

## 米糠中有效成分的提取分离及其对烟草抑芽活性研究

廖勇<sup>1</sup>, 公瑞芝<sup>2</sup>, 刁朝强<sup>1</sup>, 周建云<sup>1</sup>, 黄宁<sup>1</sup>, 王博<sup>1</sup>, 李培强<sup>3</sup>, 王秀国<sup>2\*</sup>

(1. 贵州省烟草公司贵阳市公司, 贵州贵阳 550025; 2. 中国农业科学院烟草研究所, 山东青岛 266101; 3. 山东农业大学, 山东泰安 271018)

**摘要** 为减少化学抑芽剂在烟草上的使用, 降低烟叶农药残留风险, 研究了从米糠中提取  $C_{16}-C_{18}$  和  $C_{20}-C_{22}$  活性成分制备烟草抑芽剂, 并就其对烟草腋芽抑制效果进行研究。结果表明, 米糠提取物制备的 2 种活性成分具有较好的抑芽效果, 施药 20 d 后, 抑芽效果显著高于二甲戊灵处理, 抑芽率分别为 87.80%、88.20%, 且制备的 2 种抑芽剂对烟草外观质量和品质不会产生影响。

**关键词** 植物源; 米糠; 烟草; 抑芽剂; 抑芽率

中图分类号 S 572 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)04-0024-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.04.007



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

### Study on Extraction and Separation of Effective Components from Rice Bran and Its Bud-inhibiting Activity to Tobacco

LIAO Yong<sup>1</sup>, GONG Rui-zhi<sup>2</sup>, DIAO Zhao-qiang<sup>1</sup> et al (1. Guizhou Tobacco Company Guiyang Branch, Guiyang, Guizhou 550025; 2. Institute of Tobacco Research of CAAS, Qingdao, Shandong 266101)

**Abstract** In order to reduce the use of chemical bud inhibitors on tobacco and to reduce the risk of pesticide residues in tobacco leaves, we studied the preparation of two active  $C_{16}-C_{18}$  and  $C_{20}-C_{22}$  from rice bran to prepare tobacco bud inhibitors, and studied their inhibitory effects on tobacco axillary buds. The result showed that the two active ingredients prepared by rice bran extract had better inhibitory effects on the buds. After 20 days of application, the inhibitory effect was significantly higher than that of pendimethalin treatment, with the inhibitory rate of 87.80% and 88.20% respectively. Moreover, the two bud inhibitors had no effects on the appearance and quality of tobacco.

**Key words** Plant-derived; Rice bran; Tobacco; Bud inhibition; Inhibition rate

烟草是我国重要的经济作物<sup>[1]</sup>, 据统计 2018 年全国烟草种植面积约为 105.786 万  $hm^2$ , 虽然种植面积少, 但是带来的经济效益却逐年增加, 2019 年烟草行业上缴的财政税收达到了 11 770 亿元, 占国家财政收入的 6%~7%, 为国家和地方财政增收和经济发展做出了积极贡献。

在烟草种植中, 为了让烟草上部叶生长良好, 采用打顶来抑制顶端优势是一项必须进行的工作<sup>[2-3]</sup>, 打顶可去除顶端优势, 阻断同化物质向生殖器官转移, 使光合产物向叶片内分配, 增加叶片干物质的积累, 提高烟叶产量和质量。然而打顶后植物内生生长素会促进腋芽的生长, 进一步消耗烟株养分, 影响烟株的增产保质<sup>[4]</sup>。研究发现, 打顶后不进行抹权的烟草, 每天平均损失近 1% 的产量<sup>[5]</sup>; 束鸿烈等<sup>[6]</sup>发现未经抹权的烟株会加重虫害发生和病害侵染, 所以打顶后进行彻底抹权是保证烟叶产量和质量的一项重要举措。

烟株腋芽萌发力强, 抹掉后会很快再生<sup>[7]</sup>, 人工抹权虽然可行, 但需要重复抹权, 一般 7 d 需要抹权 1 次, 导致操作耗时耗力, 且操作过程中频繁接触不同烟株容易传播烟草疾病, 增加病虫害发病率。20 世纪 40 年代, 人们意识到人工抹权带来的负面影响, 因此抑芽剂应运而生<sup>[8]</sup>。20 世纪 40 年代末期, 美国北卡罗来纳州立大学发现吡啶乙酸对烟草腋芽具有抑制作用<sup>[9]</sup>, 开启了从生长素到化学制剂抑芽剂发展的征程。现在市面常见的抑芽剂有氟节胺、二甲戊灵和仲丁灵, 化学抑芽剂具有操作简单且 1 次施药就可以达到抑芽效果的优势<sup>[10]</sup>。但烟草作为一种吸食性产品, 降低抑芽剂农

残超标风险、提高烟草的吸食安全性显得尤为重要<sup>[11]</sup>。在当前绿色发展新形势下, 开发基于植物源先导化合物的绿色抑芽剂<sup>[12-13]</sup>是抢占我国烟草绿色发展竞争制高点的迫切需求。米糠是稻谷加工的副产品<sup>[14]</sup>, 含有丰富的功能性成分, 如脂肪、蛋白质、多糖、纤维等是多种功能性天然产物的来源, 每年全世界产生米糠约为 0.15 亿 t, 因此研究米糠的加工具有坚实的原料基础<sup>[15]</sup>。鉴于此, 笔者对米糠进行提取分离纯化, 在米糠提取物中分离出  $C_{16}-C_{18}$  和  $C_{20}-C_{22}$  活性成分, 分别制备抑芽剂, 验证其抑芽效果, 以期得到天然、无污染、无残留的新型抑芽剂。

## 1 材料与方法

### 1.1 米糠的提取试验

**1.1.1 试验材料。** 供试材料包括米糠蜡糊、蒸馏水、氢氧化钠、丙酮、氯化钙、乙醇、甲醇、平平加。

**1.1.2 精制糠蜡的制备。** 在高速搅拌下将米糠蜡糊与丙酮混合, 直至蜡糊完全分散。将混合液进行离心处理, 得到含有少量溶剂的固体糠蜡, 将糠蜡放入干燥器干燥备用。

**1.1.3 糠蜡的提纯分离。** 精确称取糠蜡 1 g, 加入 3 倍体积的蒸馏水, 加热使糠蜡完全熔化, 加入 10 倍体积的 10% NaOH 溶液, 加热回流 10 h, 保温 36 h, 加入  $CaCl_2$  饱和水溶液, 反应 2 h, 用热水洗至中性, 烘干。用丙酮索式提取 16 h, 收集索式提取液, 室温下析出晶体, 过滤后 60  $^{\circ}C$  烘干。将得到的产物柱层析分离, 得到 2 种主要物质, 其碳链为  $C_{16}-C_{18}$  和  $C_{20}-C_{22}$  共 2 种活性成分。

**1.1.4 抑芽剂的制备。** 通过试验, 得到一种合适的试剂配方, 即米糠中提取的活性成分 5%, 乙醇 10%~20%, 甲醇 4%~5%, 平平加 6%~8%, 余量为水, 配方中所有物质的百分含量之和为 100%。

**作者简介** 廖勇(1978—), 男, 贵州遵义人, 高级农艺师, 硕士, 从事烟叶生产营养调控研究。\* 通信作者, 副研究员, 博士, 从事农药残留与农产品安全研究。

**收稿日期** 2020-11-06

## 1.2 抑芽试验

**1.2.1 试验材料。**供试烟草品种为云烟 85 号,试验在山东省临沂市沂水县进行。供试药剂包括 C<sub>16</sub>-C<sub>18</sub> 制剂(以编号 A 表示)、C<sub>20</sub>-C<sub>22</sub> 制剂(以编号 B 表示),对照药剂为 33% 二甲戊灵乳油(德国巴斯夫股份有限公司)、25% 氟节胺乳油(浙江禾田农药化工有限公司)。

**1.2.2 试验设计。**试验共设计 9 个处理,具体见表 1。每组处理 50 株烟,随机区组排列。选择烟株 50% 花开时期打顶,同时抹去 2 cm 以上的腋芽,并于打顶后 24 h 内进行施药,药

表 1 不同处理的试验设计

Table 1 Experimental design of different treatments

处理编号 Treatment code	药剂 Medicament	稀释倍数 Dilution ratio
T1	A	5
T2	A	10
T3	B	5
T4	B	10
T5	二甲戊灵	50
T6	二甲戊灵	100
T7	氟节胺	100
T8	氟节胺	200
CK	人工抹杈	—

液用量均为 20 mL/株,采用杯淋法施药。

**1.2.3 数据统计。**每小区随机选择 20 株烟草,分别在施药后的 10、20、30 和 40 d 调查有效芽数(超过 2 cm 的活芽),采活芽称重,计算抑芽率和抑芽效果。依据以下公式计算抑芽率和抑芽效果。

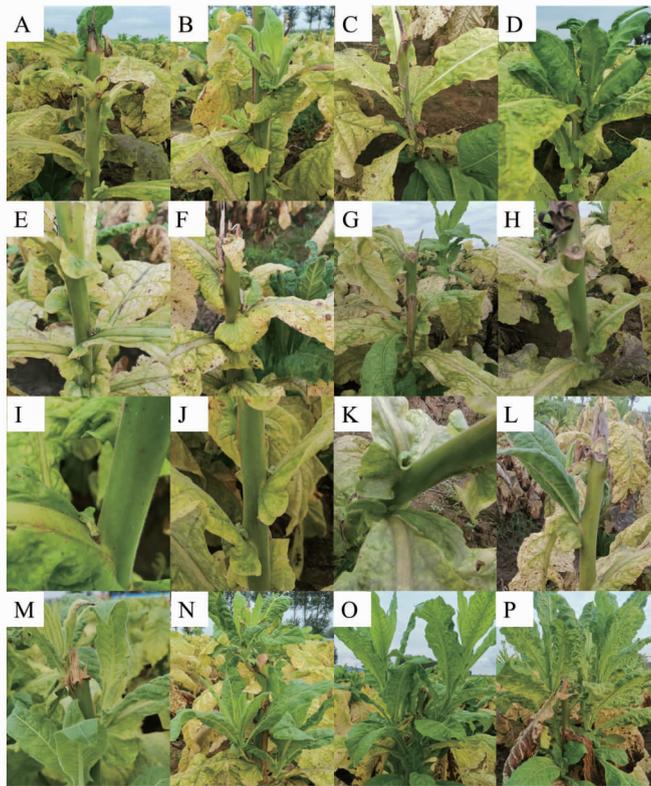
$$\text{抑芽率} = (\text{对照区芽数} - \text{处理区芽数}) / \text{对照区芽数} \times 100\%$$

$$\text{抑芽效果} = (\text{对照区芽重} - \text{处理区芽重}) / \text{对照区芽重} \times 100\%$$

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理对烟草腋芽的影响

**2.1.1 施药后不同处理烟株腋芽生长情况。**米糠提取物制备的 2 种活性成分具有较好的抑芽效果。从图 1 可以看出,2 种制剂稀释 5 倍且施药后 10~20 d 处理的腋芽较小,几乎不影响烟株上部叶的生长;施药后 30 d 制剂开始失去抑芽效果,腋芽处于生长期,快速生长;施药后 40 d 腋芽生长明显,达到 25 cm。2 种制剂的抑芽效果略逊于氟节胺,但通过与图 1 中对照 M~P 的对比显示,2 种制剂对腋芽均具有一定的抑制效果。



注:A~D 代表抑芽剂 A 稀释 5 倍腋芽生长情况,其中,A.10 d,B.20 d,C.30 d,D.40 d;E~H 代表抑芽剂 B 稀释 5 倍腋芽生长情况,其中,E.10 d,F.20 d,G.30 d,H.40 d;I~L 代表氟节胺稀释 200 倍腋芽生长情况,其中,I.10 d,J.20 d,K.30 d,L.40 d;M~P 代表 CK 腋芽生长情况,其中,M.10 d,N.20 d,O.30 d,P.40 d

Note:A~D represent the growth of axillary buds diluted by 5 times the bud inhibitor A,among them,A.10 d,B.20 d,C.30 d,D.40 d;E~H represent the growth of axillary buds diluted by 5 times of bud inhibitor B,among which,E.10 d,F.20 d,G.30 d,H.40 d;I~L represent the growth of axillary buds diluted 200 times by flumetralin,of which I.10 d,J.20 d,K.30 d,and L.40 d;M~P represent the growth of CK axillary buds,among which M.10 d,N.20 d,O.30 d,P.40 d

图 1 施药后烟株腋芽生长情况

Fig.1 Growth situation of tobacco axillary buds after pesticide application

**2.1.2** 不同处理对烟草腋芽抑芽率的影响。统计各烟株芽数,得出不同处理抑芽剂的抑芽率,可以看出 A、B 2 种抑芽剂对烟草的腋芽均具有一定的抑制效果。由表 2 可知,抑芽剂 A 稀释 5 和 10 倍处理的抑芽率在施药后 10 d 均达到 100%,高于市场常用抑芽剂二甲戊灵稀释 50 倍(85.20%)和氟节胺稀释 100 倍(86.40%)的抑芽率;抑芽剂 B 稀释 5 和 10 倍施药后 10 d 的抑芽率分别为 100%和 60.00%。抑芽剂 B 在稀释 10 倍时的有效含量不足以抑制腋芽的生长。施药后 20 d,抑芽剂 A 稀释 5 倍处理的抑芽率为 87.80%,稀释 10 倍时抑芽率为 78.40%;抑芽剂 B 稀释 5 倍处理的抑芽率为

88.20%,仍高于其他各处理的抑芽剂,但稀释 10 倍的抑芽率降低至 41.90%。施药后 30 d, A 和 B 抑芽剂稀释 5 倍的抑芽率分别为 73.40%和 70.30%,低于同期的二甲戊灵稀释 50 倍(93.80%)和氟节胺稀释 100 倍(92.20%)的抑芽率。施药后 40 d,抑芽剂 A 和 B 稀释 5 倍的抑芽率分别为 50.00%和 49.10%,远低于二甲戊灵和氟节胺处理的抑芽率。综上所述,制备的米糠抑芽剂虽然对烟草腋芽具有一定的抑制效果,相较于二甲戊灵和氟节胺,其持效期较短,仅可维持约 30 d,但基本满足烟草生长采收的周期的需要。

表 2 不同处理对烟草腋芽抑芽率的影响

Table 2 Effects of different treatments on bud inhibition rate of tobaccos

处理编号 Treatment code	施药后 10 d 10 d after administration		施药后 20 d 20 d after administration		施药后 30 d 30 d after administration		施药后 40 d 40 d after administration	
	腋芽数 Number of axillary buds//个	抑芽率 Bud inhibition rate//%						
T1	0	100±0.00	0.9	87.80±0.60	1.7	73.40±0.57	2.7	50.00±1.27
T2	0	100±0.00	1.6	78.40±0.40	2.3	64.10±0.70	2.8	48.20±0.95
T3	0	100±0.00	0.9	88.20±0.31	1.9	70.30±0.80	2.8	49.10±0.80
T4	3.2	60.00±0.40	4.3	41.90±0.66	4.9	23.40±0.87	5.0	7.40±0.87
T5	1.2	85.20±0.70	1.6	78.40±0.66	0.4	93.80±0.81	0.8	85.20±0.90
T6	1.1	86.40±0.65	1.4	81.10±0.20	0.4	93.80±1.12	1.1	79.60±1.20
T7	1.1	86.40±1.15	1.9	74.30±0.85	0.5	92.20±0.85	0.6	88.90±1.21
T8	1.0	87.70±0.50	2.3	68.90±0.79	0.7	89.10±0.75	0.8	85.20±0.76
CK	8.1	—	7.4	—	6.4	—	5.4	—

**2.1.3** 不同处理对烟草腋芽抑芽效果的影响。通过采样统计各烟株腋芽,称取鲜芽重,得出不同处理抑芽剂的抑芽效果,见表 3。由表 3 可知,抑芽剂 A 稀释 5 和 10 倍且施药后 10 d 的抑芽效果达到 100%;施药后 10 d 的抑芽剂 B 稀释 5 和 10 倍的抑芽效果分别达到 100%和 92.10%,2 种抑芽剂在施药后 10 d 的抑芽效果均高于二甲戊灵稀释 50 倍(88.62%)和稀释 100 倍(90.74%)及氟节胺稀释 100 倍(88.62%)和稀释 200 倍(82.54%)的处理。施药后 20 d,抑芽剂 A 稀释 5 倍的抑芽效果为 93.90%,高于二甲戊灵稀释 50

倍的 83.70%和稀释 100 倍的 71.40%,但低于氟节胺稀释 100 倍(95.56%)和 200 倍(93.11%)处理;抑芽剂 A 稀释 10 倍的抑芽效果为 75.70%,高于二甲戊灵稀释 100 倍的 71.40%,低于氟节胺的抑芽效果。抑芽剂 B 施药后 20 d 稀释 5 倍的抑芽效果为 71.80%,略高于二甲戊灵稀释 100 倍的 71.40%;抑芽剂 B 稀释 10 倍的抑芽效果降为 39.60%,低于二甲戊灵和氟节胺的抑芽效果,说明稀释 10 倍的抑芽剂 B 在 20 d 基本失去抑芽效果。施药后 30 d,抑芽剂 A 稀释 5 和 10 倍的抑芽效果分别为 87.60%和 87.40%,抑芽剂 B 稀释 5 和 10 倍的

表 3 不同处理对烟草腋芽抑芽效果的影响

Table 3 Effects of different treatments on bud inhibition of tobaccos

处理编号 Treatment code	施药后 10 d 10 d after administration		施药后 20 d 20 d after administration		施药后 30 d 30 d after administration		施药后 40 d 40 d after administration	
	腋芽鲜重 Fresh weight of axillary bud//g	抑芽效果 Bud inhibition effects//%						
T1	0	100±0.00	1.63	93.90±0.79	10.93	87.60±0.71	50.42	66.20±0.93
T2	0	100±0.00	6.46	75.70±0.58	11.10	87.40±0.92	45.71	69.30±0.70
T3	0	100±0.00	7.49	71.80±1.35	9.70	88.90±1.00	55.94	62.50±0.85
T4	0.30	92.10±1.06	16.06	39.60±1.63	53.91	38.50±0.65	96.42	35.30±1.08
T5	0.43	88.62±1.20	4.34	83.70±0.76	5.74	93.40±1.05	6.97	95.30±0.64
T6	0.35	90.74±1.16	7.34	71.40±1.20	8.07	90.80±0.55	10.89	92.70±0.75
T7	0.43	88.62±0.99	1.18	95.56±0.75	1.98	97.70±0.48	3.97	97.30±0.55
T8	0.66	82.54±0.87	1.83	93.11±1.32	3.63	93.60±0.60	9.27	93.80±0.40
CK	3.78	—	26.57	—	87.69	—	149.12	—

抑芽效果分别为 88.90% 和 38.50%，抑芽剂 A、B 的抑芽效果均低于二甲戊灵和氟节胺的抑芽效果，但抑芽剂 A 和稀释 5 倍的抑芽剂 B 抑芽效果仍能达到 87.40%。施药后 40 d，抑芽剂 A、B 的抑芽效果明显低于二甲戊灵和氟节胺，这与试验中抑芽率的结果相一致。

**2.2 不同处理对烤烟品质的影响** 由表 4 可知，抑芽剂 A 稀释 10 倍处理和抑芽剂 B 稀释 5 倍处理的烤烟重量低于对照；抑芽剂 A 稀释 10 倍、抑芽剂 B 稀释 5 倍和氟节胺稀释 200 倍处理的中上等烟重量低于对照；抑芽剂 A 和氟节胺处理的中上等烟比例均低于对照。

表 4 不同处理对烤烟品质的影响

Table 4 Effects of different treatments on the quality of flue-cured tobaccos

处理编号 Treatment code	烤烟重量 Weight of flue-cured tobaccos//kg	中上等烟重量 Weight of middle and high-class tobaccos//kg	中上等烟比例 Proportion of middle and high-class tobaccos//%
T1	15.35	11.20	72.96
T2	13.50	9.15	67.78
T3	13.55	10.55	77.86
T4	14.75	12.70	86.10
T5	15.95	12.45	78.06
T6	15.50	11.45	73.87
T7	15.30	11.10	72.55
T8	14.65	10.55	72.01
CK	14.60	10.70	73.29

**2.3 不同处理对烤烟外观质量的影响** 通过表 5 烟叶的外观质量对比，可以得出不同抑芽剂处理的烟株外观质量没有太大的差异。相较于空白对照，除抑芽剂 B 稀释 10 倍和氟节胺稀释 200 倍的处理外，其余抑芽剂处理都会略微延长烟草成熟期，但是会降低烤烟的油度。

表 5 不同处理对烤烟外观质量的影响

Table 5 Effects of different treatments on the appearance quality of flue-cured tobaccos

处理编号 Treatment code	颜色 Color	成熟度 Mature degree	油度 Oil degree	身份 Status	色泽 Lustre
T1	柠檬黄	尚熟	稍油	适中	中
T2	柠檬黄	尚熟	稍油	适中	中
T3	柠檬黄	尚熟	稍油	适中	中
T4	橘黄	成熟	油	适中	中
T5	柠檬黄	尚熟	稍油	适中	中
T6	柠檬黄	尚熟	稍油	适中	中
T7	柠檬黄	尚熟	稍油	适中	中
T8	橘黄	成熟	油	适中	中
CK	橘黄	成熟	油	适中	中

### 3 结论与讨论

从米糠中分离提取纯化 2 种不同碳链长度的活性成分 ( $C_{16}-C_{18}$  和  $C_{20}-C_{22}$ ) 制备成烟草抑芽剂并进行大田试验，发现其对烟草的腋芽具有一定的抑制作用。其中  $C_{16}-C_{18}$  制备的抑芽剂稀释 5 和 10 倍时均具有较好的抑芽效果， $C_{20}-C_{22}$  制备的抑芽剂稀释 5 倍时也具有较好的抑芽效果，但稀释 10 倍时的抑芽效果较差，这可能是由于与  $C_{16}-C_{18}$  相比， $C_{20}-C_{22}$  抑芽活性较低导致，加大有效成分用量可达到理想的抑芽效果。2 种抑芽剂持效期大约为 30 d，基本可以维持打顶至烟叶采收的时间跨度。这 2 种抑芽剂在施药前 14 d 抑芽效果优于二甲戊灵和氟节胺，在 20 d 后抑芽效果低于二甲戊灵和氟节胺，原因可能是  $C_{16}-C_{18}$  和  $C_{20}-C_{22}$  具有触杀效果，不具有内吸性，表现为前期效果好；随着施药时间的延长，附着在腋芽处的活性成分被冲刷或降解，浓度降低，失去抑芽效果。

为了使抑芽剂更符合实际生产的需要，下一步应考虑将有效成分进行化学改性，增强内吸性以保证抑芽剂较长时间稳定的发挥药效，另一种途径是改变制剂性质，加强制剂的附着性和渗透性，减少农药损失及对环境的污染。研究人员应以新的农药安全观为导向谋发展，努力实现绿色、精准、高效的农药制备。

### 参考文献

- [1] 张会娟, 胡志超, 谢焕雄, 等. 我国烟草的生产概况与发展对策[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(32): 14161-14162, 14213.
- [2] 王关安. 规范打顶科学抑芽[J]. 山西农业, 2000(8): 32.
- [3] 周伯瑜, 黄美槐. 烟草打顶及应注意事项[J]. 专业户, 1996(6): 19.
- [4] 彭国华. 土壤水分状况和打顶时期对烤烟产质量的影响[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2009: 13-15.
- [5] 陈德鑫, 王凤龙, 杨清林, 等. 烟草抑芽剂的研究进展与应用[J]. 安徽农业科学, 2002, 30(5): 792-796.
- [6] 束鸿烈, 汪廷录. MH 抑制烟草腋芽的试验[J]. 中国烟草, 1982, 3(2): 30-31.
- [7] 王毅, 滕春富, 王木科, 等. 几种烟草抑芽剂搭配施用的抑芽效果[J]. 山东农业科学, 2012, 44(4): 91-94.
- [8] 刘雪源, 刘湘平. 烟草化学抑芽剂开发研究[J]. 湖南农业科学, 1992(5): 38-39.
- [9] 马丽先. 植物生长调节剂在烤烟上的试验及应用[J]. 中国烟草, 1983, 4(3): 34-35.
- [10] 赵环宇. 植物生长调节剂对烤烟上部叶生长发育及质量的影响研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2019: 26.
- [11] 王玉洁, 苗圃, 宋正熊, 等. 烟草农药残留的原因及管控措施[J]. 现代农业科技, 2019(8): 107-108.
- [12] 邹雪, 丁凡, 余韩开宗, 等. 植物源抑芽物质对延长甘薯贮藏期的作用效果[J]. 核农学报, 2019, 33(3): 530-537.
- [13] 张明金, 方永祥, 陈江, 等. 天然脂肪醇抑芽剂对烟草腋芽的抑制效果[J]. 现代农业科技, 2019(8): 95, 97.
- [14] XU D X, GAO Q R, MA N N, et al. Structures and physicochemical characterization of enzyme extracted oil bodies from rice bran[J/OL]. LWT, 2021, 135[2020-07-25]. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109982>.
- [15] 赵优萍, 唐思煜, 张金建, 等. 不同提取方法对梗稻米糠油脂提取效果的研究[J]. 科技通报, 2019, 35(6): 80-86.