

PYROGEN

English Translation

APPROVED

Deputy Director
of the State Scientific Centre
under Russian Institute of
Biophysics
Academician L.A. Buldakov
18 May 1995

CONCLUSION

on a toxicological evaluation of a health hazard presented by wheat subjected to an exposure to the combustion products of the aerosol-forming extinguishing composition

The number of industrial premises protected by the fire suppression systems based on a new aerosol-forming compositions steadily increases due to a high efficiency and relative ecological safety of the above compositions.

At present Scientific and Production Association "Soyuz" has developed a MAG type aerosol extinguishers based on PT-4 and PT-50-2 aerosol-forming compositions and designed for the suppression of fires and prevention of explosions of an air-flour mixture at flour mills and flour factories.

Main ingredients of PT-compositions are potassium nitrate, nitrocellulose, catalysts and other chemical additives. Extinguishing action is due an excellent fire fighting characteristics of the aerosol media generated upon ignition of the PT-compositions.

Introduction of MAG aerosol extinguishers into flour mills and flour storages made it necessary to address some specific medical and biological issues to be solved such as a possible harmful effects of PT-composition's combustion products on the quality and safety of food raw materials and food products.

In the case of flour factories the possible contamination of the food products is due not to the gaseous aerosol components, which are easily ejected into the upper atmospheric layers, but solid aerosol components that would settle down and contaminate the surfaces, including food raw materials (flour), mainly with potassium- and nitrogen-containing chemicals.

Health hazard of the flour that had been contaminated with PT-4 composition's combustion products at concentrations adequate to those applied in real situations (100 g/m^3) was determined by conducting the following experiments:

- 1) Investigation of the organoleptic characteristics of the "contaminated" flour and grain products baked from it;
- 2) Chemical analysis of the "contaminated" and "pure" controls samples of wheat flour as provided by the client - Scientific and Production Association "Soyuz";
- 3) Toxicological experiment on animals of different age groups subjected to a 30-days feeding with the grain products baked from the "contaminated" and "pure" flour.

Results of the above research showed the following:

- Appearance of the "contaminated" flour differed from that of "pure" flour - a surface layer of the flour, subjected to the contamination with PT-composition's combustion products, was of grey colour disappearing when mixed with deeper layers. "Pure" flour was of normal white colour.

- Grain products baked from the "contaminated" flour had an alien weak odour.

- "Contaminated" flour had higher compared to "pure" content of potassium (2400 mg/kg in the upper layer and 1400 mg/kg in the mixed "contaminated" flour, this being compared with 1040 mg/kg for the "pure"); nitrates - (10 mg/kg in the mixed "contaminated" flour compared to 3.4 mg/kg for the "pure" flour); and nitrites - (0.31 mg/kg in the mixed "contaminated" flour compared to 0.048 mg/kg for the "pure" flour).

It was impossible to evaluate a health hazard of the detected higher levels of the above chemicals in the "contaminated" flour by referring to a standard maximum permissible concentration values, since those values had not been found in the official register of the USSR Health Ministry "Medical, biological and sanitary standards for the quality of food raw materials and food products" (State Standards, Moscow, 1990).

However, test results on potassium could be compared with the reference data on permissible daily intake by human body quoted as a 3300 mg/day. The comparison led to a conclusion that a consumption of bread baked from the "contaminated" flour (0.3-0.5 kg/day potassium content) presented no health hazard for a human.

Similar comparison on the quantities of the other chemicals (nitrates, nitrites) detected in the "contaminated" flour resulted in the same conclusion of their harmlessness.

Test results of the toxicological experiments on animals (results included a variety of integral, haematological, biochemical and morphological parameters) confirmed the above conclusion of harmlessness of the flour contaminated with PT-composition's combustion products.

Examination of adult test animals in comparison with control animals, that had been fed with bread made of "pure" wheat, revealed no definite changes in each parameter. Tolerances were within physiological norms and did not differ from the control figures.

Young animals having higher susceptibility towards toxins showed by the end of 30-day an activation of the alanintransferaza enzyme and insignificant increase in the value of liver's mass coefficient that is a characteristic symptom for the adaptive mechanisms tension. Methemoglobinemia as a specific limiting factor for nitrates and nitrites effect was not observed.

Based on the results of the tests on animals, the following conclusion could be drawn:

Adult animals when fed with the grain products baked from the "contaminated" flour showed no symptoms of alimentary toxicosis, while the young animals fed with the same products showed tension of the adaptive mechanisms, however, without developing any of the pathologic reactions.

Therefore, food raw materials (flour) and food products (grain products) manufactured from flour contaminated with the combustion products of PT-composition present no health hazard for an adult consumer, but do not comply with the sanitary standards for the organoleptic characteristics - flour has a grey colour and grain products - alien weak odour.

Based on the undertaken research, the following recommendations for use of flour subjected to exposure of the aerosol combustion products of PT-composition are being suggested:

- Remove upper "contaminated" layer until flour of a commercial grade appears (visual control);
- Use "contaminated" layer for technical purposes or in animal food;

Flour of a commercial grade is permitted for use as a food raw material without any additional control.

Head of the Toxicology Department

V.S. Kushneva

Accreditation Certificate for the Department:

Registration No: CA 13.30

Date of issue: 1.12.93

Issued by: State Committee of Sanitary and Epidemic Inspection

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора

Государственного
научного центра РФ-
Института биофизики,
академик



Л.А.Булдаков

18 мая 1995 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

о токсикологической оценке степени вредности муки, подвергавшейся воздействию продуктами сгорания аэрозольобразующего огнетушащего состава

Число промышленных объектов, на которых внедряются огнетушители, содержащие новые аэрозольобразующие огнетушащие составы (АОС), постоянно увеличивается, что обусловлено, с одной стороны, их высокой эффективностью, а с другой - относительной экологической безопасностью.

В настоящее время ЛНПО "Союз" разработаны аэрозольные огнетушители "МАГ" на основе АОС ПТ-4 и ПТ-50-2 для тушения пожаров и предотвращения взрывов воздушно-мучной пыли на предприятиях по хранению и переработке зерна.

Основными компонентами, входящими в рецептуру АОС составов ПТ, являются нитрат калия, нитроцеллюлоза, катализаторы и другие химические добавки. Принцип огнетушащего эффекта этих составов заключается в том, что их горение сопровождается образованием газоаэрозольной смеси, обладающей способностью гасить пламя.

Внедрение аэрозольных огнетушителей "МАГ" на объектах по хранению и переработке зерна, имеющих свою специфику, повлекло за собой необходимость решения новых медико-биологических проблем, в частности таких, как выяснение возможного вредного влияния продуктов горения составов ПТ на качество и безопасность продовольственного сырья и пищевых продуктов.

В данных ситуациях опасность загрязнения пищевых продуктов будет обусловлена попаданием не газообразных химических веществ (которые легко эжектируют в верхние слои атмосферы), а твердой фракции продуктов сгорания, оседающей и загрязняющей поверхности, в том числе продовольственное сырье (муку), конденсированным аэрозолем, состоящим в основном из калий- и азот-содержащих соединений.

Степень опасности для здоровья людей муки, контаминированной продуктами сгорания составов ПТ в концентрациях адекватных таковым при реальном применении аэрозольных огнетушителей (100 грамм на куб.метр), определялась на основании экспериментальных работ включающих:

1) Изучение органолептических характеристик "загрязненной" муки и хлебных изделий из нее;

2) Химико-аналитические исследования "загрязненной" и "чистой" - контрольного образцов пшеничной муки, предоставленных заказчиком-ЛНПО "Союз";

3) Токсикологический эксперимент на лабораторных животных разных возрастных групп, подвергавшихся в течение 30 суток скармливанию хлебными изделиями, выпеченными из "загрязненной" и "чистой" муки.

Результаты исследования показали, что:

- внешний вид "загрязненной" муки отличался от контрольной - поверхностный слой муки, подвергавшийся воздействию продуктов горения состава ПТ, был серого цвета, который исчезал при перемешивании верхнего слоя с последующими более глубокими, контрольная мука была обычного белого цвета;

- испеченные из опытного образца муки хлебные изделия имели посторонний слабовыраженный запах;

- в "загрязненной" муке обнаружены повышенные по сравнению с контролем концентрации калия (2400 мг/кг в верхнем слое, 1400 мг/кг в перемешанной "загрязненной" муке, при 1040 мг/кг в "чистой"), нитратов - (10 мг/кг в перемешанной опытной пробе и 3,4 мг/кг в контрольной пробе) и нитритов (0,31 мг/кг в перемешанной опытной пробе и 0,048 мг/кг в контрольной пробе).

Оценить степень опасности выявленных превышений в содержании указанных компонентов в "загрязненной" муке по сравнению с "чистой" мукой путем сопоставления их с критериями безопасности (ПДК) не представлялось возможным из-за их отсутствия в официальном документе Минздрава СССР "Медико-биологические и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов" (Москва, Издательство стандартов, 1990 год).

Однако, из сопоставления полученных результатов анализа с литературными данными о допустимом суточном поступлении калия в организм человека, равным 3300 мг в сутки, становится очевидным, что потребление хлеба (0,3-0,5 кг/сут) из "загрязненной" муки не может оказать вредного воздействия на человека. Аналогичные сопоставления, сделанные по другим химическим соединениям (нитраты, нитриты), обнаруженным в "загрязненной" муке, позволили прийти к тому же выводу - о безвредности для человека обнаруженных количеств нитросоединений.

Подтверждением безвредности муки, контаминированной продуктами сгорания состава ПТ явились и результаты токсикологического эксперимента, выполненного на лабораторных животных с использованием широкого набора интегральных, гематологических, биохимических и морфологических показателей. Обследование взрослых подопытных животных, проводившееся в сравнительном аспекте с контрольными (получавшими хлеб из "чистой" муки), не выявило достоверных изменений ни по одному показателю. Отмечались колебания в их цифровых значениях, не выходящие за пределы физиологических норм и не отличающиеся от контроля. У молодых животных, характеризующихся повышенной чувствительностью к действию токсикантов, на 30-е сутки отмечены: активация фермента аланинтрансферазы и незначительное увеличение массового коэффициента печени, что характеризует напряжение адаптивных

механизмов. Метгемоглобинемию, как специфического лимитирующего показателя при воздействии нитратов и нитритов, выявить не удалось.

Следовательно, полученные в эксперименте на взрослых животных данные, свидетельствуют об отсутствии признаков алиментарного токсикоза при использовании в пищу хлебных изделий, выпеченных из "загрязненной" муки, в то время как скармливание этих же изделий молодым животным, не приводя к развитию патологических реакций, способствует напряжению адаптационных механизмов.

Таким образом, продовольственное сырье (мука) и пищевые продукты (хлебные изделия), изготовленные из муки, контаминированной продуктами сгорания состава ПТ, безопасны для здоровья взрослого потребителя, но не соответствуют санитарным нормам по органолептическим характеристикам: мука имеет серый нетоварный вид, а хлебные изделия - посторонний слабовыраженный запах.

На основании выполненных исследований предлагаются следующие рекомендации по использованию муки, подвергавшейся воздействию газоаэрозольной смеси продуктов горения состава ПТ:

- удалить верхний "загрязненный" слой, до появления муки товарного вида, руководствуясь визуальным контролем;
- использовать "загрязненный" слой муки для технических целей или для скармливания животным.

Мука товарного вида допускается в качестве продовольственного сырья без дополнительного контроля.

Зав. лабораторией токсикологии

 В.С.Кушнева

Сертификат аккредитации лаборатории Госкомсанэпиднадзором
рег. №СА 13.30 выдан 1.12.93.

**AEROSOL GENERATORS
OF MAG_{GP} SERIES**

***FOR APPLICATION AT GRAIN FACTORIES AND
ELEVATORS***

Abstract

1995

World statistics reports that approximately 400-500 explosions occur at grain factories and elevators every year.

Formation of organic dusts and explosion hazards presented by their mixtures with air is an inevitable part of the production processes at grain factories and elevators.

Probable sources of ignition for such dust-air mixtures are electric arc and/or flame of a gas burner during arc welding, sparks generated by broken equipment, blow and friction, static electrical discharge, incandescent surface of the construction elements and the like.

Explosion of dust-air mixture normally results not only in local destruction, but development and propagation of explosion into all interrelated process areas.

It is well known that the most effective suppression and prevention of explosion of the dust-air mixtures could be achieved by the chemical inhibitors introduced into the risk area.

From this point of view, application of aerosol extinguishing systems could be a ready made solution, since aerosol generators ensure rapid formation and delivery of the extinguishing agent into the risk area and almost instantaneous extinguishment.

Aerosol generators are the most effective in extinguishing fires involving flammable gases and liquids as well as different sorts of plastic materials. Aerosol also shows very strong inhibiting action towards deflagration and explosion of the dust-air mixtures.

Aerosol generators of MAG_{GP} type, having 0.2; 0.5; 1.5; 3.5; 4.5; 6.5 and 8 kg of the aerosol-forming composition (aerosol element), have been specially developed for the protection of grain factories and elevators. The following main requirements had to be met before extinguishing system could be approved for the above application:

- Temperature of the discharged aerosol shall be low enough to exclude the possibility of ignition of the products, equipment or construction elements. Temperature of 200-260 ° C normally corresponds to the lower self-ignition limit of the dust-air mixture.
- Operation of aerosol generators shall be effected via reliable and flexible means. Combined operation from thermal, electrical or mechanical impulses shall be considered.
- Aerosol shall contain no toxic ingredients that could effect personnel and/or the product.
- Corrosion effects of the aerosol towards equipment shall be minimal and not detrimental to its service life.

Technical characteristics of the aerosol generators developed to the above criteria are shown in Table 2.

All generators provide average intensity of aerosol delivery from 0.03 to 0.75 kg/s. Temperature at the outlet does not exceed 260 ° C.

Extensive testing on MAG_{GP} generators had been carried out to evaluate their extinguishing efficiency, operation under the most severe conditions, corrosiveness and possible toxicity effect. Some of the test results are given in Table 3.

Tests on extinguishing efficiency and operation under conditions of elevated temperature and humidity (thermostatic control of generators at temperatures from 50 ° C to 80 ° C) resulted in establishing a guaranteed service life being at least 5 years from the manufacture date.

Tests on corrosion effect of the aerosol on construction materials and equipment showed no corrosion on steel, cast iron and corrosion-resistant aluminium alloys (such as A6, AMg3) and weak corrosion on brass, bronze and high-alloy aluminium compounds. Wiping of exposed parts with a surfactant or mechanical grinding after exposure to the aerosol is required to exclude effects of corrosion completely.

Chemical analysis of flour subjected to aerosol exposure (at 100 g/m³ aerosol concentration and 30 minutes soaking period), as well as medical tests on animals subjected to a 30-days feeding with the grain products baked from the contaminated flour revealed no health hazard to a living organism. Removal of the contaminated layer is recommended for a further use for technical purposes or in animals food. Flour of deeper layers could be used as a food raw material.

Based on the above test results and investigations, MAG_{GP} generators have been recommended for the protection of grain factories and elevators.

Technical characteristics of MAG generators of series GP for application at grain factories and elevators

Generator	Protected volume, m ³ *	Aerosol element - dimensions, mm	Aerosol element - number of elements per generator	Aerosol element-mass, kg	Mass of generator, kg	Operation time, s	Dimensions of generator, mm	
							diameter	length
MAG _{GP} -0.5	5	86/10-50	1	0.5	2.0	5-10	95	200
MAG _{GP} -1.5	15	68/10-35	7	1.5	10.5	8-12	245	205
MAG _{GP} -3.5	35	86/10-50	7	3.5	15.0	10-15	300	205
MAG _{GP} -4.5	45	68/10-37	19	4.5	35.0	8-12	396	215
MAG _{GP} -6.5	65	86/10-36	19	6.5	41.0	10-15	485	170
MAG _{GP} -8.0	80	86/10-47	19	8.0	50.5	10-15	485	195
MAG _{GP} -0.2 G	2	68/10-35	1	0.2	0.9	5-7	75	160
MAG _{GP} -0.5 G	5	86/10-50	1	0.5	2.2	5-10	95	215

G - GRENADE MODIFICATION

* - UNDER CONDITIONS OF UP TO 5 % UNCLOSEABLE OPENINGS

Table 2.

Testing of MAG generators of series GP for application at grain factories and elevators

Generator	Mass in kg and composition of aerosol elements	Mass in kg and composition of cooling elements	Ratio aerosol element mass/ cooling element mass	Operation time, s	Average intensity of aerosol delivery, kg/s	Appearance of generator's outer case after testing	Flame zone, temperature at the outlet, ° C	Length of aerosol jet, m
MAG _{GP} -0.5	0.45 PT-4	0.90 OC-3	2.0	7.9	0.057	paint darkened in the middle part	No flame zone, T=260	1.5
MAG _{GP} -1.5	1.35 PT-4	2.95 OC-3	2.18	9.1	0.148	local darkening of paint in the middle part	No flame zone, T=245	2
MAG _{GP} -3.5	3.20 PT-4	7.05 OC-3	2.20	11.5	0.276	local darkening of paint in the middle part	No flame zone, T=233	3
MAG _{GP} -4.5	4.80 PT-4	11.05 OC-3	2.30	9.5	0.505	local darkening of paint in the middle part	No flame zone, T=237	4
MAG _{GP} -6.5	6.41 PT-4	14.14 OC-3	2.20	11.1	0.577	local darkening of paint in the middle part	No flame zone, T=248	5
MAG _{GP} -8.0	8.5 PT-50-2	19.95 OC-3	2.35	11.6	0.733	local darkening of paint in the middle part	No flame zone, T=148	
MAG _{GP} -0.2 G	0.19 PT-4	0.40 OC-3	2.10	5.5	0.035	paint darkened in the middle part	No flame zone, T=255	1
MAG _{GP} -0.5 G	0.46 PT-4	0.93 OC-3	2.02	7.8	0.059	paint darkened in the middle part	No flame zone, T=250	1.5

Table 3.