

工业制粉对小麦中脱氧雪腐镰刀菌烯醇的影响

安徽医科大学营养与食品卫生教研室 陆 刚 薛 英

安徽医科大学卫 85 级 宫形林 王 念 钱青文

摘要 本文用自然污染脱氧雪腐镰刀菌烯醇(DON)3630PPb的红硬冬小麦进行工业制粉生产,研究在各组分中脱氧雪腐镰刀菌烯醇的分布及含量变化。结果表明在24个组分中全部含有DON,以生产粉、麦麸中含量最高,分别为5000和4680PPb;建设粉、1皮粉、2皮粗粉、3皮粗粉和3心粉中含量较低,分别为3030、3000、2780、3000和3110PPb。二道清理可使小麦中DON下降4.68%,但与原麦中DON含量没有显著差异($P>0.05$)。成品建设粉中DON下降了16.53%,明显低于原麦中毒素含量($P<0.05$)。结果提示,小麦制粉可以降低面粉中DON含量,但不能有效地去除小麦中的DON。

关键词 工业制粉 脱氧雪腐镰刀菌烯醇(DON) 面粉

脱氧雪腐镰刀菌烯醇(DON)又名致吐毒素(Vomitoxin)广泛存在于小麦、大麦、玉米等粮食和饲料中^(1,2),是污染粮食的主要镰刀菌毒素,也是人、畜食用赤霉病麦引起中毒的真菌毒素⁽³⁾。因此,研究小麦制粉加工过程对DON的去除效果,对预防人畜中毒和制定面粉中DON的卫生标准有十分重要意义。我们于1990年4月在六安县面粉厂用自然污染DON的红硬冬小麦进行加工面粉试验,研究在制粉加工中DON的变化及在各组分中的分布规律,以便探索一条有效的加工去毒途径。

1 材料与方 法

1.1 制粉工艺及样品采集 六安县面粉厂为日产30~35吨建设粉(也称七〇粉,介于富强粉和标准粉之间)的小型面粉加工厂。生产工艺分为小麦清理和制粉两大部分,清理部分包括筛理、打麦、水洗、润麦、擦皮及精选等二次清理过程。制粉部分由12台粉磨和3台22道粉筛组成。清理后的小麦由净麦仓进入1皮磨,经碾磨分筛成由粗到细的2皮粗、2皮细、1心、1渣及1皮粉等五种成分(各占比例为30%、20%、12%、18%、20%),

1皮粉直接进入粉仓,其余成分再分别经2、3、4道皮磨和心磨碾磨成3皮粗、3皮细,4皮和2心,3心,4心等成分,经粉筛后都有相应的面粉流入粉仓合并为建设粉,最后筛余部分为麦麸和生产粉(4号粉)。根据工艺流程设置了25个采样点(图1)。

试验用小麦来自六安县汪神粮站1989年收获的红硬冬小麦5吨(约3小时加工量)。加工前先清扫车间和全部工艺流程设备,去除残余小麦和粉渣,然后加入试验小麦。机器运转正常后60分钟开始第一次采样,以后每隔30分钟采样一次,共采3次。各采样点每次连续采样5次,间隔5~10秒。每份样品50克,分别装入牛皮纸袋中,每采样点的5个样品混匀作为一个检样,采用双盲法进行样品中DON质控检测。

1.2 样品中DON的检测方法 采用卫生部食品卫生监督检验所推荐的薄层层折法⁽⁴⁾。经回收试验测定,样品中加标500PPb时,回收率为100%;1000PPb时,回收率为94.3%,灵敏度为50PPb。

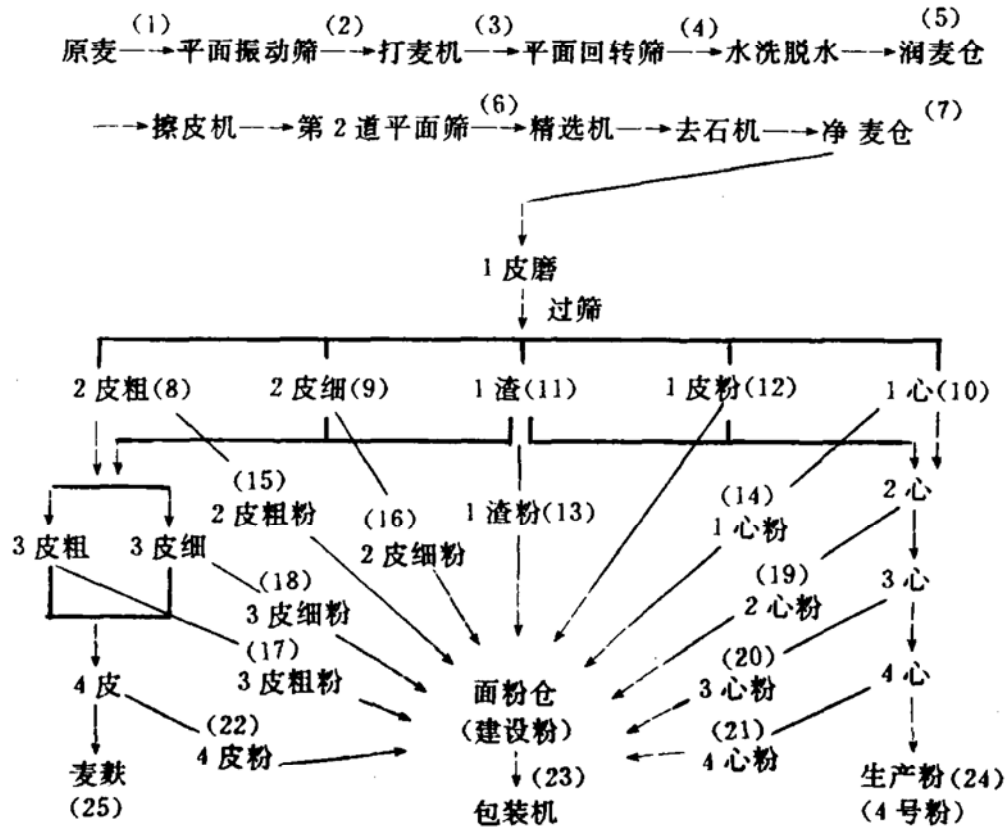


图1 六安县面粉厂制粉工艺示意图
(括号内数字为采样点编号)

1.3 不同感官性状麦粒中 DON 的检测

称取试验麦粒 100 克, 根据不同感官性状分成外观正常、可疑、黑色、红色、灰白、霉变等 6 种类型。分别称重并测定其 DON 含量, 最后计算各种麦粒所占重量和毒素含量的百分率。

2 结 果

2.1 全部工艺流程 24 个组分中都含有不同程度的 DON, 以生产粉(4号粉、次粉)和麦麸中含量最高, 分别为 5000 和 4680PPb, 比原麦增加 37.74% 和 28.93%; 各中间组分筛出的面粉中, 以 1 渣粉、1 心粉、3 皮细粉和 4 皮粉的 DON 含量较高, 都在 4000PPb 以上; 建设粉、2 皮粗粉、3 皮粗粉、3 心粉、2 心粉等毒素含量略低, DON 量在 2780~3670PPb 之间(表 1)。

2.2 清理过程对小麦中 DON 含量的影响

原麦中 DON 含量为 3630PPb, 经二道筛理、水洗、润麦、擦皮、精选等处理后的净麦, DON 下降为 3460PPb, 下降幅度为 4.68%。毒素含量虽有减少但仍保持较高水平(表 1), 与原麦比较无明显差别($P > 0.05$)。结果提示: 小麦清理过程对去除小麦中 DON 没有明显影响, 每一道清理可使毒素大约下降 2.3% 左右

2.3 制粉过程各组分中 DON 浓度的变化

制粉过程主要是将清理后的小麦经 12 台粉磨不断碾磨、过筛, 最终产品为建设粉、生产粉和麦麸(各占原麦的 70.3%、10.5%、15.1%; 以净麦计则分别为 73.3%、10.9%、15.7%)。建设粉中 DON 含量比原麦下降 16.53% ($P < 0.05$), 但含量仍有 3030PPb, 约占 DON 总量的三分之二(表 1、2)。生产粉和麦麸中 DON 浓度明显增加, 比原麦增加

37.74%和28.93%,但两者只占毒素总量的36.99%。中间产品分别筛理下的面粉中都含有不同量的DON,皮粉中含量略低于心粉(除3皮细粉外,一般均在3830PPb以下),随着不断地碾磨,皮粉中DON含量逐渐增加。心粉中DON浓度略高于皮粉(3110~4330PPb),与皮粉相反,随着碾磨次数增加,DON浓度趋于下降。但4心粉毒素含量却突然升高,可能与来自4皮的组分有关(表1)。

2.4 不同感官性状麦粒中DON含量有明

表1 六安县面粉厂制粉工艺中各组分DON含量的变化

样点编号	样品名称	DON含量PPb* (M±SD)	DON含量增减** (±%)
1	原麦	3630±343.0	—
2	振动筛后麦	3670±288.7	+1.10
3	打麦机后麦	3610±348.3	-0.56
4	平面筛后麦	3550±368.8	-2.21
5	润麦	3530±275.1	-2.75
6	擦皮、二道筛后麦	3500±500.0	-3.58
7	净麦	3460±299.6	-4.68
8	2皮粗	3060±241.3	-15.70
9	2皮细	3780±386.8	+4.13
10	1心	3780±386.8	+4.13
11	1渣	4330±577.4	+19.28
12	1皮粉	3000±0	-17.36
13	1渣粉	4170±288.7	+14.88
14	1心粉	4330±577.4	+19.28
15	2皮粗粉	2780±692.6	-23.42
16	2皮细粉	3830±288.7	+5.49
17	3皮粗粉	3000±500.0	-17.36
18	3皮细粉	4670±577.4	+28.65
19	2心粉	3490±271.4	-3.86
20	3心粉	3110±190.5	-14.33
21	4心粉	4000±0	+10.19
22	4皮粉	3670±577.4	+1.10
23	建设粉	3030±438.9	-16.53
24	生产粉	5000±0	+37.74
25	麦麸	4680±342.1	+28.93

*1、5、7、23、24、25号样品均为5次测定均值,其余均为3次。

显差异。外观正常的麦粒DON含量只有0.8PPm,而外观红色、灰白或霉变的麦粒中,毒素含量可高达31.9~144.2PPm。三者只占样品重量的8.2~9.3%,但DON含量却占样品中DON总量的79.74~83.64%(表3)。其中占样品重量2.6~2.8%的霉变麦粒DON浓度高于正常麦粒178~180倍。测定结果表明,小麦中DON含量主要存在于典型

**以原麦中 DON 含量为 100% 进行比较,增加或减少,以+、-表示。

表2 净麦经制粉后各中间产品及最终产品中 DON 分布

名称	各组分占百分率 (%)	DON浓度 (PPb)	DON总量 (mg/吨)	占 DON 总量 (%)
净麦	100	3460	3460.0	100
中间产品				
2皮粗	30	3060	918.0	26.53
2皮细	20	3780	756.0	21.85
1心	12	3780	453.6	13.11
1渣	18	4330	779.4	22.53
1皮粉	20	3000	600.0	17.34
			3507.0	101.36
最终产品				
建设粉	73.3	3030	2220.9	64.19
生产粉	10.9	5000	545.0	15.75
麦麸	15.7	4680	734.8	21.24
			3500.7	101.18

表3 不同感官性状麦粒中 DON 含量的比较

* 外观	样品 1(100克)**				样品 2(100克)**			
	占重量 %	DON浓度 Ppm	DON总量 µg	占DON总量 %	占重量 %	DON浓度 Ppm	DON总量 µg	占DON总量 %
正常	79.6	0.8	63.7	8.13	84.3	0.8	67.4	9.39
可疑	9.7	6.2	60.1	7.66	7.5	6.7	50.0	6.97
黑色	1.4	25.0	35.0	4.47	未计	—	—	—
红色	2.0	50.0	100.0	12.76	2.4	41.7	100.0	13.94
灰白	4.7	31.9	149.9	19.13	3.0	33.3	100.0	13.94
霉变	2.6	144.2	375.0	47.85	2.8	142.0	400.0	55.76
合计	100.0	7.84	783.7	100.0	100.0	7.17	717.4	100.0

- * 外观正常:色红褐,麦粒饱满,质硬;
- 外观可疑:色红褐或微白,麦粒乾瘪,质硬;
- 外观红色:麦粒胚部或局部呈粉红或紫红色,麦粒较饱满,质硬;
- 外观灰白:色灰白或青白,麦粒皱缩或乾瘪,但质地尚硬;
- 外观霉变:色明显灰白、青白,胚部或有紫红色,粒小,质地疏松,压之易碎;
- 外观黑色:麦粒胚部、尾部或表面有黑色霉变,但质地仍硬。
- 外观红色、灰白、霉变三者可视为典型的赤霉病麦粒。

** 样品 1、2 均为本试验所用小麦,样品 2 已经风车(70 转/分)预处理,加工试验即为此类小麦。

的赤霉病麦粒中。

3 讨论

3.1 面粉是小麦的主要食用形式,能否在加工制粉的同时去除其中的 DON,已为国内外研究者所重视,对制粉过程各组分中 DON

的分布、变化及其规律进行了多方面的研究。

1979 年 Kamimura 等⁽⁵⁾首先报导用水浸泡污染了 DON 的小麦经制粉后,大约可除去 30% 的 DON。Hart、Abbas 等^(6,7)用实验室制粉机进行乾磨制粉试验,在含

DON2PPm 的白色冬小麦加工的面包粉中, DON 下降了 60~80%, 用自然感染禾谷镰刀菌的硬质冬小麦磨成的混合心粉和皮粉中, DON 下降了 57.32% 和 73.76%。1987 年 Lee 等⁽⁸⁾ 用混合冬小麦(含 DON68PPb) 进行工业制粉, 混合面粉中 DON 下降了 38.24%, 1、2、3 皮粉中下降了 26.47~41.18%, 1、2 心粉下降了 38.24% 和 41.18%。这些结果显示, 小麦经加工磨制面粉, 随工艺过程不同, DON 含量可有不同程度的减少, 但除少数特制粉外, 不能有效地除去小麦中的 DON。我们的结果也证实了这一点, 但去除率偏低。这可能与工艺不同有关。另外我们加工用的小麦中 DON 含量较高, 且含有 2.8% 含毒素量极高的严重病麦。

3.2 小麦的清理过程(筛理、水洗、擦皮)主要是去除较大的土块, 较小的砂粒、草籽及较轻的麦壳和表面的尘土等杂质, 并未将质轻、乾瘪、粒小的病麦粒去除掉, 因此对 DON 的去除没有明显影响。如果能在工艺上结合风运或改变筛孔的大小, 将质轻、粒小的病麦粒去除, 就可使毒素在清理过程中大幅度下降, 从而提高对 DON 的去除效果。

3.3 关于 DON 在麦粒中的分布, 由于真菌侵染时期的不同, 毒素在麦粒中的分布是不均匀的。一般认为, 种皮、糊粉层、胚芽、胚乳外层含毒素较多, 而内胚乳含量较少。

1975 年上海粮食科学研究所⁽⁹⁾ 将赤霉病麦粒为 79% 的小麦碾磨成麦壳、糠灰、麸皮、麸芯和麦芯五部分, 用鸽子呕吐试验证实: 麦壳毒性最强, 为麦芯的 30 倍。占重量 11% 的麦壳, 含有总毒素量的 44%, 而占重量 62.5% 的麸芯和麦芯, DON 含量只占总量的 11.1%。Hart⁽⁶⁾ 等也认为, 一级面粉主

要为胚心, 毒素含量最低, 粗面粉和次粉主要来自糊粉层和内胚乳外层, 毒素含量较低, 麦麸和细麸来自果皮、种皮, DON 含量最高。我们试验的结果也是麦麸和次粉中 DON 含量最高。皮粉中 DON 含量较高的原因是由于部分种皮外层进入面粉所致。但以胚乳为主的心粉, 除 1 皮粉、3 心粉外, 1、2、4、心粉中含量也较高, 尤以 1 心粉含毒素最高。我们认为主要原因是来自严重霉变的病麦粒。这些病麦粒质地疏松、易碎, 进入 1 皮磨后, 极易破碎进入心粉中, 致使 1 心粉中 DON 含量明显升高。因此根据毒素分布主要在麦粒外层的特点, 如能在磨粉过程中, 先分离含毒素较高的外层, 再进行磨粉, 可能会有效地降低面粉中 DON 的含量。

本试验结果表明, 普通面粉厂的制粉工艺能使小麦磨制的面粉中 DON 有所降低, 但不能有效地去除小麦中的 DON。如能在小麦清理过程改进工艺去除病麦粒, 制粉中又能将毒素含量高的麦粒外层先分离再磨粉, 就有可能在加工过程中同时达到去毒的效果。

(本试验得到六安县粮油食品局、六安县面粉厂的大力支持, 调运试验用小麦和提供试验现场, 在此谨表感谢)

参 考 文 献

- [1]徐达道、王加生·食品卫生学进展 1987, 4(1): 98
- [2]罗雪云·中国食品卫生杂志 1989, 1(1): 42
- [3]罗雪云, 等·卫生研究 1987, 16(4): 33
- [4]魏润瑾·卫生研究 1986, 15(5): 40
- [5]Kamimura HM et al, J Food Hyg Soc Jap 1979, 20: 352
- [6]Hart Lpet al, J Agric Food Chem 1983, 31: 657
- [7]Abbas Hk et al, Appl Environ Microbiol 1985, 50(2): 482
- [8]Lee Ung-Soo et al, J Agric Food Chem 1987, 35: 126
- [9]上海市赤霉病麦协作组·卫生研究 1975, 5: 420