

КРУГЛЫЙ СТОЛ

**ПРИМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ,
ИОНИЗИРУЮЩИХ И
НЕИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ В
АГРОБИОТЕХНОЛОГИЯХ**

21 сентября 2016 года, г. Москва

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Москва – Обнинск - 2016

Редакционная коллегия:

Б.Ф. Мясоедов, академик РАН
А.А. Завалин, член-корр. РАН
Н.И. Санжарова, член-корр. РАН

Составители:

О.А. Шубина, О.Э. Пронина

Применение химических веществ, ионизирующих и неионизирующих излучений в агробιοтехнологиях: сборник тезисов круглого стола в рамках XX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии, Москва, 21 сентября 2016 г., Обнинск: ФГБНУ ВНИИРАЭ. - 60 с.

21 сентября 2016 г. в рамках XX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии был организован круглый стол «Применение химических веществ, ионизирующих и неионизирующих излучений в агробιοтехнологиях».

В сборнике представлены тезисы докладов по направлениям: применение химических веществ в агротехнологиях, применение ионизирующих и неионизирующих излучений в производстве, переработке и хранении сельскохозяйственного сырья и пищевой продукции,

Материалы публикуются в авторской редакции.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция Применение химических веществ в агротехнологиях

Алферов А.А.

Эффективность действия азотного удобрения при использовании
ризоагрина на яровой пшенице10

Завалин А.А.

Эффективность применения биомодифицированных минеральных
удобрений12

Логинова Е.С., Никольский В.М., Смирнова Т.И., Толкачева Л.Н.

Создание и применение комплексных микроэлементных удобрений14

Петропавловский А.А., Бекбаев А.С., Черничкин Р.В.

Применение оксида этилена в сельском16

Ратников А.Н., Свириденко Д.Г., Петров К.В., Сулов А.А., Попова Г.И.

Органо-минеральный препарат Геотон – инновационная разработка для
сельского хозяйства18

Хамизов Р. Х., Мясоедов Б. Ф., Конов М.А.

Новая технология производства быстрорастворимых удобрений для
капельного орошения20

Цыганова Н.А., Воронкова Н.А., Дороненко В.Д., Волкова В.А.

Предпосевная обработка семян стимуляторами роста в сверхмалых дозах22

Шашковский С.Г., Киреев С.Г., Ершов Б.Г.

Высокоинтенсивная фотохимическая технология обеззараживания
объектов хранения и переработки пищевой продукции24

Секция Применение ионизирующих и неионизирующих излучений в производстве, переработке и хранении сельскохозяйственного сырья и пищевой продукции

Авдюхина В.М., Близняк У.А., Борщеговская П.Ю., Бусленко А.В.,

Еланский С.Н., Илюшин А.С., Левин И.С., Студеникин Ф.Р., Черняев А.П.

Ингибирование прорастания клубней картофеля после воздействия
рентгеновского излучения27

Барабанов В.В., Безуглов В.В., Брызгин А.А., Власов А.Ю., Воронин Л.А., Коробейников М.В., Нехаев В.Е., Максимов С.А., Панфилов А.Д., Радченко В.М., Штарклев Е.А., Сидоров А.В., Ткаченко В.О., Факторович Б.Л.

Мощные импульсные линейные ускорители электронов ИЛУ и их применение в пищевой промышленности29

Груздев Н.А., Лобанов И.В.

Мировой опыт применения ионизирующих излучений для продления сроков годности свежих овощей и фруктов31

Ершов Б.Г., Грачева А.Ю., Завьялов М.А., Илюхина Н.В., Павлов Ю.С.,

Прокопенко А.В., Филиппович В.П.

Радиационно-биологические технологии, реализованные в центре радиационных технологий ИФХЭ РАН33

Исамов Н.Н., Козьмин Г.В., Губарева О.С., Рясная Е.И., Алешикина Е.Н.

Радиационная стерилизация продукции животного происхождения35

Кобялко В.О., Козьмин Г.В., Лыков И.Н., Саруханов В.Я. Полякова И.В.,

Фролова Н.А., Брызгин А.А.

Радиационная обработка многокомпонентных пищевых продуктов (рыбных пресервов) на электронном ускорителе37

Козьмин Г.В., Санжарова Н.И., Павлов А.Н., Тихонов В.Н., Пронина О.Э.

Перспективы применения ионизирующих излучений и других физических факторов в агробiotехнологиях39

Лой Н.Н., Гулина С.Н., Щагина Н.И., Миронова М.П.

Влияние ионизирующих излучений на жизнеспособность насекомых-вредителей зерна и зернопродуктов41

Молин А.А., Будник С.В.

Радиационные технологии в агрокомплексе и пищевой промышленности43

Павлов Ю.С., Ершов Б.Г., Казякин А.А., Шинкарев В.М.

Центр радиационных технологий ИФХЭ РАН: возможности и перспективы45

Павлов А.Н., Козьмин Г.В., Санжарова Н.И., Пименов Е.П., Микаилова Р.А.

Эффективность экспериментально-производственного процесса радиационной обработки сельскохозяйственной продукции растительного происхождения на гамма-установке ГУР-12047

<i>Пименов Е.П., Морозова А.И., Васильева Н.А., Павлов А.Н.</i> Влияние ионизирующих излучений на жизнеспособность микроорганизмов, обсеменяющих специи	49
<i>Поликарпов Н.А., Шашковский С.Г., Ершов Б.Г.</i> Увеличение сроков хранения белого винограда при его облучении высокоинтенсивными потоками УФ излучением сплошного спектра	51
<i>Санжарова Н.И., Козьмин Г.В., Гераськин С.А.</i> Фундаментальные и прикладные аспекты применения радиационных технологий в сельском хозяйстве и пищевой промышленности	53
<i>Смирнов В.П., Крастелев Е.Г., Сартори А.В., Часовских А.В.</i> Радиационные и электроимпульсные воздействия в переработке пищевой продукции	55
<i>Упадышев М.Т., Донецких В.И., Петрова А.Д., Метлицкая К.В.</i> Магнитно-импульсная терапия при оздоровлении растений груши от вирусов <i>in vitro</i>	57
<i>Цыгвинцев П.Н., Тихонов А.В., Рачкова В.М., Любимова Л.А., Манин К.В.</i> Сохранность клубней картофеля после гамма-облучения	59

CONTENTS

Section «Application of chemicals agents in agrobiotechnologies»

Alferov A.A.

The efficiency of nitrogen fertilizer when using rhyzoagrin on spring wheat.....10

Zavalin A. A.

Efficiency of application of mineral fertilizers biomodification12

Loginova E.S., Nikolskiy V.M., Smirnova T.I., the Tolkacheva L.N.

Creation and application of complexone micronutrient fertilizers.....14

Petropavlovsky A.A., Bekbaev A.S., Chernichkin R.V.

Application of ethylene oxide in agriculture16

Ratnikov A.N., Ssviridenko D.G., Petrov K.V., Suslov A.A, Popova G.I.

Organo-mineral preparation geoton – innovative development of agriculture.....18

Khamizov R.Kx., Myasoedov B.F., Konov M.A.

New technology of the production of instant fertilizers for drip irrigation.....20

Tsyganova N.A., Voronkova N.A., Doronenko V.D., Volkova V.A.

Presowing seed treatment with growth stimulants in midget doses.....22

Shashkovskiy S.G., Kireev S.G., Ershov B.G.

High-intensity photochemical technology for decontamination of food

processing and storage products24

Section «Application of ionizing and non-ionizing radiation in production, processing and storage of agricultural raw materials and food products»

Avyukhina V.M., Bliznyuk U.A., Borchegovskaya P.Ju., Buslenko A.V., Elansky S.N.,

Ilushin A.S., Levin I.S., Studenikin F.R., Chernyaev A.P.

Inhibition of potato sprouting after X-ray irradiation.....27

Barabanov V.V., Bezuglov V.V., Bryazgin A.A., Vlasov A.Y., Voronin L.A.,

Korobeynikov M.V., Nekhaev V.E., Maksimov S.A., Panfilov A.D., Radchenko V.M.,

Shtarklev E.A., Sidorov A.V., Tkachenko V.O., Factorovich B.L.

Impulse linear electron accelerators of high power “ILA” and their use in

food industry.....29

Gruzdev N.A., Lobanov I.V.

Global experience in radiation applications for extending the shelf life of fresh fruits and vegetables.....31

Ershov B.G., Gracheva A.Yu., Zavyalov M.A., Ilyukhina N.V., Pavlov Yu.S., Prokopenko A.V., Filippovich V.P.

Radiation and biological technology, realized in the center of radiation technologies IPCE33

Isamov N.N., Kozmin G.V., Gubareva O.S., Rysnaya E.I., Aleshkina E.N.

Radiation sterilization of products of animal origin35

Kobyalko V.O., Koz'min G.V., Lykov I.N., Saruhanov V.Ya., Polyakova I.V., Frolova N.A., Bryazgin A.A.

Radiation treatment of multicomponent food products (fish preserves) on the electron accelerator.....37

Kozmin G.V., Sanzharova N.I., Pavlov A.N., Tikhonov V.N., Pronina O.E.

Prospects of application of ionizing radiation and other physical factors in agricultural biotechnology.....39

Loy N.N., Gulina S.N., Schagina N.I., Mironova M.P.

Effect of ionizing radiation on viability of pests of grain and grain products.....41

Molin A.A., and Budnik S.V.

Radiation technologies in agricomplex and in the food-processing industry.....43

Pavlov Y.S., Ershov B.G., Kazyakin A.A., Shinkarev V.M.

Center of radiation technologies IPCE RAS: opportunities and prospects.....45

Pavlov A.N., Kozmin G.V., Sanzharova N.I., Pimenov E.P., Mikailova R.A.

Effectiveness of experimental and manufacturing process of radiation treatment of agricultural plant products on gamma-installation GUR-120.....47

Pimenov E.P., Morozova A.I., Vasilyeva N.A., Pavlov A.N.

Effect of ionizing radiation on the viability of contaminating spice microorganisms49

Polikarpov N.A., Shashkovskiy S.G., Ershov B.G.

Increased shelf life of white grapes' storage after treatment by high-intensity UV-light of continuous spectrum51

Sanzharova N.I., Kozmin G.V., Geraskin S.A.

Fundamental and applied aspects of radiation technologies in agriculture and

food industry.....	53
Smirnov V.P., Krastelev E.G., Sartori A.V., Chasovskikh A.V.	
Radiative and electropulse effects in conversion of food products.....	55
<i>Upadyshev M.T., Donetskikh V.I., Petrova A.D., Metlitskaja K.V.</i>	
Magnetic-pulse therapy at improvement of plants of the pear from viruses <i>in vitro</i>	57
<i>Tsegvintsev P.N., Tikhonov A.V, Rachkova V.M., Lubimova L.A., Manin K.V.</i>	
The preservation of potato tubers after gamma-irradiation	59

СЕКЦИЯ
ПРИМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В
АГРОТЕХНОЛОГИЯХ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РИЗОАГРИНА НА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЕ

Алферов А.А.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова», 127550, Москва, ул. Прянишникова, 31а, alferov72@yandex.ru

На бедных гумусом дерново-подзолистых почвах даже со средней обеспеченностью фосфором и калием главная роль в формировании урожая яровой пшеницы принадлежит азоту [1, 2]. В России наблюдается недостаток применения удобрений и необходимость увеличения продуктивности сельскохозяйственных культур, что обуславливает поиск дополнительных источников азота. Одним из них является применение биопрепаратов на основе ассоциативных микроорганизмов, увеличивающих накопление в растениях элементов минерального питания, что связано с использованием азота из атмосферы, а также усилением поглощения корневой системой растений НРК из почвы и удобрений.

Цель работы – определить эффективность применения ризоагрина при возделывании яровой пшеницы на разных фонах минерального питания и уточнение закономерностей использования растениями азота удобрения.

В результате проведенных исследований установлено, что инокуляция семян яровой пшеницы ризоагрином обеспечивает прибавку урожайности зерна на 19,5 %, а азотное удобрение в дозе N_{45} – на 29,5%. В структуре выноса азота с урожаем доля ассоциативного азота, фиксированного ризосферными diaзотрофами, на фоне РК достигает 20%. Использование метода изотопной индикации с применением стабильного изотопа азота ^{15}N позволило установить, что коэффициент использования азота из аммиачной селитры равен 45%, а при совместном применении азотного удобрения и ризоагрина коэффициент использования азота возрастает до 56%. Величина «экстра» - азота составила 13% от «нетто-минерализации». При инокуляции семян ризоагрином увеличивался вынос азота: на 25% - на фоне РК и на 18% - в варианте с НРК. На дерново-подзолистой почве с невысоким содержанием гумуса иммобилизовалось 32% от азота, внесенного с удобрениями. Эффективность применения ризоагрина увеличивалась на фоне внесения азота в дозе N_{45} . При инокуляции семян яровой пшеницы биопрепаратом препаратом ассоциативных diaзотрофов и применении азотного удобрения дефицит баланса азота сократился на 9% по сравнению с РК.

Литература

1. Кореньков Д.А., Сиягин И.И., Петербургский А.В. и др. Удобрения, их свойства и способы использования / под ред. Д.А. Коренькова – М.: Колос, 1982. – 415 с.
2. Сычев В.Г., Соколов О.А., Шмырева А.Я. Роль азота в интенсификации продукционного процесса сельскохозяйственных культур. Том 1. Агрохимические аспекты роли азота в продукционном процессе. – М.: ВНИИА, 2009. – 423 с.

THE EFFICIENCY OF NITROGEN FERTILIZER WHEN USING RHYZOAGRIN ON SPRING WHEAT

Alferov A.A.

*All-Russian Scientific Research Institute of Agrochemistry after
D.N. Pryashnikov, 127550, Moscow, Pryanishnikova str. 31a,
alferov72@yandex.ru*

On the Humus-poor sod-podzolic soil even with the medium supply of phosphorus and potassium the leading role in the crop formation of spring wheat belongs to nitrogen [1, 2]. In Russia we can observe the lack of the usage of fertilizers and the necessity of agricultural crop growth, which causes the search for the extra-source of nitrogen. One of them is the application of bio-preparations based on associative microorganism extract causing the growth of accumulation of mineral nutrients in plants, which is connected with the application of nitrogen from atmosphere, and also enhancement absorption of NPK root system plants from fertilizers and soil.

The purpose of this study (the goal of this work) is to define the efficiency of rhyzoagrin application with the spring wheat cultivation on the different backgrounds of mineral nutrients and the elaboration of regularities of applying nitrogen fertilizers by plants.

During the recent research we have found that rhyzoagrin spring wheat seed inoculation provides the productivity of grain yield by 19.5 %, and nitrogen fertilizer dosed in N45 - by 29.5 %. In the structure of nitrogen removal with the yield the part of associative nitrogen, fixed with rhizosphere diasotroph, on PK background reaches 20%. The use of the Tracer method with the application of stable nitrogen isotope ^{15}N has allowed to find out, that the coefficient of the use of nitrogen made from ammonium nitrate is 45%, and with combined use of nitrogen fertilizer and rhyzoagrin coefficient of nitrogen application reaches 56%. The magnitude of "extra" - nitrogen has reached 13% because of net-mineralization. During the rhyzoagrin seed inoculation the nitrogen removal has raised by 25% - on the PK background and by 18% - in the variant with NPK. 32% from nitrogen, gained with fertilizer, have immobilized on the sod-podzolic soil with the low coefficient of humus. The efficiency of rhyzoagrin application has raised on the nitrogen insertion background dosed in N45. During the spring wheat seed inoculation with bio preparation of associative diasotrophs and the application of nitrogen fertilizer the nitrogen balance deficit has reduced by 9% comparing with PK.

References

1. D.A. Korenkov, I.I. Sinyagin, A.V. Peterburgcky and others. Fertilizers, their characteristics and ways of use / edited by D. A. Korenkov- M.: Kolos, 1982. -415 p.
2. V.G. Sichev, O.A. Sokolov , A.Y. Shmireva . The role of nitrogen in the intensification of the productive process of agricultural cultivation.Vol. 1. Agrochemical aspects of the nitrogen role in productive process. - M.: 2009. - 423 p.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИОМОДИФИЦИРОВАННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Завалин А.А.

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
агротехники имени Д.Н. Прянишникова», 127550, Москва,
ул. Прянишникова, 31а, bioazot@mail.ru*

Приведены сведения о технологии получения биомодифицированных минеральных удобрений, включающей добавление в гранулированные или в жидкие удобрения микробных препаратов, созданных на основе микроорганизмов, которые повышают усвояемость питательных веществ из минеральных удобрений и мобилизуют почвенные запасы; вырабатывают аминокислоты, витамины, гормоны и органические кислоты, которые ускоряют развитие растений и укрепляют их иммунитет; синтезируют вещества, блокирующие развитие фитопатогенных микроорганизмов.

В результате нанесения бактерий на поверхность гранул минеральных удобрений образуется своего рода «биокапсула», которая одновременно выполняет сразу несколько функций: удобрительную, защитную и стимулирующую. Такой набор полезных свойств позволяет получать прибавки урожайности сельскохозяйственных культур и увеличивать окупаемость минеральных удобрений.

На дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с яровой пшеницей установлено, что нанесение на гранулы аммиачной селитры микробиологического препарата достоверно увеличивало вынос с урожаем азота и калия, имела место тенденция повышения накопления в нём фосфора. Коэффициент использования растениями азота удобрений, определенный с применением стабильного изотопа ^{15}N возрастает в 1.2 раза. В полевых исследованиях показано, что от применения модифицированных минеральных удобрений урожайность зерна ячменя возрастала на 13-20% на почве с низким содержанием подвижного фосфора и на 11-16% с его высоким содержанием. Рост урожая зерна ячменя связан с изменением продуктивной кустистости, увеличением на 0,5-1,6 см длины колоса и на 3-4 см высоты растений. Возрастает в среднем на 15% коэффициенты использования растениями элементов питания из почвы (минеральный азот $\text{N-NO}_3 + \text{N-NH}_4$, подвижные формы P_2O_5 и K_2O).

EFFICIENCY OF APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS BIOMODIFICATION

Zavalin A. A.

*All-Russian Scientific Research Institute of Agrochemistry after
D.N. Pryashnikov, 127550, Moscow, Pryanishnikova str. 31a,
bioazot@mail.ru*

Information is given on the technology of biomodification mineral fertilizers, including adding the granular or liquid fertilizers microbial products, created on the basis of microorganisms, which increase the absorption of nutrients from mineral fertilizers and mobilising soil reserves; produce amino acids, vitamins, hormones and organic acids that accelerate the development of plants and strengthen the immune system; synthesize substances that block the development of pathogenic microorganisms.

By applying bacteria on the surface of fertilizer granules formed a kind of "biocapsule", which simultaneously performs several functions: fertilizing, protective and stimulating. A set of useful properties allows to increase the yield of crops and increase their return on mineral fertilizers.

On sod-podzolic medium loamy soil with spring wheat determined that the application of the granules of ammonium nitrate microbial product significantly increased the removal with the harvest of nitrogen and potassium, and there was a trend of increasing accumulation of phosphorus in it. Utilization by plants of fertilizer nitrogen as determined using stable isotope ^{15}N increases in the 1.2 times. Field studies have shown that the use of modified mineral fertilizers grain yield of barley increased by 13-20% on the soil with low content of mobile phosphorus and 11-16% from its high content. The increase in grain yield of barley is associated with the change of productive tilling capacity, increase by 0.5-1.6 cm the length of the ear, and 3-4 cm of plant height. Increased by an average of 15% utilization by plants of nutrients from soil mineral nitrogen ($\text{N-NO}_3 + \text{N-NH}_4$, mobile forms of P_2O_5 and K_2O).

СОЗДАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСОННЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТНЫХ УДОБРЕНИЙ

Логинова Е.С.,¹ Никольский В.М.,² Смирнова Т.И.,³
Толкачева Л.Н.⁴

¹Тверской государственный университет, 170100, Тверь,
ул. Желябова, 33

²ООО МИФ «АНДРОНИК», 170002, Тверь, Садовый пер., 35
p000797@mail.ru

³Тверская государственная сельскохозяйственная академия, 170904,
Тверь, Сахарово, ул. Маршала Василевского, 7

⁴ООО «Экологически безопасные комплексоны», 170002, Тверь,
Спортивный пер., 11

Известны комплексные микроэлементные удобрения, например, гуминовые с применением этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА) [1]. Однако, ЭДТА вызывает серьезную озабоченность своим накоплением в мировом океане. Сегодня концентрация этого хеланта в реках Европы достигает 100 мг/л, в грунтовых водах США она колеблется в пределах [2] 1 - 72 мг/л. Японские исследователи нашли [3] в морской воде содержание ЭДТА от 0,3 до 3,0 мкг/л.

Нами созданы экологически безопасные комплексоны, производные янтарной кислоты (КПЯК) [4], разработаны микроэлементные удобрения на их основе [5-9].

Кроме эффективной транспортной функции по доставке в растения микроэлементов у КПЯК проявляется еще одно важнейшее свойство – способность на свету в условиях живой природы распадаться на аминокислоты в усвояемом виде [10].

Литература

1. Попов А.И., Шипов В.П., Трофимов В.А. *Патент 2178777 РФ*, 2002.
2. Капаруллина Е.Н., Доронина Н.В., Ежов В.А. *Прикладная биохимия и микробиология*, 2012, 48, 437.
3. Kemmei T., Kodama S., Fujishima H. *Analit. Chim. Acta*, 2012, 709, 54.
4. Яковлев А., Никольский В., Толкачева Л. *Патент 2527271 РФ*, 2014.
5. Никольский В., Смирнова Т., Светогоров Ю. *Патент 2399183 РФ*, 2010.
6. Копич Н., Никольский В., Логинова Е. *Патент 2543352 РФ*, 2015.
7. Никольский В., Толкачева Л., Яковлев А. *Патент 2552056 РФ*, 2015.
8. Смирнова Т., Малахаев Е., Никольский В. *Патент 2567190 РФ*, 2015.
9. Логинова Е., Лукьянова Н., Никольский В. *Патент 2577888 РФ*, 2016.
10. Логинова Е.С., Никольский В.М., Толкачева Л.Н. *Известия Академии наук. Серия химическая*, 2016, 9, 2238.

CREATION AND APPLICATION OF COMPLEXONE MICRONUTRIENT FERTILIZERS

Loginova E.S.,¹ Nikolskiy V.M.,² Smirnova T.I.,³ the Tolkacheva L.N.⁴

¹*Tver State University, 170100, Tver, Zhelyabova str., 33*

²*LLC SIF "ANDRONIC», 170002, Tver, Sadoviy Lane, 35
p000797@mail.ru*

³*Tver State Agricultural Academy, 170904, Tver, Sakharovo,
Marshal Vasilevskiy str., 7*

⁴*LLC "Eco-friendly complexones", 170002, Tver, Sportivniy lane, 11*

There are known integrated micronutrient fertilizers, such as humic, using ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) [1]. However, EDTA is a serious concern to its accumulation in the oceans. Today, the concentration of chelant in the rivers of Europe is 100 mg/l, in U.S. groundwater it ranges from [2] 1 - 72 mg/l. Japanese researchers found in seawater [3] EDTA content of 0.3 to 3.0 g/l.

We have created environmentally friendly chelating agents, derivatives of succinic acid (CDSA) [4] micronutrient fertilizers, based on them [5-9], have developed.

In addition to an efficient transport function for the delivery of micronutrients in plants, CDSA has the most important property - the ability to light in terms of nature break down into amino acids in digestible form [10].

References

1. Popov A.I., Shipov V.P., Trofimov V.A. *Patent 2178777 RF*, 2002.
2. Kaparullina E.N., Doronina N.V., Yezhov V.A. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 2012, 48, 437.
3. Kemmei T., Kodama S., Fujishima H. *Analit. Chim. Acta*, 2012, 709, 54.
4. Yakovlev A., Nikolskiy V., Tolkacheva L. *Patent 2527271 RF*, 2014.
5. Nikolskiy V., Smirnova T., Svetogorov Y. *Patent 2399183 RF*, 2010.
6. Kopich N., Nikolskiy V., Loginova E. *Russian Patent 2543352*, 2015.
7. Nikolskiy V., Tolkacheva L., Yakovlev A.A. *Patent 2552056 RF*, 2015.
8. Smirnova T., Malakhaev E., Nikolskiy V., *Patent 2567190 RF*, 2015.
9. Loginova E., Lukyanova N., Nikolskiy V. *Russian Patent 2577888*, 2016.
10. Loginova E.S., Nikolskiy V.M., Tolkacheva L.N. *Russian Chemical Bulletin*, 2016, 9, 2238.

ПРИМЕНЕНИЕ ОКСИДА ЭТИЛЕНА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Петропавловский А.А.,¹ Бекбаев А.С.,¹ Черничкин Р.В.^{1,2}

¹*ООО «СтериПак Сервис», 117246, г. Москва, Научный пр., д.10,
ap@steri-pack.ru*

²*Российский государственный аграрный университет МСХА
им. К.А. Тимирязева, 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49*

Данный доклад посвящен использованию оксида этилена в сельскохозяйственном производстве.

Широкий спектр биологического действия этиленоксида позволяет применять его как фумигант и дезинфицирующее и стерилизующее средство, а также использовать для протравливания посадочного материала, хранящейся сельхозпродукции и складских помещений. Обработка шкур пушных зверей и меха сельскохозяйственных животных этиленоксидом на некоторых предприятиях отрасли является неотъемлемой частью производственного цикла.

В пчеловодстве оксид этилена применяется для дезинфекции ульев, сотов, пчеловодного инвентаря при обнаружении заразных болезней.

В докладе будут рассмотрены плюсы и минусы используемых технологий, возможные перспективы применения в сельском хозяйстве и необходимые меры безопасности при работе с оксидом этилена.

APPLICATION OF ETHYLENE OXIDE IN AGRICULTURE

Petropavlovsky A.A.¹ Bekbaev A.S.¹ Chernichkin R.V.^{1,2}

¹ *LLC "SteriPak Service", Moscow, Nauchniy pr., 10,
ap@steri-pack.ru*

² *Russian State Agrarian University Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 127550, Moscow, Timiryazevskaya st., 49*

This report focuses on the use of the agricultural production of ethylene oxide.

A wide range of biological action of ethylene oxide allows its use as a fumigant and disinfectant and sterilizing agent, and used for etching planting material stored agricultural products and storage facilities. Processing furs and fur ethylene farm animals in some enterprises of the sector is an integral part of the production cycle.

In beekeeping ethylene oxide is used for disinfection of hives, combs, beekeeping equipment upon detection of infectious diseases.

The report will review the pros and cons of the technology used, the possible prospects of application in agriculture and the necessary safety precautions when working with ethylene oxide.

ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫЙ ПРЕПАРАТ ГЕОТОН – ИННОВАЦИОННАЯ РАЗРАБОТКА ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

**Ратников А.Н., Свириденко Д.Г., Петров К.В., Суслов А.А.,
Попова Г.И.**

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
радиологии и агроэкологии», 249032, Калужская область, г. Обнинск,
Киевское шоссе, 109 км, ratnikov-51@mail.ru*

Усовершенствование зональных технологий возделывания сельскохозяйственных культур путем применения новых препаратов, способствующих улучшению роста и развития растений, и, как следствие, увеличению их продуктивности, является одним из основных направлений повышения эффективности отраслей растениеводства и кормопроизводства. Новый органо-минеральный препарат на основе торфа ГЕОТОН разработан коллективом ФГБНУ ВНИИРАЭ (г. Обнинск). ГЕОТОН представляет собой комплексный универсальный жидкий концентрат с содержанием: азота (N) – 9-14%, фосфора (P_2O_5) – 23-25%, калия (K_2O) – 23-29%, органического вещества — 32-45%, в том числе гуматов калия 9-12%. ГЕОТОН не имеет запаха, безвреден при использовании, хорошо растворим в воде, совместим с большинством используемых минеральных удобрений и средств химической защиты растений. Основным сырьем для производства ГЕОТОНа является низинный торф. ГЕОТОН защищен патентом Российской Федерации № 2490241 от 20.08.2013 г. ГЕОТОН предназначен:

- для обработки вегетирующих растений (1 литр препарата на 1 гектар посевов в 300 литрах воды);
- для предпосевной обработки семян, в том числе клубней картофеля (250 мл препарата в 10 литрах воды на 1 тонну семян или клубней картофеля).

Обработка вегетирующих растений ГЕОТОНом проводится 1-2 раза за вегетационный период, в ответственные фазы их развития. Опрыскивание растений ГЕОТОНом усиливает их иммунитет, увеличивает эффективность корневого питания и повышает урожайность культур. Разработана технология применения ГЕОТОНа под различные сельскохозяйственные культуры (зерновые, картофель, овощные культуры, кукуруза, сахарной свекла), на различных типах почв, в Калужской, Брянской и Курской областях, позволяющая увеличить урожайность культур от 10 до 35%. Применение данной технологии повышает рентабельность производства на 24% и снижает себестоимость продукции на 19%. Использование ГЕОТОНа повышает содержание протеина в зерне зерновых культур на 1-2%, содержание крахмала в клубнях картофеля до 1,5%, и снижает содержание нитратов до 10%. ГЕОТОН является эффективным препаратом, способствующим повышению продуктивности и улучшению качества сельскохозяйственной продукции на различных типах почв.

ORGANO-MINERAL PREPARATION GEOTON – INNOVATIVE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE

**Ratnikov A.N., Sviridenko D.G., Petrov K.V., Suslov A.A.,
Popova G.I.**

*Russian Institute of Radiology and Agroecology, 249032, Kaluga region,
Obninsk, Kievskoye shosse, 109 km, ratnikov-51@mail.ru*

Improvement of zonal technologies of cultivation of agricultural crops by the application of new drugs that improve the growth and development of plants, and, consequently, increase their productivity, is one of the main directions of increase of efficiency of crop and forage production. New organo-mineral preparation based on peat GEOTON developed by a team of All-Russian Scientific Research Institute of Radiology and Agroecology (Obninsk). GEOTON is a comprehensive all-purpose liquid concentrate containing: nitrogen (N) – 9-14%, phosphorus (P_2O_5) – 23-25%, potassium (K_2O) – 23-29%, organic matter — 32-45%, including humates of potassium 9-12%. GEOTON has no smell, harmless in use, it is soluble in water, compatible with most used mineral fertilizers and means of chemical protection of plants

The main raw material for the production of GEOTON is peat. GEOTON is protected by patent of Russian Federation № 2490241 from 20.08.2013.

GEOTON intended:

- for treatment of vegetating plants (1 liter of the drug per 1 hectare of crops 300 liters of water);
- for presowing treatment of seeds, including potatoes (250 ml in 10 liters of water per 1 ton of seeds or potato tubers).

Treatment of vegetative plants with GEOTON is performed 1-2 times for vegetative period, at a crucial phase of their development.

Spraying plants with GEOTON strengthens their immune system, increases the efficiency of the root system and increases crop yields. The technology of application of GEOTON under different crops (cereals, potatoes, vegetables, corn, sugar beet), for various soil types, in the Kaluga, Bryansk and Kursk regions, results to the increasing of crop yields from 10 to 35%. The application of this technology increases the profitability of production 24% and reduces the cost of production by 19%. The use of GEOTON increases the content of protein in grain crops by 1-2%, the starch content in potato tubers to 1.5%, and reduces the nitrate content to 10%.

GEOTON is an effective preparation that promotes increase of productivity and improve the quality of agricultural products to various types of soil.

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА БЫСТРОРАСТВОРИМЫХ УДОБРЕНИЙ ДЛЯ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ

Хамизов Р.Х.,¹ Мясоедов Б.Ф.,² Конов М.А.³

¹*Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского
РАН, 119991, Москва, ул. Косыгина, 19, khamiz@mail.ru*

²*Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН,
119071, Москва, Ленинский пр. 31,*

³*ОАО «НПП «Радий», 125315, Москва, ул. Часовая, 28*

Будучи одним из крупнейших мировых экспортеров обычных минеральных удобрений, Россия ввозит из Европы и других стран высококачественные, не содержащие нерастворимых примесей удобрения для интенсивного растениеводства. Для обеспечения импортозамещения необходимы инновационные разработки.

Предложенная технология основана на результатах фундаментальных исследований, проводимых течение многих лет в РАН, в том числе: открытом явлении стабилизации пересыщенных растворов в сорбционном слое [1] и новом методе разделении кислот и солей в нанопористых средах [2].

Процесс получения продуктов, в частности, фосфорсодержащих удобрений включает две основные стадии: очистку экстракционной фосфорной кислоты с попутным извлечением концентрата РЗМ и ионообменную конверсию солей калия и аммония в условиях образования коллоидных систем [3]. При этом получение монокалий фосфата не связано с использованием дорогостоящих реагентов. Одновременно с моноаммоний фосфатом получается нитрат или сульфат калия. Разработан процесс получения чистого сульфата магния из природного сырья. Технология экологически безопасна, предусмотрена очистка стоков и утилизация побочных продуктов с получением новых полезных материалов.

Проведены стендовые и пилотные испытания в НИУИФ (Фосагро), на заводе БМУ (Еврохим), в ООО «НьюКем Текнолоджи», где также разработана технологическая часть проекта. По соглашению между администрацией Краснодарского края и ОАО «НПП «Радий» в настоящее время возводится первый опытно-промышленный цех в г. Белореченск.

Литература

1. Хамизов Р.Х., Мясоедов Б.Ф., Тихонов Н.А. *Доклады АН*, 1997, 356, 216.
2. Khamizov R.Kh., Krachak A.N., Gruzdeva A.N., Khamizov S.Kh., Vlasovskikh N.S., in *Ion Exchange and Solvent Extraction/ed. A.SenGupta*, V22, CRS Press, N.Y.-L., 2016, 240.
3. Хамизов Р.Х., Крачак А.Н., и др. *Патенты РФ 2544731, 2545337*, 2015.

NEW TECHNOLOGY OF THE PRODUCTION OF INSTANT FERTILIZERS FOR DRIP IRRIGATION

Khamizov R.Kh.¹ Myasoedov B.F.,² Konov M.A.³

¹*V.I. Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry RAS, 119991, Moscow, Kosygina str., 19, khamiz@mail.ru*

²*A.N. Frumkin Institute of Physical Chemistry and Electrochemistry, 119071, Moscow, Leninsky pr., 31*

³*OJSC «SPE «Radiy», 125315, Moscow, Chasovaya st., 28*

Russia, being one of the world's largest exporters of conventional fertilizers, however, imports from Europe and other countries fertilizers for intensive crop production, the high-grade materials free of insoluble impurities. In order to substitution of such an import, we need innovations.

The proposed technology draws on the results of basic research carried out for many years in the Russian Academy of Sciences, including the discovery of stabilization of supersaturated solutions in sorption beds (IXISS-effect) [1] and a new method for the separation of acids and salts in the nanoporous media [2].

The process for obtaining products in particular, phosphate fertilizers, comprises two basic steps: purification of wet process phosphoric acid with simultaneous extraction of REM and ion exchange conversion of potassium and ammonium salts at the conditions with the formation of colloidal systems [3]. In this case, the production of mono-potassium phosphate is not related to the use of expensive reagents. Simultaneously with mono-ammonium phosphate, potassium nitrate or sulphate are obtained. The process of obtaining pure magnesium sulphate from natural raw materials is also elaborated. The technology is environmentally friendly, provides wastewater treatment and recycling of by-products to produce new and useful materials.

Bench-scale and pilot tests have been carried out in the leading institute of the Fosagro Corp., in the factory BMF of the EuroChem Corp., in the LLC "NewChem Technology", which also has developed the technological part of a detailed engineering work. By the agreement between the Administration of Krasnodar Region and the OJSC "RPE" Radiy", a first experimental-industrial plant is currently being built in the city of Belorechensk.

References

1. Khamizov R.Kh, Myasoedov B.F., Tikhonov N.A. *Doklady, Phys. Chem.*, 1997, 356, 310.
2. Khamizov R.Kh., Krachak A.N., Gruzdeva A.N., Khamizov S.Kh., Vlasovskikh N.S., in *Ion Exchange and Solvent Extraction/ed. A.SenGupta*, V22, CRS Press, N.Y.-L., 2016, 240.
3. Khamizov R.Kh, Krachak A.N. etc. *Patents of RF 2544731, 2545337*, 2015.

ПРЕДПОСЕВНАЯ ОБРАБОТКА СЕМЯН СТИМУЛЯТОРАМИ РОСТА В СВЕРХМАЛЫХ ДОЗАХ

**Цыганова Н.А.¹ Воронкова Н.А.,^{1,2} Дороненко В.Д.,¹
Волкова В.А.¹**

¹ФГБНУ Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, 644012, г Омск, пр. Королева, 26, sibniish@bk.ru

²Омский государственный технический университет, 644050,
г. Омск, проспект Мира, 11

В целях повышения урожая сельскохозяйственных культур в современном аграрном комплексе применяют биологические активные вещества. Применение регуляторов роста растений способствует значительному снижению объемов применения макроэлементов, средств защиты растений от вредителей и болезней [1]. В связи с этим изучение и разработка приёмов применения физиологически-активных веществ в «сверхмалых» концентрациях, для управления живыми организмами и системами, имеет актуальное значение для земледелия региона [2,3].

Закладка лабораторного опыта проводилась по стандартной методике действующего ГОСТа 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести». Для приготвления рабочих растворов использовали: гетероауксин (индолил-3-уксусная кислота) и янтарную кислоту (бутан-1,4-диовая кислота).

В результате исследований были установлены концентрации веществ, оказывающие влияние на всхожесть и энергию прорастания семян. Увеличение энергии прорастания у семян редиса на 7 % получено в варианте с применением $2 \cdot 10^{-6}$ % раствора гетероауксина в сравнении с контролем (обработка семян дистиллированной водой). Наибольшая всхожесть семян редиса получена при обработке янтарной кислотой и гетероауксином в концентрациях $2 \cdot 10^{-6}$ % и $2 \cdot 10^{-8}$ %, соответственно.

Всхожесть пшеницы была максимальной (76%) при использовании янтарной кислоты, концентрация раствора предпосевной обработки семян $2 \cdot 10^{-4}$, и гетероауксина, концентрация раствора $2 \cdot 10^{-8}$ %.

Таким образом, обработка семян янтарной кислотой и гетероауксином в сверхмалых дозах оказывает существенное влияние на всхожесть и энергию прорастания семян.

Литература

1. Вакуленко, В.В., Шаповал О.А. Регуляторы роста растений в сельскохозяйственном производстве. *Плодородие*. – 2001. – № 2. – С. 27–29.
2. Рева М.И. Использование физиологически активных веществ в овощеводстве. М.: ВНИИО, 2000. – С. 212–213.
3. Яшутин Н.В. Дробышев А.П., Хоменко А.И. Биоземледелие. Научные основы, инновационные технологии и машины: *монография*. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2008. – 191с.

PRESOWING SEED TREATMENT WITH GROWTH STIMULANTS IN MIDGET DOSES

Tsyganova N.A.¹ **Voronkova N.A.**,^{1,2} **Doronenko V.D.**,¹ **Volkova V.A.**¹

¹*Federal State Scientific Institution Siberian Research Agricultural Institute,
644012, Omsk, Korolev Avenue 26, sibniish@bk.ru*

²*Omsk State Technical University, 644050, Omsk, Mira Avenue, 11*

In order to increase the yield of agricultural crops in modern agriculture biological active substances were applied. Application of plant growth regulators greatly reduced the scope of microelements application and means of plant protection from pests and diseases [1]. In this regard, the study and development of application techniques of physiologically active substances in the "ultra low" concentrations, to control alive organisms and systems are relevant for regional agriculture [2, 3].

Laboratory experiment was conducted according to standard methods applicable GOST (State standard) 12038-84 "Seeds of agricultural crops. Methods for determining germination". For preparation of working solutions were used: IAA (indole-3-acetic acid) and succinic acid (butane-1,4-diva acid).

As a result of the research the concentrations of substances that influence the seeds germination and germination energy were determined. The germination energy of radish seeds increased by 7 % in option with $2 \cdot 10^{-6}$ % solution of IAA in comparison with the control (seed treatment with distilled water). The highest seed germination of radish was obtained in the processing of succinic acid and IAA in concentrations of $2 \cdot 10^{-6}$ % and $2 \cdot 10^{-8}$ %, respectively.

Wheat germination was the highest (76%) using a succinic acid, the concentration of the solution presowing seeds treatment was $2 \cdot 10^{-4}$, and IAA, a solution concentration of $2 \cdot 10^{-8}$ %.

Thus, seeds treatment by succinic acid and IAA in ultra-low doses had a significant effect on the seeds germination and on energy of germination,

References

1. Vakulenko V.V., Shapoval O.A. Plant growth regulators in agricultural production. *Fertility*. – 2001. – No. 2. – Pp. 27-29.
2. Reva M.I. The use of physiologically active substances in olericulture. M.:All-Russian Scientific Research Institute of olericulture, 2000. – Pp. 212-213.
3. Yashootin N.V. A.P. Drobyshev, A.I. Khomenko Biological Agriculture. Scientific bases, innovative technology and machines: *monograph*– Barnaul: publishing house of Altai State Agrarian University, 2008. – 191p.

ВЫСОКОИНТЕНСИВНАЯ ФОТОХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ХРАНЕНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

Шашковский С.Г.,¹ Киреев С.Г.,¹ Ершов Б.Г.²

¹ООО «НПП «Мелитта», 117997, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.16/10

²Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН,
117342, Москва, ул. Обручева, 40, ershov@ipc.rssi.ru

Сроки хранения, качество продукции пищевой промышленности зависит от микробной чистоты среды.

В докладе представлены результаты экспериментальных исследований эффективности обеззараживания спор бактерий и грибов с помощью комбинированной обработки контаминированных поверхностей химической аэрозолью пероксида водорода 3% концентрацией и потоками импульсного ультрафиолетового излучения сплошного спектра ксеноновой лампы.

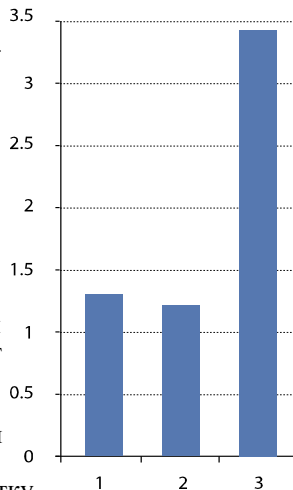
Сравнительные исследования показали более высокую резистентность спор бактерий *B. pumilus* по сравнению с плесневыми грибами *Aspergillus nigeri* *Aspergillus fumigatus* к такому воздействию.

Контаминированные чашки Петри, располагались на расстоянии 2 метра от генератора мелкодисперсного (размер капель 3..5 мкм) аэрозоля перекиси водорода и импульсной ультрафиолетовой установки «Альфа-01».

На рисунке представлена зависимость эффективности обеззараживания (логарифмический масштаб) от режима обеззараживания контаминированной поверхности. Режим 1 - обработка только аэрозолью перекиси водорода 3% (время работы генератора аэрозоля 2,5 минуты), режим 2 – облучение поверхности импульсной ксеноновой лампой с экспозицией 4 минуты, режим 3 – последовательное действие режима 1 и затем облучение в режиме 2.

Совместное действие перекиси водорода и УФ излучения сплошного спектра вызывает синергетический эффект. Видимо под действием потоков света в области короче 230 нм происходит наработка радикалов ОН[•] и кислорода с высоким окислительным потенциалом. Воздействие на живую клетку осуществляется одновременно по двум каналам: на мембрану споры, ограничивая метаболизм микроорганизма, и на ДНК с белком.

Такая комбинированная обработка обеспечивает полное разложение перекиси водорода, что обеспечивает экологическую чистоту и исключает негативное воздействие на окружающие объекты.



HIGH-INTENSITY PHOTOCHEMICAL TECHNOLOGY FOR DECONTAMINATION OF FOOD PROCESSING AND STORAGE PRODUCTS

Shashkovskiy S.G.,¹ Kireev S.G.,¹ Ershov B.G.²

¹LLC «SPE «Melitta», Ltd., 117997, Moscow, Miklukho-Maklaya str., 16/10

²A.N. Frumkin Institute of Physical chemistry and Electrochemistry RAS, 117342, Moscow, Orbucheva st., 40, ershov@ipc.rssi.ru

Food products' term of storage and quality depend on the microbial cleanness of the environment.

The report presents the efficiency study experimental results of bacteria and fungi spores inactivation by combined treatment of contaminated surfaces by 3% hydrogen peroxide spray and pulsed ultraviolet xenon irradiation of continuous spectrum.

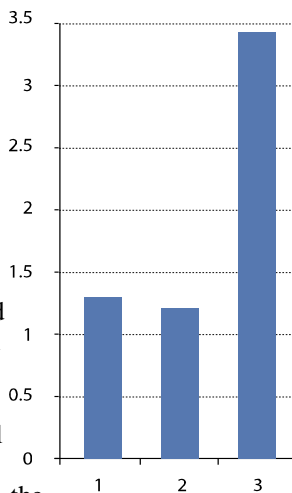
Comparative studies demonstrated a higher resistance of *B. pumilus* spores in comparison with *Aspergillus niger* and *Aspergillus fumigatus* mold fungi against such treatment.

Contaminated Petri dishes were placed at 2-meters' distance from the bland hydrogen peroxide aerosol generator (3-5 μm drops) and pulsed ultraviolet unit "Alfa-01".

The picture shows the decontamination efficiency dependence (logarithmic scale) on the surface decontamination mode. Mode 1 –only 3% hydrogen peroxide aerosol treatment (generator running time 2.5 minutes), mode 2 – 4 minutes surface exposure to pulsed xenon lamp, mode 3 – consecutive mode 1 treatment and mode 2 irradiation.

Combined application of hydrogen peroxide and continuous spectrum UV irradiation has a synergetic effect – the surface decontamination efficiency is higher than the sum of peroxide and ultraviolet effects. Apparently under the light fluxes influence, OH and oxygen radicals with high oxidizing potential are formed in the region of under 230 nm. Then the effect on the living cell is double: on the spore membrane, limiting the microorganism metabolism, and on the DNA and the protein.

Such combined treatment ensures full hydrogen peroxide degrading, which provides ecological cleanness and eliminates negative impact on the environment.



СЕКЦИЯ

**ПРИМЕНЕНИЕ ИОНИЗИРУЮЩИХ И
НЕИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ,
ПЕРЕРАБОТКЕ И ХРАНЕНИИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ И ПИЩЕВОЙ
ПРОДУКЦИИ**

ИНГИБИРОВАНИЕ ПРОРАСТАНИЯ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

**Авдюхина В.М., Близнюк У.А., Боршеговская П.Ю.,
Бусленко А.В., Еланский С.Н., Илюшин А.С., Левин И.С.,
Студеникин Ф.Р., Черняев А.П.**

*Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, МГУ, д. 1, стр. 2
uabliznyuk@gmail.com*

Одной из перспективных технологий обработки клубней картофеля с целью подавления их прорастания является воздействие ионизирующим излучением [1, 2, 3].

Целью данной работы является экспериментальная проверка эффективности использования рентгеновского излучения для обработки картофеля. Объекты - клубни картофеля восьми сортов: «Невский», «Удача», «Лорх», «Ред Скарлетт», «Жуковский», «Алена», «Лидер», «Взрыв», выращенных на базе ВНИИ картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха. Клубни картофеля облучали рентгеновским излучением с использованием трубки с молибденовым анодом. Ток трубки во всех экспериментах составлял 20 мА, напряжение - 50 кВ. Эксперименты и дальнейшее хранение картофеля происходили при температуре 16-18°C. Время облучения варьировалось от 2 до 60 минут. Далее измерялась длина проростков в течение 60 суток после проведения облучения. По полученным экспериментальным значениям строились зависимости средней длины проростков от времени после проведения облучения для каждого сорта. Для оценки поглощенной дозы в картофеле проводилось моделирование с использованием программного кода GEANT4. В результате моделирования было получено, что мощность поглощенной дозы в картофеле массой 100 г составляла примерно 0,01 Гр/с. Также измерялись концентрации белка, восстанавливающих сахаров и глюкозы у облученных клубней, и далее проводилось сравнение с контрольными образцами.

Экспериментально получено, что с увеличением времени облучения (поглощенной дозы) средняя длина проростков клубней, подвергавшихся воздействию рентгеновского излучения, уменьшалась по сравнению с контрольными необлученными образцами. Например, для сорта «Невский» ингибирование прорастания произошло при дозах более 15 Гр, для сорта «Любава» - при дозах более 21 Гр. Для всех исследуемых сортов картофеля подавление прорастания происходило в диапазоне доз от 15 до 21 Гр. Концентрации белка и глюкозы в картофеле после облучения не менялись. Также было получено, что при дозах облучения до 20 Гр концентрация восстанавливающих сахаров не менялась, при больших дозах их концентрация увеличивалась на 50-70 % . Таким образом, обработка клубней картофеля рентгеновским излучением является эффективным методом подавления их прорастания.

Литература

1. W. G. Burton, R. S. Hannan. «Use of γ -radiation for preventing the sprouting of potatoes». Journal of the Science of Food and Agriculture V.8. I.12.p. 707-715.1957.
2. А. С. Алимов «Практическое применение электронных ускорителей» - Препринт НИИЯФ МГУ № 2011 - 13/877.
3. Rezaee M., Almassi M., Farahani A., Minaei S., Khodadadi M. Potato Sprout Inhibition and Tuber Quality after Post Harvest Treatment with Gamma Irradiation on Different Dates // J. Agr. Sci. Tech. — 2011.— V.13. —P. 829-842.

INHIBITION OF POTATO SPROUTING AFTER X-RAY IRRADIATION

**Avdyukhina V.M., Bliznyuk U.A., Borchegovskaya P.Ju.,
Buslenko A.V., Elansky S.N., Ilushin A.S., Levin I.S., Studenikin F.R.,
Chernyaev A.P.**

*Physical Department of the MSU named by M.V. Lomonosov
119991, Moscow, GSP-1, Leninsky Gory, MSU, 1-2
8(495)9394946, uabliznyuk@gmail.com*

One of the most perspective technologies of treatment on potato tubers to inhibit sprouting is irradiation using gamma-radiation [1, 2, 3]

The main goal of this study is to test the efficiency of X-rays for inhibition of tuber sprouting and to determine the optimal dose of irradiation for the partial or complete inhibition of tuber sprouting in different types of potato. Eight types of potato ("Nevsky", "Udacha", "Lorh", "Red Scarlett", "Jukovsky", "Aliona", "Lider", "Bzriv") were used in experiments. X-ray irradiation of the tubers was carried out using X-ray tube BSV-23 with molybdenum anode, power source PUR5/50, tube current 20 mA, voltage 50kV, operating power 1kW. The time of exposure varied from 2 to 60 minutes. The survey and subsequent storage occurred at 16-18°C. After the irradiation the kinetics of irradiated samples germination was compared with the kinetics of nonirradiated tubers. The code GEANT4 was used to estimate the absorbed dose in potato tubers after irradiation during different periods. The study determined the optimal dose of X-rays for partial or complete inhibition of tuber sprouting in different types of potato. It was shown that X-rays in doses from 15 Gy to 21 Gy stops sprouting for different types of potato. The protein concentration and glucose concentration did not change after irradiation in different doses. There was no changing in concentration of reduced sugars in doses up to 20 Gy, but concentration increased considerably at a higher doses.

References

1. W. G. Burton, R. S. Hannan. «Use of γ -radiation for preventing the sprouting of potatoes». Journal of the Science of Food and Agriculture V.8. I.12.p. 707–715.1957.
2. A.S. Alimov «Application of electron accelerators» – Preprint SINP MSU № 2011 – 13/877.
3. Rezaee M., Almassi M., Farahani A., Minaei S., Khodadadi M. Potato Sprout Inhibition and Tuber Quality after Post Harvest Treatment with Gamma Irradiation on Different Dates // J. Agr. Sci. Tech. —2011.— V .13. —P. 829-842.

МОЩНЫЕ ИМПУЛЬСНЫЕ ЛИНЕЙНЫЕ УСКОРИТЕЛИ ЭЛЕКТРОНОВ ИЛУ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Барabanов В.В.,¹ Безуглов В.В.,^{1,2} Брызгин А.А.,^{1,2} Власов А.Ю.,^{1,2}
Воронин Л.А.,^{1,2} Коробейников М.В.,^{1,2} Нехаев В.Е.,¹ Максимов
С.А.,¹ Панфилов А.Д.,¹ Радченко В.М.,¹ Штарклев Е.А.,^{1,2}
Сидоров А.В.,¹ Ткаченко В.О.,^{1,2} Факторович Б.Л.¹

¹ФГБУН «Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН,
630090, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева, 11,
a.a.bryazgin@inp.nsk.su

²Новосибирский государственный университет, 630090,
г. Новосибирск, ул. Пирогова, д.2

Для радиационной обработки пищевой продукции разрешено использовать установки со следующими видами ионизирующего излучения: электронное излучение с энергией не более 10 МэВ; γ -излучение ^{60}Co ($E=1,25$ МэВ); γ -излучение ^{137}Cs ($E=0,66$ МэВ); тормозное излучение, генерируемое ускорителями с энергией не более 5 МэВ (Кодекс Алиментариус, 2007). ИЯФ СОРАН производит ускорители электронов типа ИЛУ с 70-х годов прошлого столетия. Ускорители имели энергию до 2.5 МЭВ. Ускоряющий потенциал создавался в высокочастотном резонаторе на частоте 116 МГц. В 2001 году был разработан ускоритель ИЛУ-10 с энергией 5 МэВ и мощностью 50 кВт. Ускоритель может работать и в электронной моде, и в моде тормозного рентгеновского излучения. Уже поставлено 10 таких ускорителей в Россию, США, Казахстан, Индию и Польшу. В 2012 году запущен ускоритель ИЛУ-14 с энергией пучка 10 МэВ и мощностью до 100 кВт в ФМБЦ им. академика Бурназяна (г. Москва). СССР был одной из первых стран, где была разрешена (1958 г.) радиационная обработка пищевых продуктов (зерно, картофель).

Технология облучения пищевых продуктов апробирована во многих странах. Она позволяет увеличить сроки хранения продуктов, что обеспечивает снижение объемов импортируемого продовольствия, а также использование химических консервантов. Следующие перспективные направления модернизации радиационной техники для облучения пищевых продуктов следует выделить:

- модернизация и разработка стационарных и мобильных γ -установок и ускорителей для обработки сельскохозяйственной и пищевой продукции в составе многофункциональных радиационно-технологических комплексов, встроенных в технологии по производству, переработке и хранению продукции;

- отработка регламентов радиационной обработки и их производственная апробация для достижения основных компетенций РТ агропромышленного профиля (микробиологическая безопасность, продление сроков хранения, дезинсекция, детоксикация, стимуляция прорастания семенного материала).

IMPULSE LINEAR ELECTRON ACCELERATORS OF HIGH POWER “ILA” AND THEIR USE IN FOOD INDUSTRY

**Barabanov V.V.,¹ Bezuglov V.V.,^{1,2} Bryazgin A.A.,^{1,2} Vlasov A.Y.,^{1,2}
Voronin L.A.,^{1,2} Korobeynikov M.V.,^{1,2} Nekhaev V.E.,¹ Maksimov
S.A.,¹ Panfilov A.D.,¹ Radchenko V.M.,¹ Shtarklev E.A.,^{1,2}
Sidorov A.V.,¹ Tkachenko V.O.,^{1,2} Factorovich B.L.¹**

¹*Budker Institute of Nuclear Physics of Siberian Branch of RAS,
630090, Novosibirsk, Academician Lavrentyev
Avenue, 11, a.a.bryazgin@inp.nsk.su*

²*Novosibirsk State University, 630090, Novosibirsk. Pirogova str., 2*

For radiation treatment of food products it is allowed to use the facilities with the following kinds of ionizing radiation: electron radiation with the energy not higher than 10 MeV; γ -radiation of ^{60}Co (E=1.25 MeV); γ -radiation of ^{137}Cs (E=0,66 MeV); braking radiation, generated by accelerators with the energy not higher 5 MeV (Codex Alimentarius, 2007). INP of SBRAS produces electron accelerators of ILU line since 1970-s. The accelerators had energy up to 2.5 MeV. Accelerating potential was generated in high-quality resonator at frequency of 116 MHz. In 2001 the accelerator ILU-10 with energy of 5 MeV and power of 50 kW was developed. The accelerator can work in electron mode and in the mode of continuous X-ray radiation. 10 accelerators were delivered to Russia, the USA, Kazakhstan, India and Poland. In 2012 the accelerator ILU-14 with beam energy of 10 MeV and power of up to 100 kW was launched in Federal Medical and Biophysical Center named after A.I. Burnazyan (Moscow). USSR was one of the first countries where the radiation treatment of food products (grain, potato) was allowed (1958).

All high-energy accelerators ILU are appropriate for treatment of foodstuff. The technology of food irradiation approved in many countries. It allows to extend the shelf life of products, that provides the decrease of buying quantity of foodstuffs abroad, and also it excludes or decreases the use of chemical additives. The following prospective fields of modernization of radiation techniques for irradiation of food products should be distinguished:

- upgrading and development of stationary and mobile γ -facilities and electron accelerators for treatment of agricultural raw materials and foodstuffs as parts of specialized and multifunctional radiation and technological complexes or irradiators, introduced into technologies of food production, processing and storage;

- adjustment of procedures of radiation treatment of products and their industrial validation in order to achieve the main competences of RT of agro-industrial profile (microbiological security, extending of shelf life, disinfestation, detoxification, stimulation of germination of seeds).

МИРОВОЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ ДЛЯ ПРОДЛЕНИЯ СРОКОВ ГОДНОСТИ СВЕЖИХ ОВОЩЕЙ И ФРУКТОВ

Груздев Н.А., Лобанов И.В.

ООО «Акселланс Групп», 119370, Москва, Лужнецкая набережная, 10а стр.3., nikolay.gruzdev@axellance.com

Одной из перспективных технологий, применяемых с целью деконтаминации и продления сроков хранения пищевых продуктов, в том числе продуктов категории «фреш» (свежих овощей, фруктов и других продуктов ограниченного хранения), является использование ионизирующих излучений. В связи с появлением нормативной базы по радиационной обработке продуктов питания в РФ и введением в 2016-2017 гг. ряда государственных стандартов, данная технология представляет особый интерес для внедрения в ближайшие годы.

В целях определения наиболее перспективных направлений, был проведен анализ зарубежных исследований по продлению сроков годности овощей и фруктов.

Таблица 1. Продление сроков годности свежих овощей и зелени в разных странах мира

Брокколи	Великобритания, США
Зеленая фасоль	Египет
Капуста кочанная	Пакистан, США, Чили
Капуста цветная	Пакистан
Картофель	Иран, Италия, США, Япония
Лук зеленый	США
Лук репчатый	Малайзия
Морковь	Египет, Индия, Канада, Китай, Пакистан, Турция, США, Чили
Огурец	Египет, Индия, Малайзия, Пакистан
Петрушка	США
Редис	Великобритания, Венгрия, США
Руккола	Аргентина, Бразилия
Салаты (латук, айсберг и др.)	Бразилия, Египет, Чили, Португалия, США
Сельдерей	Египет, США, Чили
Томат	Венгрия, Китай, Пакистан
Шпинат	США, Чили

Литература

1. Use of Irradiation to Ensure the Hygienic Quality of Fresh, Pre-Cut Fruits and Vegetables and Other Minimally Processed Food of Plant Origin. IAEA Report, 2006. – 321 p.
2. Pillai S.D., Shayanfar S. Electron Beam Pasteurization and Complementary Food Processing Technologies. – Woodhead Publishing, 2015. – 324 p.

GLOBAL EXPERIENCE IN RADIATION APPLICATIONS FOR EXTENDING THE SHELF LIFE OF FRESH FRUITS AND VEGETABLES

Gruzdev N.A., Lobanov I.V.

*Axellance Group LLC, 119270, Moscow, Luzhnetskaya Emb., 10a build. 3,
nikolay.gruzdev@axellance.com*

Use of ionizing radiation is one of the most promising technologies in the field of decontamination and shelf life extension of food products, including the "fresh food" category (fresh vegetables, fruits and other limited storage products). Due to recent advent of the regulatory framework for radiation processing of food products in the Russian Federation, this technology is of particular interest for implementation in the coming years.

In order to identify the most promising areas of application, an analysis of foreign studies in the field of fresh products shelf life extension was done.

Table 1. Extension of the shelf life of fresh vegetables and greens in different countries

Broccoli	UK, USA
Green beans	Egypt
Cabbage	Pakistan, USA, Chile
Cauliflower	Pakistan
Potato	Iran, Italy, USA, Japan
Onions (spring)	USA
Onions (bulb)	Malaysia
Carrot	Egypt, India, Canada, China, Pakistan, Turkey, USA, Chile
Cucumber	Egypt, India, Malaysia, Pakistan
Parsley	USA
Raddish	UK, USA, Hungary
Rucola	Argentina, Brasil
Lettuce	Brasil, USA, Chile, Egypt, Portugal
Celery	USA, Chile, Egypt
Tomato	Hungary, China, Pakistan
Spinach	USA, Chile

References

1. Use of Irradiation to Ensure the Hygienic Quality of Fresh, Pre-Cut Fruits and Vegetables and Other Minimally Processed Food of Plant Origin. IAEA Report, 2006. – 321 p.
2. Pillai S.D., Shayanfar S. Electron Beam Pasteurization and Complementary Food Processing Technologies. – Woodhead Publishing, 2015. – 324 p.

РАДИАЦИОННО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ, РЕАЛИЗОВАННЫЕ В ЦЕНТРЕ РАДИАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ИФХЭ РАН

**Ершов Б.Г.,¹ Грачева А.Ю.,² Завьялов М.А.,² Илюхина Н.В.,²
Павлов Ю.С.,¹ Прокопенко А.В.,^{2,3} Филиппович В.П.²**

¹*ФГБУН Институт физической химии и электрохимии
им. А.Н. Фрумкина РАН, 119071, Москва, Ленинский просп. 31,
корп. 4, rad05@bk.ru*

²*ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт
технологии консервирования, 142703, Московская обл.,
г. Видное, ул. Школьная 78*

³*Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ,
115409, Каширское ш., 31*

Проведен цикл работ по применению радиационных технологий в сельском хозяйстве, пищевой, консервной и фармацевтической промышленности: предпосевная обработка семян сельскохозяйственных культур для повышения урожайности; дезинсекция зерновых культур для уничтожения паразитов, вредителей и их личинок; обработка с целью продления срока годности свежесобранных плодов; обработка для предотвращения прорастания корнеплодов. В ходе исследований установлено, что летальная доза при облучении электронами для дрожжей (*Saccharomyces cerevisiae*) составляет около 7,5 кГр, для культуры молочнокислых бактерий - МКБ (*Lactobacillus acidophilus* a-146) около 7 кГр. Спорообразующие бактерии (*Bacillus subtilis* 40) полностью погибли уже при дозе в 3кГр. Определена радиоустойчивость D_{10} , которая для МКБ составляет 0,8 кГр, а для дрожжей 1 кГр. Это позволяет оценивать их содержание при облучении продуктов питания, обсеменённых данными микроорганизмами. Выполнено сравнение результатов радиоустойчивости D_{10} микроорганизмов, полученных при облучении на ускорителе электронов, с результатами при облучении на гамма-установке. Установлено, что радиоустойчивость D_{10} многих микроорганизмов составляет несколько кГр, и при облучении сравнительно небольшими дозами можно добиться значительного уменьшения концентрации микроорганизмов в продукте. Подобраны интервалы значений доз для получения баланса между уничтожением патогенной микрофлоры до необходимых значений и сохранением потребительских свойств продуктов. В работе показаны современные тенденции развития радиационных технологий обработки пищевой продукции с помощью ускорителей заряженных частиц в России. Обозначена актуальность создания нормативно-правовой документации и определен круг задач для дальнейших исследований. Проанализирована возможность использования существующих радиационно-ускорительных комплексов для облучения пищевых продуктов.

RADIATION AND BIOLOGICAL TECHNOLOGY, REALIZED IN THE CENTER OF RADIATION TECHNOLOGIES IPCE

**Ershov B.G.¹ Gracheva A.Yu.² Zavyalov M.A.² Ilyukhina N.V.²
Pavlov Yu.S.¹ Prokopenko A.V.^{2,3} Filippovich V.P.²**

¹ *A.N. Frumkin Institute of Physical chemistry and Electrochemistry RAS
199071, Moscow, Leninsky pr., 31, rad05@bk.ru*

² *All-Russian Scientific Research Institute of Conservation Technology,
142703, Moscow Region, Vidnoe, st. School, 78,*

³ *National Research Nuclear University MEPhI,
115409, Moscow, Kashirskoye sh., 31*

The cycle of works on application of radiation technology in agriculture, food, canning and the pharmaceutical industry: presowing seed crops to increase yields; pest control of crops to kill pests, insects and their larvae; treatment in order to prolong the shelf life of freshly picked fruit; treatment to prevent the germination of root crops. The studies found that the lethal dose of irradiation of electrons to the yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) is about 7.5 kGy, the culture of lactic acid bacteria - the LAB (*Lactobacillus acidophilus* a-146) of about 7 kGy. Spore-forming bacteria (*Bacillus subtilis* 40) is completely lost already at a dose of 3 kGr. Determined radioresistance the D10, for which the LAB is 0.8 kGy, and for yeast 1 kGy. This allows you to evaluate the content of the irradiation of foods contamination by these microorganisms. The comparison results radioresistance D10 microorganisms obtained by irradiating an electron accelerator, with the results under irradiation with gamma-installation. It is found that many microorganisms D10 radioresistance of several kGy, and the irradiation of relatively small doses can achieve significant reduction in the concentration of microorganisms in the product. Selected dose ranges of values for the balance between the destruction of pathogenic microflora to the required values and the preservation of consumer properties of products. The paper shows the modern trends in the development of radiation technologies of processing of food products using particle accelerators in Russia. Denotes the relevance of the regulatory and legal documentation, and defined terms of reference for further research. The possibility of using existing radiation accelerators to irradiate foods.

РАДИАЦИОННАЯ СТЕРИЛИЗАЦИЯ ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

**Исамов Н.Н., Козьмин Г.В., Губарева О.С., Рясная Е.И.,
Алешкина Е.Н.**

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии», 249032, Калужская область, г. Обнинск, Киевское шоссе, 109 км, nizomis@yandex.ru

Увеличение производства агропромышленной продукции и улучшение ее качества являются одной из важнейших задач обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации, решение которой невозможно без внедрения технологий, обеспечивающих рост производства продукции, снижение потерь при ее хранении и переработке. К числу перспективных и экологически безопасных технологий можно отнести радиационные технологии (РТ).

ФАО ООН, ВОЗ и МАГАТЭ подготовлены многочисленные регламентирующие документы. Для РТ пищевых продуктов разрешено применять установки, со следующими видами ионизирующего излучения: электронное излучение с энергией не более 10 МэВ; γ -излучение радиоизотопа ^{60}Co ($T_{1/2} = 5,27$ года, $E = 1,25$ МэВ); γ -излучение радиоизотопа ^{137}Cs ($T_{1/2} = 30,17$ года, $E = 0,66$ МэВ); тормозное излучение, генерируемое ускорителями с энергией не более 5 МэВ.

Преимущества использования РТ для сохранения и консервирования мяса и мясопродуктов следующие.

При облучении мясопродуктов в дозах от 0,1 до 1 кГр на 90% снижается микробное число возбудителей кишечных инфекций, обусловленных *Salmonella*; *E. coli* O157:H7; *Clostridium perfringens*; *Staphylococcus aureus*; *Listeria monocytogenes*; *Campylobacter jejuni*; а также *Toxoplasma gondi* - возбудителя паразитарного заболевания человека и животных; полная инактивация патогенной микрофлоры происходит при дозе 7 кГр.

Радиационная обработка трихинеллезных свиных туш дозой 0,3 кГр инактивирует личинки трихинелл. В целом, большое количество паразитических простейших и гельминтов может быть убито дозами менее 1 кГр без изменения вкуса пищи.

В зависимости от дозы (1.5-4.0 кГр) облучения увеличиваются от 2 до 5 раз сроки хранения продуктов за счет подавления различных групп микроорганизмов вызывающих порчу мяса и влияющих на пищевую безопасность мясопродуктов.

Для обработки продукта можно использовать современные упаковочные материалы (полимеры), устойчивые к воздействию ионизирующего излучения в дозах до 10 кГр.

RADIATION STERILIZATION OF PRODUCTS OF ANIMAL ORIGIN

**Isamov N.N., Kozmin G.V., Gubareva O.S., Rysnaya E.I.,
Aleshkina E.N.**

*Russian Institute of Radiology and Agroecology
249032, Kaluga region, Obninsk, Kievskoye sh., 109 km,
nizomis@yandex.ru*

Increased production of agricultural products and the improvement of its quality is one of the most important tasks in ensuring the food security of the Russian Federation, the solution of which is impossible without the implementation of technologies for production growth, reduction of losses during storage and processing. Among the promising and environmentally friendly technologies radiation technologies (RT) can also be considered.

UN FAO, WHO and IAEA produced numerous regulatory documents. For RT in food production it is allowed to use installation, with the following types of ionizing radiation: electron radiation with an energy of less than 10 MeV; γ -radiation of ^{60}Co ($T_{1/2} = 5.27$ years, $E = 1.25$ MeV); γ -radiation of ^{137}Cs ($T_{1/2} = 30.17$ years, $E = 0.66$ MeV); braking radiation generated by accelerators with energies up to 5 MeV.

The advantages of the use of RT for the conservation and preservation of meat and meat products are as follows.

Irradiation of meat products at doses of 0.1 to 1 kGy for 90% decreases the number of microbial pathogens of intestinal infections caused by *Salmonella*; *E. coli* O157:H7; *Clostridium perfringens*; *Staphylococcus aureus*; *Listeria monocytogenes*; *Campylobacter jejuni*; and *Toxoplasma gondi* – parasitic pathogen of human and animal diseases; complete inactivation of pathogenic microorganisms occurs at a dose of 7 kGy.

Radiation treatment trichinellosis porcine carcasses with a dose of 0.3 kGy inactivates trichina larvae. In general, a large number of parasitic protozoa and helminths can be killed by doses of less than 1 kGy without changing the taste of food.

Depending on irradiation dose (1.5-4.0 kGy) product shelf life can increase from 2 to 5 times by inhibition of different groups of spoilage organisms affecting food safety of meat and meat products.

For product treatment it is possible to use modern packaging materials (polymers) that are resistant to ionizing radiation at doses up to 10 kGy.

РАДИАЦИОННАЯ ОБРАБОТКА МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ (РЫБНЫХ ПРЕСЕРВОВ) НА ЭЛЕКТРОННОМ УСКОРИТЕЛЕ

Кобялко В.О.,¹ Козьмин Г.В.,¹ Лыков И.Н.,² Саруханов В.Я.,¹ Полякова И.В.,¹ Фролова Н.А.,¹ Брызгин А.А.³

¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии», 249032, Калужская обл., г. Обнинск, Киевское шоссе, 109 км, kobyalko@yandex.ru

²ФГБОУ ВПО «Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского»

³ФГБУН «Институт ядерной физики имени Г.И. Будкера СО РАН»

В радиационных технологиях, направленных на обеспечение микробиологической безопасности и увеличение сроков хранения сельскохозяйственного сырья и пищевой продукции, используются установки, с несколькими видами ионизирующего излучения: электронного - с энергией не более 10 МэВ, γ -излучения радиоизотопа ^{60}Co ($E = 1,25$ МэВ), γ -излучения радиоизотопа ^{137}Cs ($E = 0,66$ МэВ) и тормозного излучения, генерируемого ускорителями электронов с энергией квантов не более 5 МэВ. В нашей стране активно развивается производство промышленных электронных ускорителей (ЭУ), обеспечивающих высокую мощность дозы и равномерность облучения (до 5 см). Для этих установок необходим поиск режимов радиационной обработки (РО) различных видов продукции. Особый интерес представляет РО многокомпонентных продуктов со сложным физико-химическим и микробиологическим составом (например, рыбных пресервов). Поэтому были выполнены исследования наиболее эффективных режимов электронного облучения такой продукции, обеспечивающих требования микробиологической безопасности и качества, а так же положительно влияющих на изменение сроков хранения.

Показано, что эффективность РО рыбных пресервов на ЭУ максимальна при дозах от 3 до 6 кГр, с мощностью дозы от 80 до 250 Гр/с. При этом антибактериальный эффект сохраняется в течение 3 месяцев. Увеличение мощности дозы незначительно снижает эффективность РО. Нарушений органолептических и физико-химических свойств продукта не отмечается. Через 6 месяцев хранения потребительские качества облученной продукции сохраняются. Обнаруживаются дрожжи, количество которых превышает нормативное значение, но уровень их метаболизма существенно снижен и порчи продукта они не вызывают.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект 14-44-03095

RADIATION TREATMENT OF MULTICOMPONENT FOOD PRODUCTS (FISH PRESERVES) ON THE ELECTRON ACCELERATOR

Kobyalko V.O.,¹ Koz'min G.V.,¹ Lykov I.N.,² Saruhanov V.Ya.,¹ Polyakova I.V.,¹ Frolova N.A.,¹ Bryazgin A.A.³

¹*Russian Institute of Radiology and Agroecology
249032, Kaluga region, Obninsk, Kievskoye sh., 109 km,
kobyalko@yandex.ru*

²*Tsiolkovsky State University, Kaluga*

³*Budker Institute of Nuclear Physics of Siberian Branch of RAS, Novosibirsk*

The radiation technologies to ensure microbiological safety and increase the shelf life of agricultural raw materials and food products, used installation, with several types of ionizing radiation: electron - with energies up to 10 MeV, γ -radiation ^{60}Co radioisotope ($E = 1.25$ MeV), γ -radiation radionuclide ^{137}Cs ($E = 0.66$ MeV) and braking radiation generated by electron accelerators with photon energies up to 5 MeV. Our country is actively developing the production of industrial electron accelerators, ensuring a high dose rate and uniformity of radiation (up to 5 cm). These plants need to search for radiation processing modes of the various types of products. Of particular interest is radiation treatment of multicomponent products with complex physical, chemical and microbiological composition (eg, fish preserves). Therefore, studies have been carried out the most effective modes of electron irradiation of such products, to ensure the requirements of the microbiological safety and quality, as well as positively affect the change in terms of storage.

It is shown that the effectiveness of radiation treatment of fish preserves on electron accelerator maximal at doses from 3 to 6 kGy, with a dose rate of 80 to 250 Gy/s. Thus the antibacterial effect persists for 3 months. Increasing the dose significantly reduces the efficiency of radiation treatment. Violations of the sensor and physico-chemical properties of the product is not marked. After 6 months of storage consumer quality of irradiated products continue. It is found yeast, the number of which exceeds the standard value, but the level of their metabolism are significantly reduced and damage products don't occurs.

This work was supported by RFBR, project 14-44-03095

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ И ДРУГИХ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В АГРОБИОТЕХНОЛОГИЯХ

**Козьмин Г.В., Санжарова Н.И., Павлов А.Н., Тихонов В.Н.,
Пронина О.Э.**

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
радиологии и агроэкологии», 249032, Калужская обл., г. Обнинск,
Киевское шоссе, 109 км, kozmin@obninsk.ru*

Представлен широкий спектр прикладных задач в области сельского хозяйства, которые могут быть успешно решены с использованием факторов физической природы. В основе любой радиационной биотехнологии лежат закономерности действия ионизирующих и неионизирующих излучений на семена, вегетирующие растения и животных (компетенции стимуляции и подавления роста и развития), а также паразитов и вредных микроорганизмов (компетенции дезинсекции и стерилизации сельскохозяйственной и пищевой продукции). Для решения этой проблемы активно внедряются технологии с использованием гамма-излучения, электронного и тормозного рентгеновского излучения, а также таких физических факторов как ультрафиолет, лазерное и электромагнитное излучение, электрические и магнитные поля и низкотемпературная плазма. Показано, что каждая из технологий занимает определенную нишу. Так, например, радиационная стерилизация и дезинсекция больших промышленных объемов сельскохозяйственной продукции целесообразна на базе крупных радиационных центров, использующих ускорители электронов. Нецелесообразно на базе этих центров облучать зерно, муку и хлебопродукты, производимых малыми предприятиями. Эта задача может быть решена с применением мобильных или стационарных малогабаритных установок УФ или СВЧ-излучения.

Одним из приоритетных направлений является изучение и практическое освоение неионизирующих диапазонов электромагнитного излучения. Представлены разработки на основе УФ, СВЧ, лазерного излучений и плазмотронов, выполненные во ВНИИРАЭ и других отечественных и зарубежных научных центрах. Разработанный во ВНИИРАЭ ряд облучательных установок получил положительную экспертную оценку на Российской агропромышленной выставке «Золотая осень», Московском международном салоне инноваций и инвестиций, Международном форуме «Крым НИ-ТЕСН-2014». Медалей и дипломов удостоены: СВЧ установка для размягчения пищевых продуктов, установка для предпосевной обработки семян, установки для обработки ультрафиолетом картофеля и овощных культур, микроволновая установка для обработки и сушки сыпучих продуктов, СВЧ установка для уничтожения жуков точильщиков и противогрибковой обработки конструкций.

PROSPECTS OF APPLICATION OF IONIZING RADIATION AND OTHER PHYSICAL FACTORS IN AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY

**Kozmin G.V., Sanzharova N.I., Pavlov A.N., Tikhonov V.N.,
Pronina O.E.**

*Russian Research Institute of Radiology and Agroecology,
249032, Kaluga region, Obninsk, Kievskoye sh., 109 km
kozmin@obninsk.ru*

A wide spectrum of application tasks in agricultural sphere can be solved by means of factors of physical nature. The basis of any radiation biotechnology is the mechanism of influence of ionizing and non-ionizing radiation on seeds, vegetative agricultural plants and animals (competences of growth stimulation and inhibition), as well as on pests and harmful microorganisms (competences of disinfestation and sterilization of agricultural and food products). Technologies with use of gamma-radiation, electron and continuous X-ray radiation, and also such physical factors as ultraviolet, laser and electromagnetic emission, electric and magnetic fields and low-temperature plasma are actively implemented in order to solve this problem. Each technology has its own place. For example, radiation sterilization and disinfestation of industrial amounts of agricultural products is reasonable under the aegis of large radiation centers using electron accelerators. It is not reasonable to irradiate grain, flour and cereal products produced by small enterprises. This task can be solved by means of mobile or stationary package units of ultra-violet or microwave emission.

One of the priority area is investigation and applicatory assimilation of non-ionizing spectra of electromagnetic radiation. This report presents the developments based on UV, microwave, laser emissions and plasmatrions, made in RIRAE and other Russian and foreign research centers. The specific line of irradiation facilities received a positive expert review on Russian agroindustrial exhibition “Golden Autumn”, Moscow international salon of innovations and investments, International Forum «Crimea Hi-Tech – 2014». Medals and diplomas were given for VHF facility for softening of foodstuff, facility for presowing treatment of seeds, facility for ultraviolet treatment of potatoes and vegetables, microwave facility for treatment and drying of bulk stock, VHF facility for elimination of wood fretters and fungicidal treatment of constructions.

ВЛИЯНИЕ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ НАСЕКОМЫХ-ВРЕДИТЕЛЕЙ ЗЕРНА И ЗЕРНОПРОДУКТОВ

Лой Н.Н., Гулина С.Н., Щагина Н.И., Миронова М.П.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии», 249032, Калужская область, г. Обнинск, Киевское шоссе, 109 км, loy.nad@yandex.ru

По данным ФАО, ежегодно насекомые вредители запасов поедают до 15% зерна, производимого в мире, а в отдельных развивающихся странах, 30% и даже 50%. Ежегодно теряется от вредителей хлебных запасов при хранении десятки млн. тонн зерна. При широко развитой мировой торговле зерном, мукой и другими продуктами амбарные вредители распространились по всему земному шару. Они вызывают большие потери зерна и порчу его, снижают хлебопекарные качества муки и кормовую ценность зернофуража, комбикормов.

Целью работы являлось изучение влияния ионизирующих излучений на жизнеспособность насекомых-вредителей для разработки радиационных технологий по обеззараживанию зерна и зернопродуктов.

В лабораторных опытах установлено, что облучение малого хрущака (*Tribolium confusum* Duv.) в стадии личинок и взрослых жуков в интервале доз 700-1000 Гр приводит к полной гибели вредителя через 15 суток после облучения при мощности дозы 500 Гр/час и через 30 суток - при мощности 120 Гр/час независимо от стадии развития.

Облучение амбарного долгоносика (*Calandra granaria* L) дозами 200-500 Гр (мощность дозы 100 Гр/час) снизило количество живых особей через 15 сут после облучения на 94.7-100% при дозах 200-400 Гр и на 100% - при дозе 500 Гр. Через 30 сут после облучения эффективность облучения составила 100% при всех дозах, кроме дозы 200 Гр, где она была на уровне 96.7%. Увеличение диапазона доз до 600-900 Гр (мощность дозы 100 Гр/час) вызвало полную гибель долгоносиков уже через 15 сут после облучения при всех дозах, кроме дозы 700 Гр, где снижение составило 66.7% и только через 30 сут после облучения наличия живых жуков не выявлено.

При этом облучение зерна и зернопродуктов существенно не влияет на их химический состав.

Таким образом, показано, что эффективность радиационной дезинсекции зерна и зернопродуктов зависит как от дозы облучения, так и от мощности дозы: полная гибель насекомых-вредителей наступает при дозе выше 200 Гр (при мощности дозы 500 Гр/ч) и выше 600 Гр (при мощности дозы 100 Гр/ч).

EFFECT OF IONIZING RADIATION ON VIABILITY OF PESTS OF GRAIN AND GRAIN PRODUCTS

Loy N.N., Gulina S.N., Schagina N.I., Mironova M.P.

*Russian Research Institute of Radiology and Agroecology,
249032, Kaluga region, Obninsk, Kievskoye sh., 109 km
loy.nad@yandex.ru*

According to FAO, insects pests annually stocks to eat 15% of grain produced in the world, and in some developing countries, 30% or even 50%. Lost annually from pests of grain stocks in possession of tens of millions tons of grain. When well-developed global trade in grain, flour and other products ambarnye pests spread around the globe. They cause great losses of grain and spoiling it, reduce the baking quality of flour and fodder value zernofuraža, mixed fodders.

The aim of the research was to study the influence of ionizing radiation on viability of pests to develop radiological decontamination technologies of grain and grain products.

In laboratory experiments found that irradiation of small hrušaka (*Tribolhim confusum* Duv.) in the larvae and adult beetles in the range of doses of 700-1000 Gy leads to a complete loss of the pest through 15 days after irradiation with dose 500 Gy/h and after 30 days if power 120 Gy/h regardless of the stage of development.

Irradiation granary Weevil (*Calandra granaria* L) doses of 200-500 Gy (dose 100 Gy/h) reduced the number of living specimens of over 15 days after irradiation on 94.7 -100% at doses of 200-400 Gy and 100% at a dose of 500 Gy. Through 30 days after irradiation irradiation efficiency was 100% at all doses except dose 200 Gy, where it was at the level of 96.7%. Increase the range of doses up to 600-900 Gy (dose 100 Gy/h) caused complete loss of weevils already through 15 days after irradiation at all doses except doses 700 Gy, where the decline was 66.7% and only 30 days after exposure to the availability of live beetles is not revealed.

While grain and grain products irradiation does not significantly affect their chemical composition.

Thus, it is shown that the radiation efficiency of grain and disinsectization grains depends both on the radiation dose and dose rate: total loss of pest insects occurs at a dose above 200 Gy (with dose 500 Gy/h) and above 600 Gy (with dose 100 Gy/h).

РАДИАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АГРОКОМПЛЕКСЕ И ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Молин А.А.,¹ Будник С.В.²

¹ООО «Центр «Атоммед», 115230, Москва, Варшавское шоссе, 46
aamoln@atommedcenter.ru

²ООО «Теклеор», 141700, Россия, Московская обл., г. Долгопрудный,
ул. Циолковского, д.2/27, sbudnik@tecleor.com

Основу радиационных технологий (РТ) составляет обработка ионизирующим излучением с целью улучшения или придания новых свойств продукции. Рассмотрены основные направления использования РТ в агрокомплексе в логистике цепочки создания сельскохозяйственной продукции по схеме «от поля до тарелки» по следующим направлениям:

- направления, возможности и селективность предпосевной обработки семян с целью улучшения всхожести, устойчивости к негативным факторам прорастания, в том числе сохранности семян при хранении в предпосевной период;

- фитосанитарная обработка сельскохозяйственной продукции и сырья, поставляемых по импорту в Россию, или, наоборот, экспортируемых из России в соответствии со стандартами и рекомендациями Международной конвенции по карантину и защите растений;

- консервирование ионизирующим излучением пищевой продукции агрокомплекса, в т.ч. *радисидация* – обработка пищевых продуктов дозами 3-5 кГр, позволяющая освободить пищевой продукт от некоторых неспорообразующих патогенных микроорганизмов, а также уничтожить паразитов; *радуризация* – обработка пищевых продуктов дозами порядка 5-8 кГр, обеспечивающая снижение микробной обсемененности продукта до уровня, предотвращающего порчу продукта и позволяющего удлинить срок его хранения без признаков порчи; *радаппертизация* – обработка пищевых продуктов дозами порядка 10-15 кГр, обеспечивающая снижение микробного обсеменения до уровня полной необнаруживаемости или выявления небольших количеств микроорганизмов, не влияющих на устойчивость продукта в хранении;

- обработка отходов сельскохозяйственного производства для снижения доли неперерабатываемого сырья (лигнина) с последующей переработкой в полезные продукты.

Литература

1. Международный стандарт по фитосанитарным мерам № 18 (2003). Руководство по использованию облучения в качестве фитосанитарной меры.

RADIATION TECHNOLOGIES IN AGRICOMPLEX AND IN THE FOOD-PROCESSING INDUSTRY

Molin A.A.¹ and Budnik S.V.²

¹*LLC «Center «Atommed», 115230, Moscow, the Warsaw highway, 46
aamoln@atommedcenter.ru*

²*LLC «Tecleor», 141700, Russia, the Moscow region, Dolgoprudny,
Tsiolkovsky's st., 0.2/27
sbudnik@tecleor.com <mailto:sbudnik@tecleor.com>*

The basis of radiation technologies (RT) is use of processing by an ionizing radiation with the purpose of improvement or giving of new properties of production. The basic directions of use RT in agricomplex in logistics of processing's chain of agricultural production under the scheme «from a field up to a plate» in following directions are considered:

- Directions, opportunities and selectivity of presowing processing of seeds with the purpose of improvement of germinability, stability to negative factors of germination, including safety of seeds at storage during the presowing period;

- Fytosanitary processing of agricultural production and the raw material delivered on import to Russia, or, on the contrary, exported from Russia in conformity with standards and recommendations of the International Plant Protection Convention;

- Conservation by an ionizing radiation of food agricomplexe's production, including Radisidation - processing of foodstuff γ -radiation in doses 3-5 kGy, allowing to exempt foodstuff from some asporous pathogenic microorganisms, and also to destroy parasites; Radurization - radiation of foodstuff doses about 5 - 8 kGy, the providing decrease in microbic obsemenennost of the product to the level preventing damage of product and allowing to extend the term of its storage without damage signs; Radappertization - processing of foodstuff doses about 10-15 kGy, providing decrease in microbic planting to the level of full not detectability or identification of small amounts of the microorganisms which are not influencing stability of product in storage.;

- Irradiation of agriculture's wastes for decrease in a share of not processed raw material (lignine) with the subsequent processing in useful products.

References

1. The international standard on fytosanitary measures ISPM № 18 Guidelines for the use of irradiation as a phytosanitary measure (2003)

ЦЕНТР РАДИАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ИФХЭ РАН: ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Павлов Ю.С., Ершов Б.Г., Казякин А.А., Шинкарев В.М.

*ФГБУН Институт физической химии и электрохимии
им. А.Н. Фрумкина РАН, 119071, Москва, Ленинский просп. 31,
корп. 4, rad05@bk.ru*

На радиационно-технологических установках с ускорителями УЭЛВ-10-20-С-70-2 и УЭЛВ-10-10-Т-1 с перестройкой энергии $6 \div 10$ МэВ, мощности в пучке $10 \div 20$ кВт проводится широкий спектр научно-исследовательских и прикладных работ по разработке электронно-лучевых промышленных технологий. Особое внимание уделяется коммерциализации результатов радиационно-технологических исследований в различных областях знаний. Созданный комплекс радиационно-технологических установок оказывает услуги 40 предприятиям России по использованию электронно-лучевых технологий, связанных с применением современной радиационной базы. Разработаны современные методы диагностики ионизирующих излучений, измерения энергии, тока, плотности потока и флюенса электронов, количественного контроля доз облучения.

В процессе облучения продукции осуществляется непрерывный компьютерный контроль валидированных режимов работы радиационно-технологических установок (энергия и ток пучка, длительность импульса, частоты посылок, частота и ширина развертки пучка, равномерность пучка по ширине развертки, скорость конвейера). Поглощенная доза в продукции измеряется с помощью пленочных детекторов по всему объему продукции (упаковка, контейнер, коробка, рулон) для конкретного режима работы установки. Для равномерного облучения продукции на конвейере разработана компьютеризированная развертка пучка с полосой сканирования пучка 70 см на расстоянии 5 см от фланца выпускного окна при неравномерности плотности тока по длине развертки не более 7% и с частотой следования сканирующих импульсов $1 \div 6$ Гц.

Ускорители центра имеют среднюю наработку на отказ 550 часов при коэффициенте технического использования более 0,94. Фактическая долговечность магнетронов, тиратронов, катодных узлов применяемых на радиационно-технологических установках, составляет более 7500 часов.

Промышленные радиационно-технологические установки с ускорителями электронов делают производство инновационным в области радиационно-биологических -физических -химических технологий. В процессе радиационной обработки появляются продукты с новыми свойствами, не достижимыми другими методами. Внедрение радиационных технологий в промышленность реализует инновационные применения при очевидной коммерческой окупаемости.

CENTER OF RADIATION TECHNOLOGIES IPCE RAS: OPPORTUNITIES AND PROSPECTS

Pavlov Y.S., Ershov B.G., Kazuyakin A.A., Shinkarev V.M.

*A.N. Frumkin Institute of Physical chemistry and Electrochemistry RAS
199071, Moscow, Leninsky pr., 31, hous. 4, rad05@bk.ru*

In the radiation-processing plants with accelerators UELV-10-20-S-70-2 and UELV-10-10-T-1 with the restructuring of the energy 6÷10 MeV beam power 10÷20 kW carried out a wide range of research and applied research on the development of industrial electron-beam technologies. Particular attention is paid to the commercialization of radiation-technological research in various fields of knowledge. Created complex radiation-process units providing services to 40 Russian companies on the use of electron-beam technologies, associated with the use of modern radiation base. Developed modern methods of diagnostics of ionizing radiation, the energy measurement, current, flux density and fluence of electrons, quantitative control of radiation doses.

In the process of irradiation of products, it continually validated computerized control modes of radiation-technological plants (energy and beam current, pulse width, repetition frequency, the frequency and the width of beam scanning, uniform beam scan width, belt speed). The absorbed dose in the product film is measured using detectors throughout the volume of products (packaging, container, box, roll) for a particular mode of plant operation. For uniform irradiation of products on a conveyor belt designed computerized beam scan with the band scanning beam 70 cm at a distance of 5 cm from the outlet port flange at a current density non-uniformity along the length of the sweep is not more than 7% and the pulse repetition frequency of scanning 1÷6 Hz.

Accelerators center have an average time to failure of 550 hours with the use of a technical factor of 0.94. Actual durability magnetrons, thyratrons, cathode assemblies used in the radiation-processing plants, more than 7500 hours.

Industrial radiation processing plants with electron accelerators make production in the field of innovative radiation-biological -chemical -physical technologies. During radiation treatment appear products with novel properties not achievable by other methods. The introduction of radiation technologies in the industry implements innovative application in obvious commercial payback.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА РАДИАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА ГАММА-УСТАНОВКЕ ГУР-120

**Павлов А.Н., Козьмин Г.В., Санжарова Н.И., Пименов Е.П.,
Микаилова Р.А.**

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии», 249032, Калужская обл., г. Обнинск, Киевское шоссе, 109 км, 49434@mail.ru

Цель настоящей работы состояла в определении оптимальных радиобиологических показателей экспериментально-производственного процесса радиационной обработки, обеспечивающего микробиологическую безопасность и увеличение сроков хранения продукции растительного происхождения.

В результате проведенных исследований получены новые экспериментальные данные по основным радиобиологическим зависимостям «доза-эффект» для микроорганизмов, входящих в группы БГКП, мезофильных аэробных и факультативных анаэробных, грибов и дрожжей при облучение мощностями доз в диапазоне 0,3 – 1,2 кГр/ч с поглощенными дозами от 30 Гр до 10 кГр. Колиформные бактерии (БГКП) устранялись полностью, в то время как сохранялось некоторое число выживших спорообразующих бактерий и плесневых грибов в основном соответствующее нормативам. Установлено, что эффективность гамма-облучения составила 80-100% и зависела от начальных уровней его загрязнения и таксономическим составом микроорганизмов, входящих в группы БГКП, мезофильных аэробных и факультативных анаэробных микроорганизмов, грибов и дрожжей, а также бактерицидными и антиоксидантными свойствами среды продуктов растительного происхождения и дозиметрическими величинами (мощность дозы, поглощенная доза). Разработанные режимы облучения положены в основу технологического регламента применения γ -установок с мощностью поглощенной дозы в диапазоне 0,3 – 1,2 кГр/ч. Полученные результаты позволяют сделать вывод, что разработанная технология обработки сельскохозяйственного растительного сырья, облучаемого изотопными источниками с малыми (по сравнению с промышленными установками) мощностями доз, оказалась оптимальной, но при высокой исходной обсеменённости продукции из-за неполного уничтожения микроорганизмов принятые нормативы качества могут быть не достигнуты и необходимо увеличивать поглощенную дозу.

EFFECTIVENESS OF EXPERIMENTAL AND MANUFACTURING PROCESS OF RADIATION TREATMENT OF AGRICULTURAL PLANT PRODUCTS ON GAMMA-INSTALLATION GUR-120

**Pavlov A.N., Kozmin G.V., Sanzharova N.I., Pimenov E.P.,
Mikailova R.A.**

*Russian Institute of Radiology and Agroecology,
249032, Kaluga region, Obninsk, Kievskoye shosse, 109 km, 49434@mail.ru*

The purpose of this work was to determine the optimal radiobiological parameters of experimental and industrial radiation processing, which provides microbiological safety and increase the shelf life of products of plant origin.

The use of methods of ionization, thermoluminescent and chemical dosimetry, depending on the dose rate and dose ranging from 30 Gy to 10 kGy, provides a detailed distribution of absorbed dose in irradiated biological objects by placing detectors of ionizing radiation on the surface and inside those objects which are under radiation treatment. The studies provided new experimental data on the primary radiobiological dependences "dose-effect" for microorganisms belonging to the group of coliforms, mesophilic aerobic and facultative anaerobic bacteria, fungi and yeasts during irradiation with dose rates in the range of 0.3 - 1.2 kGy/h with the absorbed dose of 30 Gy to 10 kGy. Coliform bacteria (CGB) were eliminated completely, while there remained the number of survived some spore-forming bacteria and mold fungi, which amount basically corresponds to standards. Thus, microbiological indicators of product are improved by an order over two weeks after radiation treatment and are characterized by reduced metabolic and growing activity of micro-organisms belonging to the group of CGB, mesophilic aerobic and facultative anaerobic bacteria, fungi and yeasts.

It has been established that the effectiveness of gamma irradiation was 80-100% and depended on the initial levels of contamination and microbial taxonomic composition included in the groups of CGB, mesophilic aerobic and facultative anaerobic bacteria, fungi and yeast, as well as antibacterial and anti-oxidant properties of the medium of plant products and dosimetric values (the dose rate, absorbed dose). Developed exposure modes became the basis of technological regulations of the use of γ -installations with the absorbed dose rate in the range of 0.3 - 1.2 kGy/h. The experimental production and testing of technological regulations for radiation sterilization of plant products in the factory packaging at the facility GUR-120 was carried out.

The obtained results allow us to conclude that the developed technology of processing of agricultural plant material, irradiated by isotope sources with small (compared to industrial installations) dose capacities, appeared to be optimal, but at a high initial contamination of products due to incomplete destruction of microorganisms current quality standards cannot be achieved, and in this case it is necessary to increase the absorbed dose.

ВЛИЯНИЕ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ МИКРООРГАНИЗМОВ, ОБСЕМНЯЮЩИХ СПЕЦИИ

Пименов Е.П., Морозова А.И., Васильева Н.А., Павлов А.Н.

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии», 249032, Калужская область, г. Обнинск, Киевское шоссе, 109 км, pimenovp1@rambler.ru

Безопасность потребления и полноценность облученных продуктов в течение ряда лет тщательно изучалась многочисленными международными экспертными группами, созданными совместно ФАО, МАГАТЭ и ВОЗ и Научным комитетом по продовольствию Европейской Комиссии, которые пришли к выводу, что безопасными и адекватными в питательном отношении являются продукты, облученные дозой ионизирующей радиации, не превышающей 10 кГр. Одним из наиболее важных свойств облучения является инактивация микроорганизмов, особенно патогенных [ASTM F1885–2004].

Целью настоящего исследования была оценка использования ионизирующего излучения для обеззараживания микроорганизмов, обсеменяющих специи (молотый черный перец, молотый мускатный орех, молотый кориандр, порошок лука и чеснока порошок).

Анализ результатов исследования показал, что антибактериальный эффект ионизирующего излучения зависит от дозы воздействия, количества и видового состава микроорганизмов.

Наиболее чувствительными к радиации были грамотрицательные бактерии группы кишечных палочек (БГКП). Снижение численности колиформ в 10 раз (D_{10}) отмечено при 100 Гр для кориандра, и 140 Гр для лукового порошка. Как и следовало ожидать, бактериальные споры оказались более устойчивыми к действию ионизирующей радиации (показатель D_{10} для разных видов специй варьировал в пределах 5-7 кГр), чем вегетативные клетки (D_{10} колебался от 1 до 4 кГр). Облучение также снижало численность плесневых грибов (D_{10} составил 6 кГр для черного перца и от 1 до 3 кГр для остальных специй).

Полная стерилизация микроорганизмов отмечена в дозах: 2 кГр для БГКП, 7 кГр для плесневых грибов и 10 кГр для бактериальных спор.

Таким образом, ионизирующее излучение в приемлемых дозах может быть использовано в качестве способа обеззараживания специй с сохранением безвредности продуктов.

EFFECT OF IONIZING RADIATION ON THE VIABILITY OF CONTAMINATING SPICE MICROORGANISMS

Pimenov E.P., Morozova A.I., Vasilyeva N.A., Pavlov A.N.

*Russian Institute of Radiology and Agroecology
249032, Kaluga region, Obninsk, Kievskoye shosse, 109 km,
pimenovep1@rambler.ru*

Safety of use and usefulness of irradiated foods for several years was carefully studied by numerous international expert groups established jointly by FAO, IAEA and WHO and the Scientific Committee on Food of the European Commission, which concluded that they are safe and nutritionally adequate, in relation to products, if radiation dose of ionizing radiation does not exceed 10 kGy. One of the most important properties of the radiation is to inactivate microorganisms, especially pathogenic one [ASTM F1885-2004].

The object of this study was to evaluate the use of ionizing radiation for the disinfection of microorganisms, that contaminating spice (ground black pepper, ground nutmeg, ground coriander, onion powder and garlic powder).

Analysis of the results showed that the antibacterial effect of ionizing radiation depends on the dose of exposure, the number and species composition of the microorganisms.

The most sensitive to radiation were gram-negative coliform bacteria (CB). Reducing the number of coliforms in 10 times (D_{10}) indicated at 100 Gy for coriander, and 140 Gy for onion powder. As expected, bacterial spores are more resistant to ionizing radiation (D_{10} indicator for different kinds of spices ranged 5-7 kGy) than vegetative cells (D_{10} ranged from 1 to 4 kGy). Irradiation also reduced the number of molds (D_{10} was 6 kGy for black pepper and 1 to 3 kGy for the other spices).

Complete sterilization of microorganisms observed at doses of 2 kGy for CB, 7 kGy for molds and 10 kGy for bacterial spores.

Thus, ionizing radiation in suitable doses can be used as a method of preserving disinfecting spices harmless products.

УВЕЛИЧЕНИЕ СРОКОВ ХРАНЕНИЯ БЕЛОГО ВИНОГРАДА ПРИ ЕГО ОБЛУЧЕНИИ ВЫСОКОИНТЕНСИВНЫМИ ПОТОКАМИ УФ-ИЗЛУЧЕНИЕМ СПЛОШНОГО СПЕКТРА

Поликарпов Н.А., Шашковский С.Г.¹, Ершов Б.Г.²

¹ООО «НПП «Мелитта», 117997, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.16/10

²ФГБУН Институт физической химии и электрохимии
им. А.Н. Фрумкина РАН, 117342, Москва, ул. Обручева, 40,
ershov@ipc.rssi.ru

Внедрение экологически чистых технологий хранения быстропортящихся продуктов является актуальной задачей пищевой промышленности.

Целью данной работы являлось исследование изменения сроков хранения винограда в гроздях, облученного высокоинтенсивным излучением сплошного спектра импульсной ксеноновой лампы.

Исследования проводились в 2 этапа: 1) Исследование активности импульсного УФ излучения в отношении грибов рода *Botrytis* и определение энергетических доз инактивации. 2) Обработка виноградных гроздей потоками импульсного УФ излучения и определение сроков их сохранности при различных режимах хранения.

Облучение чашек Петри и гроздей белого винограда потоками импульсного УФ излучения сплошного спектра (200-400 нм) производилось с расстояния 40 см импульсной ксеноновой лампой электрической мощностью 1 кВт. Длительность обработки составляла от 10 до 500 сек.

Исходный уровень контаминации спорами гриба вида *Botrytis cinerea* в чашках Петри на питательной среде составлял 10^5 , 10^6 и 10^7 спор.

Исследования показали, что 30-секундная экспозиция обеспечивает подавление роста спор гриба при низких концентрациях. Полное подавление роста и развития спор наблюдалось при экспозициях 180 секунд и более.

Обработка гроздей винограда проводилась в поддоне при экспозициях 30, 180 или 500 секунд с двух противоположных сторон.

Облученная гроздь ножницами разделялась на две одинаковые по размеру части и упаковывалась. Один из этих двух пакетов помещался в холодильник при температуре 4°C, а другой в термостат при 250°C. Контроль за сохранностью винограда, находящегося в термостате проводился в течение 10 суток, а в холодильнике - в течение 4 недель. Количественный учет числа ягод с признаками порчи проводился ежедневно в течение 33 суток.

Результаты исследований показали снижение количества испорченных ягод в 3 и более раз при различных температурных режимах хранения плодов.

INCREASED SHELF LIFE OF WHITE GRAPES' STORAGE AFTER TREATMENT BY HIGH-INTENSITY UV-LIGHT OF CONTINUOUS SPECTRUM

Polikarpov N.A., Shashkovskiy S.G.,¹ Ershov B.G.²

¹LLC «SPE «Melitta», Ltd., 117997, Moscow, Miklukho-Maklaya st., 16/10

²A.N. Frumkin Institute of Physical chemistry and Electrochemistry RAS,
117342 Moscow, Orbucheva street, 40,
ershov@ipc.rssi.ru

Implementing environmentally friendly technologies of time-sensitive products storage is a crucial task of food industry.

The purpose of the present research was studying the changes in term of grape clusters storage after their treatment by high-intensity pulsed xenon lamp irradiation.

The research had two stages: 1. Researching the pulsed UV irradiation activity against *Botrytis* fungi, as well as determining the inactivation energy dose. 2. Treating the grape clusters by pulsed UV irradiation and determining the terms of their storage for different storage modes.

Petri dishes and white grape clusters were exposed to pulsed UV irradiation of continuous spectrum (200-400 nm), generated by a 1 kW pulsed xenon lamp, at 40-cm² distance. The exposure time was 10 to 500 seconds.

The initial contamination of Petri dishes by *Botrytis cinerea* fungi spores in growth medium was 10⁵, 10⁶, and 10⁷ of spores.

The research showed that a 30-seconds' exposure ensures growth inhibition for low concentration fungi spores. Full inhibition of the spores growth and progression on all treated dishes occurred at exposure times of 180 and more seconds.

Grape clusters were treated in trays for 30, 180, and 500 seconds from two opposite sides.

A treated cluster was cut with scissors in two equally large parts and packed. One of these two packages was placed in a fridge at 4°C, the other – in a thermostatic cabinet at 25°C. Grapes preservation in thermostatic cabinet was controlled for 10 days, in the fridge – for 4 weeks. Spoiled grape berries were counted daily for 33 days.

The research results demonstrated that the number of spoiled berries decreased three or more times for different storage temperatures.

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ РАДИАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Санжарова Н.И., Козьмин Г.В., Гераськин С.А.

*ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
радиологии и агроэкологии», 249032, Калужская обл., г. Обнинск,
Киевское шоссе, 109 км, natsan2004@mail.ru*

По данным ФАО ООН ежегодные глобальные потери продуктов питания достигают 30% вследствие порчи при хранении и поражения насекомыми-вредителями. Для решения этой проблемы активно внедряются радиационные технологии (РТ) с использованием гамма-излучения, электронного и тормозного рентгеновского излучения. Рост масштабов применения РТ позволяет рассматривать современный период их развития как технологический прорыв, во многом способствующий, в том числе и повышению уровня экологической и продовольственной безопасности.

Научным фундаментом применения РТ в сельском хозяйстве и пищевой промышленности являются междисциплинарные исследования, включающие: изучение действия ИИ на возбудителей болезней, насекомых-вредителей, паразитарные и патогенные организмы; исследование механизмов эффектов гормезиса и ингибирования процессов роста, включая воздействие на ДНК и репарационные системы, биохимические и физиологические процессы, развертывание во времени транскрипционной активности генов; изучение радиочувствительности микроорганизмов разной таксономической принадлежности с использованием современных молекулярно-генетических методов, закономерностей репарации нарушенных метаболических процессов в микробных клетках и активности антиоксидантных систем; определение показателей пищевой ценности и качества облученной продукции, токсичности вторичных продуктов в зависимости от характеристик ИИ.

Внедрение РТ требует проведения комплекса прикладных работ, включая: модернизацию и разработку стационарных и мобильных облучательских установок, встраивание их в технологии по производству, переработке и хранению продукции; отработку регламентов облучения продукции; создание тест-систем контроля санитарной и экологической безопасности применения РТ; разработку национальных стандартов и технологических регламентов.

Основные компетенции РТ: облучение сельскохозяйственной и пищевой продукции для обеспечения микробиологической безопасности и снижения потерь при хранении; облучение картофеля, лука, корне- и клубнеплодов для задержки процессов прорастания при хранении, а также свежих фруктов и овощей в целях ингибирования созревания; борьба с насекомыми-вредителями (карантинная мера), а также дезинсекция зерна, зернопродуктов и сухофруктов; радиационная обработка посевного материала в целях стимуляции семян, развития растений и повышения урожая сельскохозяйственных культур.

FUNDAMENTAL AND APPLIED ASPECTS OF RADIATION TECHNOLOGIES IN AGRICULTURE AND FOOD INDUSTRY

Sanzharova N.I., Kozmin G.V., Geraskin S.A.

*Russian Institute of Radiology and Agroecology
249032, Kaluga region, Obninsk, Kievskoye shosse, 109 km,
natsan2004@mail.ru*

According to the international Food and Agriculture Organization FAO of the UN, annual global loss of foodstuffs amounts to 30% mainly due to spoilage during storage and destruction by insect-pests. Radiation technologies with use of gamma-radiation, electron and continuous X-ray radiation are implemented in order to solve this problem. The increase of rate of application of radiation technologies in different industries allows considering the recent period of their development as technological breakthrough, contributing to increasing of levels of environmental and food security.

The scientific basis of radiation technologies application in agriculture and food industry are interdisciplinary researches including: studies on impact of ionizing radiation to pathogens, insect-pests, parasitic and pathogenic organisms; studies on mechanisms of hormesis effects and inhibition of growth processes, including the influence on DNA and reparation systems, biochemical and physiological processes, time deployment of gene transcriptional activity; studies on radiosensitivity of different microorganisms with use of contemporary molecular genetic methods, patterns of reparation of inadequate metabolic processes in microbial cells and activity of antioxidant systems; determination of indicators of nutritive value and quality of irradiated products, toxicity of secondary products depending on ionizing radiation features.

Implication of RT requires the fulfillment of a set of works including: upgrading and development of stationary and mobile irradiation facilities, their implementation into the technological process of production, processing and storage of products; adjustment of procedures of products irradiation; creating of test-systems of control of sanitary and environmental security of RT application; development of national standards and technological regularities.

The main competences of RT application are considered to be: irradiation of agricultural raw materials and end products to ensure the microbiological security, to decrease losses during storage and to guarantee shelf life; irradiation of potatoes, onions, tuber and root crops for impediment of germination during storage, and also irradiation of fresh fruits and vegetables in order to inhibit the ripening process; insect-pest control after harvesting (quarantine measures), and also disinfestation of grain, grain products and dried fruits; radiation treatment of sowing material for stimulation of seeds, development of plants and increasing the yield of agricultural crops.

РАДИАЦИОННЫЕ И ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ В ПЕРЕРАБОТКЕ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

**Смирнов В.П.¹, Крастелев Е.Г.², Сартори А.В.¹,
Часовских А.В.¹**

¹ АО «Наука и инновации» (предприятие Госкорпорации «Росатом»),
119017, г. Москва, ул. Б. Ордынка д. 40 стр. 1, VPSmirnov@rosatom.ru

² Объединенный Институт Высоких температур РАН, 125412,
г. Москва, ул. Ижорская д. 13 стр. 2

Освоение физики и техники мощных ускорителей релятивистских электронов, радиоизотопных источников излучения, а также импульсных высоковольтных генераторов электрических полей с напряжением порядка 100 кВ и более представило широкие возможности воздействия на вещество, в частности, на продукты агрокомплекса.

Ионизация, ведущая к созданию свободных радикалов, чувствительно действующих на микроорганизмы, используется как средство подавления процессов старения и развития насекомых – вредителей. Тактика показала, что пищевые свойства при этом сохраняются, и обработанные продукты доступны для приготовления пищи.

В Госкорпорации «Росатом» для этих целей созданы установки на базе Co^{60} , позволяющие обрабатывать массивные упаковки продуктов. Также развиты ускорительные комплексы либо для прямого облучения электронами, либо фотонами тормозного спектра. Для прямого облучения продуктов электронами требуется энергия до 10 МэВ, что не всегда приемлемо, но практически удобно. Массивные упаковки облучаемых продуктов более удобно облучать радиоизотопными источниками. Типичная активность установки на основе радиоизотопов находится на уровне 1000 кКи. В настоящее время существует дефицит этого изотопа. Поэтому в Госкорпорации «Росатом» предпринимаются меры по расширению производства Co^{60} , а также по изучению возможности применения новых изотопов, например Eu. Можно ожидать, что проблема дефицита будет решена в ближайшие годы.

Другим интересным направлением переработки агропродуктов является электропорация. Работы опираются на опыт использования электрических полей в биологии и с относительно недавнего времени в пищевой промышленности за рубежом. В СССР подобные работы начинались еще в 60 годы. Суть метода заключается в разрыве цитоплазматических мембран клеток в результате необратимого пробоа в импульсных электрических полях. Выход внутриклеточной жидкости позволяет при извлечении соков избежать нагрева, сохранить термонеустойчивые компоненты и уменьшить затраты энергии на обработку. В докладе также будут представлены примеры практического использования электропорации и активность авторского коллектива в создании технологий и оборудования.

RADIATIVE AND ELECTROPULSE EFFECTS IN CONVERSION OF FOOD PRODUCTS

**Smirnov V.P.,¹ Krastelev E.G.,² Sartori A.V.¹
Chasovskix A.V.¹**

¹*JSC «Science and innovations» (State Atomic Energy Corporation «Rosatom»), 119017, Moscow, Bolshaya Ordynka str., 40 – 1,
VPSmirnov@rosatom.ru*

²*Joint High Temperature Institute, Russian academy of science, 125412,
Moscow, Igorskaya str., 13-2*

Development of physics and technology of powerful accelerators of relativistic electrons, radio isotope radiation sources, as well as pulse high-voltage generators of electric fields with tension about 100 kV and more provided a large number of opportunities of impact on the substance, in particularly, on products of agrocomplex.

The ionization which leads to creation of free radicals which are acting sensitive on microorganisms is used as a mean of suppression of the aging and growth processes of insects – wreckers. The tactic showed that nutritional properties are preserved and processed products are appropriate for cooking.

For these purposes the State Atomic Energy Corporation «Rosatom» created plants based on Co⁶⁰ which allow to process massive packaging of products. Accelerating complexes were developed either for direct radiation by electrons, or by photons of a brake range. Direct radiation of products by electrons requires energy up to 10 MeV which isn't always acceptable, but practically is convenient. It is more convenient to irradiate massive package by means of radio isotope sources. A typical activity of radioisotope-based installations at the level of 1000 kCi. Now there is a deficit of this isotope. That's why in atomic State Corporation are being taken measures to increase the production of Co⁶⁰ and to study the possibility of applying new isotopes, for example Eu. It is possible to expect that the problem of deficit will be resolved in the next years.

Another interesting direction of agroproducts processing is the elektroporation. Researches rely on experience of using electrofields in biology and since rather recent time in the food industry abroad. In the USSR similar R&D began in the 60s. The essence of the method is to brake of cytoplasmatic membranes of cells as a result of irreversible breakdown in pulse electric fields. An exit of intracellular liquid allows to avoid heating in case of extraction of juice, to keep thermounstable components and to reduce energy costs for handling. In the report there are also examples of practical use of an elektroporation and activity of group of authors in creation of technologies and the equipment.

МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНАЯ ТЕРАПИЯ ПРИ ОЗДОРОВЛЕНИИ РАСТЕНИЙ ГРУШИ ОТ ВИРУСОВ *IN VITRO*

Упадышев М.Т., Донецких В.И., Петрова А.Д., Меглицкая К.В.

ФГБНУ «Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства», 115598, Москва, ул. Загорьевская 4, vstisp@vstisp.org

Проведённые нами многочисленные исследования показали, что импульсные магнитные поля активно воздействуют на растения, отдельные их органы и клетки, на активность протекающих в них физиологических процессов [1, 2]. В настоящее время широкое использование данного экологически чистого метода воздействия в сельском хозяйстве затруднительно из-за отсутствия как специализированного оборудования, так и технологий. Для решения данной задачи служит разработанный нами программно управляемый персональным компьютером экспериментальный образец стимулятора магнитно-импульсного СМИ-5 [3].

Целью исследований являлось совершенствование методов оздоровления подвоев груши от латентных вирусов путем повышения эффективности оздоровления и экологической безопасности.

Изучали действие магнитно-импульсной терапии (МИТ) на оздоровление от вирусов подвоя груши Березолистная. Объектами исследований служили микропобеги подвоев груши. Экспланты подвоев груши, зараженные вирусами мозаики яблони (ArMV), бороздчатости древесины яблони (ASGV) и ямчатости древесины яблони (ASPV), обрабатывали импульсами магнитной индукции с изменяемой частотой от 0,8 до 51,2 Гц на протяжении 8 мин. Тестирование микрорастений проводили методом сэндвич-варианта иммуноферментного анализа. Применение МИТ обеспечивало оздоровление от комплекса вирусов 55 % от числа тестированных эксплантов. В экспериментах удалось получить до 100 % свободных от вируса бороздчатости древесины яблони растений, что позволяет рекомендовать применение МИТ на стадии микроразмножения растений. Рассчитанный годовой экономический эффект от внедрения данного способа оздоровления составляет 420 т. руб. на 1000 эксплантов.

Литература

1. Куликов И.М., Донецких В.И., Упадышев М.Т. *Садоводство и виноградарство*, 2015, № 4, 45.
2. Упадышев М.Т., Донецких В.И., Бешнов Г.В., Упадышева Г.Ю. *Доклады РАСХН*, 2005, № 3, 40.
3. Донецких В. И., Бычков В.В., Упадышев М.Т. *Патент №2523162 РФ*, 2014.

MAGNETIC-PULSE THERAPY AT IMPROVEMENT OF PLANTS OF THE PEAR FROM VIRUSES *IN VITRO*

Upadyshev M.T., Donetskikh V.I., Petrova A.D., Metlitskaja K.V.

All-Russian Horticultural Institute for Breeding, Agrotechnology and Nursery,

All-Russia Selection-Technological Institute of Horticulture and Nursery
115598, Moscow, Zagorevskaya st. 4, vstisp@vstisp.org

The numerous researches carried out by us have shown, that pulse magnetic fields actively influence plants, their separate bodies and cells, on activity proceeding in them physiological processes [1, 2]. Now wide use of the given non-polluting method of influence in agriculture is inconvenient because of absence both the specialized equipment, and technologies. For the decision of the given problem serves developed by us programmed an experimental sample of a stimulator of magnetic-pulse SMP-3 [3].

The purpose of researches was perfection of methods of improvement of stocks of a pear from latent viruses by increase of efficiency of improvement and ecological safety.

Studied action magnetic-pulse therapies (MPT) on improvement from viruses of a stock of pear Beryozolistnaya. As objects of researches microrunaways of stocks of a pear served. Explants stocks the pears infected with viruses of a mosaic apple (ApMV), Apple stem grooving (ASGV) and Apple stem pitting virus (ASPV), processed pulses of a magnetic induction with changeable frequency from 0,8 up to 51,2 Hz during 8 minutes. Testing of microplants carried out a method of sandwich - variant enzyme-linked immunosorbent assay. Application MPT provided improvement from a complex of viruses of 55 % from number tested explants. In experiments it was possible to receive up to 100 % free from ASGV plants that allows to recommend application MPT for stages of microduplication of plants. The designed annual economic benefit of introduction of the given way of improvement makes 420 thousand rubles on 1000 explants.

References

1. Kulikov I.M., Donetskikh V.I., Upadyshev M.T. *Gardening and viniculture*, 2015, №4, 45.
2. Upadyshev M.T., Donetskikh V.I., Beshnov G.V., Upadysheva G.J. *Reports of Russian Academy of Agrarian Sciences*, 2005, № 3, 40.
3. Donetskikh V.I., Bychkov V.V., Upadyshev M.T. *Patent №2523162 RF*, 2014.

СОХРАННОСТЬ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ ПОСЛЕ ГАММА-ОБЛУЧЕНИЯ

**Цыгвинцев П.Н., Тихонов А.В., Рачкова В.М., Любимова Л.А.,
Манин К.В.**

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии», 249032, Калужская обл., г. Обнинск, Киевское шоссе, 109 км, paul-gotel@mail.ru

Исследовано влияние гамма-облучения клубней картофеля на предотвращение прорастания и продление срока хранения. Облучение клубней картофеля проводили в дозах 5, 10, 50, 100, 120, 150, 240 и 360 Гр. Контрольные и облученные образцы клубней хранились при комнатной температуре 20-24 °С и относительной влажности 40-60% и в хранилище при температуре 10-12 °С и относительной влажности 85-95% в течение 5 месяцев. В процессе хранения проводили анализ клубней на потерю веса, содержание в клубнях сухого вещества, крахмала и сахаров.

Установлено, что облучение картофеля в дозе 100 Гр вдвое снижает количество проростков по сравнению с контролем, а в дозе 120 Гр и выше – полностью предотвращает прорастание картофеля.

Облучение в дозах свыше 100 Гр снижает потери веса клубней вследствие процессов дыхания и транспирации в процессе хранения в 1,5-2,0 раза по сравнению с необлученным картофелем. Так, в условиях хранения при высокой влажности (85-95%) и низкой температуре (10-12 °С) потери веса после 4 месяцев хранения составили в контроле 9,2%, в группах, облученных в дозе свыше 100 Гр – 4,9%. При хранении в комнатных условиях (влажность 40-60 % и температура 20-24 °С) после 5 месяцев потери веса клубней в контроле составили 29,6%, в группах, облученных в дозе свыше 100 Гр – 18,6%, при данных условиях хранения основная потеря веса клубней обусловлена процессами транспирации. Потери веса клубней при прорастании необлученного картофеля составили дополнительно 7-8% после 4 месяцев независимо от условий хранения.

Таким образом, гамма-облучение картофеля в дозах 120-360 Гр полностью предотвращает его прорастание и снижает как потери веса клубней в 1,5-2 раза при хранении.

THE PRESERVATION OF POTATO TUBERS AFTER GAMMA-IRRADIATION

**Tsegvintsev P.N., Tikhonov A.V, Rachkova V.M., Lubimova L.A.,
Manin K.V.**

*Russian Institute of Radiology and Agroecology
249032, Kaluga region, Obninsk, Kievskoye shosse, 109 km,
paul-gomel@mail.ru*

The effect of gamma-irradiation of potato tubers were examined in order to prevent their germination and extending shelf life. Potato tubers irradiation was performed at 5, 10, 50, 100, 120, 150, 240 and 360 Gy. The control and irradiated samples of tubers stored at ambient temperature 20-24 °C and 40-50 % relative humidity and storage temperature of 10-12 °C and 85-95 % relative humidity for 5 months. Tubers were analyzed for weight loss, the content of dry matter in the tuber, starch and sugars during storage.

It is found that the potatoes irradiation dose of 100 Gy twice reduces the number of sprouts in comparison with control, and a dose of 120 Gy and higher completely prevents potato germination.

The irradiation at a dose of 100 Gy reduces weight loss of tubers due to transpiration and respiration processes during storage at 1.5-2.0-fold compared with unirradiated potatoes. weight loss after 4 months storage in the control amounted to 9.2% in the groups irradiated at a dose of 100 Gy - 4.9% when stored at high humidity and low temperature. Tuber weight loss after 5 months in the control amounted to 29.6% in the groups irradiated at a dose of 100 Gy - 18.6% when stored under ambient conditions. The main tuber weight loss is the process of transpiration during storage conditions.

Weight loss during the germination of unirradiated potatoes tubers amounted to 7-8% an additional after 4 months for all storage conditions.

Thus, potatoes gamma irradiation in doses of 120-360 Gy completely prevents its germination and decreases weight loss of tubers during storage by 1.5-2 times.

Компьютерная верстка Пронина О.Э.

Подписано в печать 12.09.2016 г. Тираж 150 экз. Объем 61 стр. Усл. печ. л. 16,3

Издание ФГБНУ ВНИИРАЭ
249032, г. Обнинск, Киевское шоссе, 109 км