007, 46(7): 477-478.
- [5] 王彦华, 王鸣华. 害虫对噻虫嗪抗药性及其治理[J]. 世界农药, 2008, 30(4): 42-45.
- [6] 朱桂明, 顾雪梅, 宋 燕. 35%噻虫嗪悬浮种衣剂防治春小麦蚜虫田间药效试验简报[J]. 上海农业科技, 2016(4): 121-122.
- [7] 赵 飞, 张 苗, 李 霞, 等. 不同浓度噻虫嗪种子处理悬浮剂防治春小麦蚜虫效果研究[J]. 种子科技, 2016(11): 116-117.
- [8] 国淑梅, 牛贞福, 张 凯, 等. 45%烯肟·苯醚·噻虫嗪悬浮种衣剂对冬春小麦主要病虫

- 害田间防效研究[J]. 东北农业科学, 2016, 41(6): 82-85.
- [9] 刘爱芝, 韩松, 梁九进. 新烟碱类杀虫剂拌种防治麦蚜效果及安全性研究[J]. 河南农业科学, 2012, 41(12): 94-97; 145.
- [10] 吴长城, 吴德科. 春性春小麦品种春季低温冻害的发生及防治[J]. 农业科技通讯, 2007(3): 24-25.
- [11] 章丽娜. 早春要严防春小麦倒春寒[J]. 基层农技推广, 2016(8): 79-80.
- [12] 陈襄礼, 李林峰, 王重锋, 等. 春小麦倒春寒发生特点及防御措施初探[J]. 河南农业科学, 2014, 43(2): 35-37; 42.
- [13] 王险峰, 刘延, 谢丽华. 种衣剂药害原因分析[J]. 现代化农业, 2016(11): 8-10.
- [14] 许海涛, 孟丽, 杨正生. 种衣剂对玉米种子活力及生长发育的影响[J]. 农学学报, 2013(5): 12-14.
- [15] 李纪白, 王翠玲, 董普辉, 等. 不同种衣剂浓度对玉米萌发及生理的影响[J]. 广东农业科学, 2014(17): 4-8.
- [16] 王汉芳, 季书勤, 李向东, 等. 烯唑醇种衣剂对春小麦出苗和幼苗生长发育安全性的影响[J]. 西北农业学报, 2011, 20(10): 38-42.
- [17] 田体伟, 张梦晗, 赵丽鑫, 等. 戊唑醇种衣剂对春小麦种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 种子, 2014, 33(12): 66-69.
- [18] 郑铁军. 低温胁迫对烯唑醇包衣玉米种子萌发和幼苗生长的影响初探[J]. 中国农学通报, 2006, 22(2): 182-184.
- [19] 冯绪猛, 罗时石, 胡建伟, 等. 农药对水稻叶片丙二醛及叶绿素含量的影响[J]. 核农学报, 2003, 17(6): 481-484.
- [20] 张静, 朱为民. 低温胁迫对番茄幼苗叶绿素和丙二醛的影响[J]. 上海农业学报, 2012, 28(3): 74-77.
- [21] 曲昭琪, 满秀玲, 段亮亮. 低温胁迫对约书亚树幼苗叶片生理生化指标的影响[J]. 东北林业大学学报, 2013, 41(2): 1-5.
- [22] 魏晨, 谢宏, 赵新华, 等. 玉米种衣剂吡虫啉安全用量的研究[J]. 种子, 2013, 32(6): 67-69.
- [23] 陈超. 低温条件下冬春小麦糖代谢和抗氧化活性与耐寒性关系[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2014.
- [24] 姜丽娜, 马建辉, 樊婷婷, 等. 孕穗期低温对春小麦生理抗寒性的影响[J]. 麦类作物学报, 2014, 34(10): 1373-1382.
- [25] 朱政, 蒋家月, 江昌俊, 等. 低温胁迫对茶树叶片SOD、可溶性蛋白和可溶性糖含量的影响[J]. 安徽农业大学学报, 2011, 38(1): 24-26.
- [26] 赵明明, 周余华, 彭方仁, 等. 低温胁迫下冬青叶片细胞内Ca²⁺水平及可溶性糖含量的变化[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2013, 37(5): 1-4.
- [27] 姚远, 闵义, 胡新文, 等. 低温胁迫对木薯幼苗叶片转化酶及可溶性糖含量的影响[J]. 热带作物学报, 2010, 31(4): 556-560.
- [28] 余月书, 张志国, 白露, 等. 几种农药对大花萱草金娃娃光合速率、叶绿素及可溶性糖含量的影响[J]. 上海农业学报, 2017, 33(1): 84-87.
- [29] 张宪政. 作物生理研究法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1992.
- [30] 林艳, 郭伟珍, 徐振华, 等. 大叶女贞抗寒性及冬季叶片丙二醛和可溶性糖含量的变化[J]. 中国农学通报, 2012, 28(25): 68-72.
- [31] 张军, 孙树贵, 王亮明, 等. 孕穗期低温对冬春小麦生理生化特性和产量的影响[J]. 西北植物学报, 2013, 33(11): 2249-2256.
- [32] 衣莹, 张玉龙, 郭志富, 等. 冬春小麦叶片对低温胁迫的生理响应[J]. 华北农学报, 2013, 28(1): 144-148.
- [33] 马凤鸣, 王瑞, 石振. 低温胁迫对玉米幼苗某些生理指标的影响[J]. 作物杂志, 2007(5): 41-45.
- [34] 崔翠, 王利鹏, 周清元, 等. 低温胁迫下烤烟幼苗叶片光合作用和抗氧化能力基因差异表达谱[J]. 生态学报, 2014, 34(21): 6076-6089.
- [35] 李静, 陈秀龙, 李志阳, 等. 低温胁迫对10个油棕新品种生理生化特性的影响[J]. 华南农业大学学报, 2013, 34(1): 62-66.
- [36] 田丰, 于闯, 付双军, 等. 7份红豆草对低温的生理响应及抗寒性评价[J]. 甘肃农业科技, 2018(10): 21-26.

分子蒸馏富集亚麻籽油中 α -亚麻酸的研究

刘金菊¹, 杨震发², 白巧霞¹, 杨顺义^{3,4}

(1. 白银矿冶职业技术学院, 甘肃 白银 730900; 2. 白银市种子管理局, 甘肃 白银 730900; 3. 甘肃农业大学植物保护学院, 甘肃 兰州 730070; 4. 甘肃省农作物病虫害生物防治工程实验室, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 亚麻籽油经甲酯化后, 采用分子蒸馏技术对其中 α -亚麻酸进行分离纯化, 以 α -亚麻酸质量分数和提取率作为衡量纯化效果的指标。经单因素试验确定蒸馏温度、蒸馏压力、进料速度、刮膜转速的操作范围, 并利用响应曲面法 Box-Behnken 试验设计, 确定了亚麻籽油中 α -亚麻酸分离纯化的工艺条件, 即蒸馏温度 90 °C、蒸馏压力 0.8 Pa、进料速度 0.87 mL/min、刮膜转速 287 r/min。在该工艺条件下, 得到 α -亚麻酸含量为 81.15%, 提取率为 78.20%。

关键词: 亚麻籽油; α -亚麻酸; 响应曲面法; 分子蒸馏; 富集

中图分类号: TS222 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2019)05-0016-06

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2019.05.005](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2019.05.005)

Enrichment of α -linolenic Acid in Flaxseed Oil by Molecular Distillation

LIU Jinju¹, YANG Zhenfa², BAI Qiaoxia¹, YANG Shunyi^{3,4}

(1. Baiyin Mine and Metallurgy Vocational and Technical College, Baiyin Gansu 730900, China; 2. Baiyin Seed Administration Bureau, Baiyin Gansu 730900, China; 3. College of Plant Protection, Gansu Agricultural University, Lanzhou Gansu 730070, China; 4. Biological Control Engineering Laboratory of Crop Diseases and Pests in Gansu, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: After linseed oil was methylated, the α -linolenic acid was separated and purified by molecular distillation technology. The content of α -linolenic acid and extraction rate were used as indicators to measure the purification effect. The operating range of distillation temperature, distillation pressure, feed rate and scraping speed was determined by single factor experiment. The optimized process conditions for purification of α -linolenic acid were obtained by Box-Behnken experimental design of response surface method: distillation temperature was 90 °C, the distillation pressure was 0.8 Pa, the feed rate was 0.87 mL/min, and the scraping speed was 287 r/min. Under this process condition, the content of α -linolenic acid was 81.15%, and the extraction rate was 78.20%.

Key words: Flaxseed oil; α -linolenic acid; Response surface methodology; Molecular distillation; Enrichment

α -亚麻酸(全顺-9, 12, 15-十二碳三烯酸)属 ω -3 系列不饱和脂肪酸, 为人体必需脂肪酸^[1], 是人体转化合成 EPA(二十碳五烯酸)和 DHA(二十二碳六烯酸)的前体物

收稿日期: 2018-09-17; 修订日期: 2019-04-10

基金项目: 甘肃省高等学校科研项目自筹经费项目(2016B188)。

作者简介: 刘金菊(1988—), 女, 四川南部人, 讲师, 硕士, 研究方向为化学工程与工艺。Email: 839584172@qq.com。

[37] 张 茹, 魏兵强, 陈灵芝, 等. 低温胁迫 响[J]. 甘肃农业科技, 2017(12): 26-30.

对辣椒种子发芽及苗期 6 个生理指标的影

(本文责编: 郑立龙)