

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В. Г. БЕЛИНСКОГО

ИЗВЕСТИЯ

ПЕНЗЕНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
имени В. Г. БЕЛИНСКОГО

—≡ ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ ≡—

№ 25

Пенза, 2011

**Известия Пензенского государственного педагогического университета
имени В. Г. Белинского**

Естественные науки

№ 25 – 2011

ISSN 1999-7116

РЕДКОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА

Главная редакция

В. И. Коротов (главный редактор, ректор)

С. М. Васин (зам. главного редактора, д. э. н., проф.)

Ю. А. Мазей (ответственный секретарь, д. б. н., проф.)

М. Т. Генгин (д. б. н., проф. – *биология*), В. И. Горбаченко (д. т. н., проф. – *информатика, техника*), Г. Е. Горланов

(д. филол. н., проф. – *филология*), Л. М. Дубовый (к. т. н., проф. – *психология*), И. В. Замятина (д. филол. н., доц. –

лингвистика), Г. А. Карпова (д. с.-х. н., проф. – *сельское хозяйство*), Э. Ю. Керимов (к. х. н., доц. – *химия*),

А. А. Марко (к. ф.-м. н., доц. – *физика*), А. Г. Мясников (д. ф. н., проф. – *философия*), Б. В. Николаев (к. ю. н., доц. –

юриспруденция), В. И. Паньженский (к. ф.-м. н., проф. – *математика*), В. В. Полукаров (д. п. н., проф. – *педагогика*),

О. Ф. Приказчикова (к. г. н., доц. – *география*), М. А. Родионов (д. п. н., проф. – *педагогика*), С. В. Титов (д. б. н.,

проф. – *экология*), А. Б. Тугаров (д. ф. н., проф. – *социология, социальная философия*), Н. С. Чернецова (д. э. н.,

проф. – *экономика*), О. В. Ягов (д. и. н., проф. – *история*), О. Э. Яремко (к. ф.-м. н., доц. – *математика*)

Редакционная коллегия

Серия естественных наук (биология, химия, география, экология)

С. Н. Артемова (к. г. н., доц.), Л. П. Блохина (к. б. н., доц.), Э. Л. Вдовина (к. г. н., доц.), А. Н. Вернигора (к. б. н.,

доц.), О. А. Ермаков (к. б. н., доц.), Б. П. Заплатин (к. б. н., доц.), О. В. Зорькина (к. т. н., доц.), В. Ю. Ильин (д. б. н.,

проф.), Л. А. Новикова (к. б. н., доц.), Л. Н. Савина (к. б. н., доц.), Н. А. Симаква (к. г. н., доц.), Т. Г. Стойко (к. б. н.,

доц.), В. Н. Хрянин (д. б. н., проф.), А. А. Чистякова (к. б. н., доц.), В. Н. Юпатова (к. г. н., доц.)

Серия гуманитарных наук (филология, история, культурология, философия)

С. В. Белоусов (д. и. н., проф.), В. Д. Бондалетов (д. филол. н., проф.), В. А. Власов (к. и. н., доц.), Н. М. Инюшкин

(д. ф. н., проф.), Г. И. Канакина (к. филол. н., доц.), В. В. Кондрашин (д. и. н., проф.), Л. И. Крюкова (к. филол. н.,

доц.), В. П. Митрофанов (д. и. н., проф.), А. Б. Никонов (к. ф. н., доц.), Е. Ю. Ожегова (к. п. н., доц.), А. С. Попов

(д. и. н., проф.), Т. А. Румянцева (к. п. н., доц.), Т. Г. Скороходова (д. ф. н., доц.), И. Н. Столяров (к. ф. н., доц.),

Т. И. Суркова (к. филол. н., доц.), О. А. Сухова (д. и. н., доц.), А. П. Тимонина (к. филол. н., доц.), Н. Б. Тихонова

(к. п. н., доц.), О. В. Христоробова (к. филол. н., доц.), И. Ф. Шувалов (к. филол. н., доц.), И. П. Щерблякин

(д. филол. н., проф.), С. И. Щерблякин (д. филол. н., доц.)

Серия общественных наук (педагогика, экономика, юриспруденция, социология, управление, психология)

Ж. М. Байрамова (к. э. н., доц.), И. Л. Беккер (к. п. н., доц.), Л. Ю. Боликова (к. п. н., доц.), В. Д. Борисова (к. э. н.,

проф.), Л. А. Голяева (к. п. н., доц.), Е. Л. Звонова (к. э. н., доц.), А. И. Иванов (к. п. н., доц.), Т. Г. Ивошина (д. пс. н.,

проф.), И. Г. Ищенко (к. с. н., доц.), В. В. Константинов (к. пс. н., доц.), Л. Н. Корчагина (к. п. н., доц.), В. Е. Костин

(к. и. н., доц.), Х. З. Ксенофонтова (к. с. н., доц.), В. С. Куракин (к. п. н., доц.), Р. А. Ляпин (к. п. н., доц.), Л. Д. Мали (к. п. н.,

доц.), Д. И. Нестеровский (к. п. н., доц.), Н. Н. Осипова (к. п. н., доц.), Н. А. Ручкова (к. пс. н., доц.), В. А. Скворцова

(д. э. н., проф.), В. В. Сохранов (д. п. н., проф.), М. Н. Торгашин (к. п. н., доц.), Н. В. Тупарева (к. п. н., доц.),

В. Н. Чернецов (к. п. н., доц.), Т. А. Шипилкина (к. п. н., доц.), В. С. Шутов (к. и. н., доц.), П. Г. Янова (к. э. н., доц.)

Серия физико-математических и технических наук (физика, математика, информатика, техника, технология)

И. А. Абрамов (к. т. н., доц.), О. А. Барсуков (д. ф.-м. н., проф.), Л. С. Горшкова (к. ф.-м. н., доц.), А. В. Диков (к. п. н.,

доц.), В. В. Дрождин (к. т. н., доц.), А. И. Егоров (к. ф.-м. н., доц.), А. Ю. Казаков (к. ф.-м. н., проф.), А. В. Костюнин

(к. п. н., доц.), А. А. Ловков (к. ф.-м. н., доц.), Т. В. Ляпина (к. п. н., доц.), А. А. Масленников (к. т. н., доц.),

Н. Д. Никитин (к. ф.-м. н., доц.), О. Г. Никитина (к. ф.-м. н., доц.), А. Г. Семин (к. ф.-м. н.), Г. В. Сугробов (к. ф.-м. н.,

проф.), А. Я. Султанов (к. ф.-м. н., доц.), О. П. Сурина (к. ф.-м. н., доц.), О. Г. Шакирзянова (к. ф.-м. н., доц.),

Н. Н. Яремко (к. ф.-м. н., доц.)

Учредитель: Пензенский государственный педагогический университет имени В. Г. Белинского

Издание включено в перечень российских рецензируемых научных журналов,
в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций
на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук (в редакции ВАК РФ от 01.07.2010 г.)

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-27077 от 28.01.2007 г. выдано Федеральной службой
по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия

Подписной индекс ОАО «Роспечать» 66097 – каталог «Издания органов научно-технической информации»

Выходит 4 раза в год

© Пензенский государственный педагогический университет имени В. Г. Белинского

Перепечатка допускается только по согласованию с редакцией журнала и ссылкой на журнал

ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ

| | |
|--|----|
| О. В. СМЕРНОВА МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКОСИСТЕМ С ПОПУЛЯЦИОННЫХ ПОЗИЦИЙ | 15 |
| И. П. ТАРАНЕЦ, А. В. СМУРОВ, Н. А. КУЗНЕЦОВА ОЦЕНКА ГОРИЗОНТАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЧВЕННЫХ КОЛЛЕМБОЛ МЕТОДОМ «РАЗНОРАЗМЕРНЫХ ТРЕУГОЛЬНИКОВ» | 22 |

БОТАНИКА

| | |
|--|-----|
| И. В. АГАЕВА, А. А. ЧИСТЯКОВА О РАСПРОСТРАНЕНИИ РОГУЛЬНИКА ПЛАВАЮЩЕГО (<i>TRAPA NATANS L.</i>) В ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ И ОСОБЕННОСТЯХ ЕГО ЭКОЛОГИИ | 29 |
| А. М. АГЕЕВА, Т. В. ГОРБУШИНА, Е. В. ПИСЬМАРКИНА, Т. Б. СИЛАЕВА О НАХОДКАХ РЕДКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ В ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ | 35 |
| А. А. АЛЕЙНИКОВ, А. Д. БОВКУНОВ МИКРОМОЗАИЧНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ КРУПНОПАПОРОТНИКОВЫХ И ВЫСОКОТРАВНЫХ ПИХТО-ЕЛЬНИКОВ ПЕЧОРО-ИЛЫЧСКОГО ЗАПОВЕДНИКА..... | 38 |
| В. М. ВАСЮКОВ, Е. С. КОРЧИКОВ, С. В. САКСОНОВ ВИДЫ ЛИШАЙНИКОВ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДЛЯ ВКЛЮЧЕНИЯ ВО ВТОРОЕ ИЗДАНИЕ КРАСНОЙ КНИГИ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ | 47 |
| Л. А. ДИМЕЕВА, И. В. ПАНКРАТОВА ФЛОРИСТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИМОРСКИХ РАВНИН АРАЛЬСКОГО И КАСПИЙСКОГО МОРЕЙ..... | 54 |
| Т. А. ДУНАЕВА АНАЛИЗ ФЛОРЫ ЛИШАЙНИКОВ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ | 60 |
| Е. А. КОБОЗЕВА, Н. И. ШОРИНА СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОРФОГЕНЕЗА МОНОКАРПИЧЕСКОГО ПОБЕГА <i>TULIPA</i> <i>VIEBERSTEINIANA SCHULT. ET SCHULT. FIL. И LILIIUM MARTAGON L.</i> | 66 |
| Е. А. КОБОЗЕВА СОСТОЯНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ <i>LILIIUM MARTOGON L.</i> В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ | 76 |
| В. Н. КРАШЕНИННИКОВ, В. Н. ХРЯНИН АНАТОМИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ КЛЕВЕРА, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ВЛАЖНОСТИ | 87 |
| Н. А. ЛЕОНОВА СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ОЦЕНКА БИОРАЗНООБРАЗИЯ ЛЕСНОГО ПОКРОВА «КУНЧЕРОВСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ»..... | 94 |
| Н. А. ЛЕОНОВА, Л. А. НОВИКОВА, Г. Р. ДЮКОВА ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ПАЛЕОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ..... | 107 |
| Л. А. НОВИКОВА, М. О. ПОЛОЗОВА ЭКСТРАЗОНАЛЬНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ «КУНЧЕРОВСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ»..... | 117 |
| Л. А. НОВИКОВА КАТАЛОГ ВИДОВ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ ГЕРБАРИЯ ИМЕНИ И. И. СПРЫГИНА (ЧАСТЬ 2)... | 127 |
| М. В. ПУЗЫРЬКИНА, Т. Б. СИЛАЕВА, Д. С. ЛАБУТИН СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ <i>SCUTELLARIA SUPINA L. (LAMIACEAE)</i> В РЕСПУБЛИКЕ МОРДОВИЯ ... | 154 |
| Е. В. ТКАЧЕВА ПЕРСПЕКТИВА РАСШИРЕНИЯ ВТОРИЧНОГО АРЕАЛА <i>GALEGA ORIENTALIS LAM. (КОЗЛЯТНИКА</i> <i>ВОСТОЧНОГО)</i> В СРЕДНЕЙ РОССИИ | 160 |
| В. Н. УХАЧЕВА, Л. А. НОВИКОВА, Е. И. СТРОКИНА ОСНОВНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ МНОГОЛЕТНЕЙ ДИНАМИКИ «КАЗАЦКОЙ СТЕПИ» (КУРСКАЯ ОБЛАСТЬ)..... | 165 |

ЗООЛОГИЯ

| | |
|--|-----|
| Е. В. БЫКОВ РЕКРЕАЦИОННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ И ВИДОВАЯ СТРУКТУРА ГНЕЗДОВОЙ ОРНИТОФАУНЫ | 170 |
|--|-----|

| | |
|--|-----|
| О. А. ЕРМАКОВ, В. Л. СУРИН, С. В. ТИТОВ ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ И ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ КРАПЧАТОГО СУСЛИКА ПО ДАННЫМ СЕКВЕНИРОВАНИЯ КОНТРОЛЬНОГО РЕГИОНА мтДНК | 176 |
| М. М. ЗАКС, Е. П. СИМОНОВ, О. А. ЕРМАКОВ РАСПРОСТРАНЕНИЕ АМФИБИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ..... | 181 |
| А. Н. ДОБРЮЛОВ ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ ЛАСКИ (<i>MUSTELA NIVALIS</i> L.) НА СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ КАВКАЗЕ ... | 191 |
| Н. Ф. ЗОЛИНА ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ ПОПУЛЯЦИЙ БЕЗДОМНЫХ СОБАК В ГОРОДЕ ПЕНЗЕ | 195 |
| А. В. КИРЕЕВ, А. Н. ЦЫГАНОВ, Ю. А. МАЗЕЙ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ РАКОВИННОЙ АМЕБЫ <i>HYALOSPHERIA</i> <i>PAPILIO</i> | 199 |
| Е. Е. КОРОВИНА, В. Ю. ИЛЬИН СТРУКТУРА МИКРОБОЦЕНОЗА ШЕРСТИ И ОСТАТКОВ РУКОКРЫЛЫХ В РАЗЛИЧНЫХ БИОТОПАХ... | 207 |
| Е. Е. КОРОВИНА, И. В. ИЛЬИН, В. Ю. ИЛЬИН СТРУКТУРА КОМПЛЕКСА МИКРООРГАНИЗМОВ ШЕРСТИ РУКОКРЫЛЫХ НА МЕСТАХ ИХ ЗИМОВОК В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ | 210 |
| А. А. КУЗЬМИН, А. А. ШМЫРОВ, С. В. ТИТОВ БОЛЬШОЙ СУСЛИК (<i>SPERMOPHILUS MAJOR</i> PALL.) НА ПРАВОБЕРЕЖЬЕ ВОЛГИ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ | 214 |
| А. А. КУЗЬМИН, А. А. ШМЫРОВ, С. В. ТИТОВ ОСОБЕННОСТИ НАСЛЕДОВАНИЯ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И АКУСТИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ РОДИТЕЛЬСКИХ ВИДОВ ГИБРИДАМИ БОЛЬШОГО (<i>SPERMOPHILUS MAJOR</i> PALL.) И КРАПЧАТОГО (<i>S. SUSLICUS</i> GÜLD.) СУСЛИКОВ | 220 |
| И. А. ЛАВРОВ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕДКИХ И КРАСНОКНИЖНЫХ ВИДОВ РУЧЕЙНИКОВ (НЕХАРОДА: TRICHOPTERA) БАСЕЙНА РЕКИ КЛЯЗЬМЫ..... | 227 |
| С. Б. ЛУКЬЯНОВ, А. В. ЯНКИН, И. В. ИЛЬИН, В. Ю. ИЛЬИН ДИНАМИКА ИХТИОЦЕНОЗА ПЕНЗЕНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА | 231 |
| И. В. МУРАВЬЕВ ЭКОЛОГИЯ ГНЕЗДОВАНИЯ ЖЕЛТОЛОБОЙ ТРЯСОГУЗКИ <i>MOTACILLA LUTEA</i> (S.G. GMELIN, 1774) (PASSERIFORMES, MOTACILLIDAE) В ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ..... | 236 |
| И. Г. ПРОНИНА СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ФАУНЫ ЖУКОВ-ЛИСТОЕДОВ (COLEOPTERA, CHRYSOMELIDAE) В ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ | 241 |
| Д. Г. СМЕРНОВ, В. П. ВЕХНИК СВЯЗЬ МОРФОЛОГИИ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА С ВЫБОРОМ ТИПА ОХОТНИЧЬЕГО ПРОСТРАНСТВА В СООБЩЕСТВЕ РУКОКРЫЛЫХ ПОВОЛЖЬЯ | 247 |
| Д. Г. СМЕРНОВ, В. П. ВЕХНИК К ИЗУЧЕНИЮ РАЦИОНА ПИТАНИЯ <i>NYCTALUS NOCTULA</i> (CHIROPTERA: VESPERTILIONIDAE) НА САМАРСКОЙ ЛУКЕ | 258 |
| Д. Г. СМЕРНОВ, Н. М. КУРМАЕВА О МОРФОЛОГИЧЕСКОМ СТАТУСЕ <i>EPTESICUS SEROTINUS</i> (MAMMALIA: CHIROPTERA) НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ | 264 |
| Е. А. СУХОЛОЗОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГНЕЗДЯЩИХСЯ ПАР ЧЕРНОЛОБОГО СОРОКОПУТА В САДАХ И ЛЕСОПОЛОСАХ ПОЛУПУСТЫННОГО ЗАВОЛЖЬЯ | 270 |
| МИКОЛОГИЯ | |
| О. А. БАРСУКОВ, А. И. ИВАНОВ, М. А. ПЛОТНИКОВ РАДИОАКТИВНОСТЬ СЪЕДОБНЫХ ГРИБОВ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ | 274 |
| Г. В. ИЛЬИНА, Л. В. ГАРИБОВА, Д. Ю. ИЛЬИН АДАПТАЦИЯ КУЛЬТУР КСИЛОТРОФНЫХ БАЗИДИОМИЦЕТОВ К ДЕЙСТВИЮ НИСТАТИНА | 285 |
| Ю. С. ЛЫКОВ, Г. В. ИЛЬИНА, Д. Ю. ИЛЬИН ВОЗМОЖНОСТИ СТИМУЛЯЦИИ СИНТЕЗА ЭРГОСТЕРИНА МИЦЕЛИЕМ КСИЛОТРОФНЫХ БАЗИДИОМИЦЕТОВ В УСЛОВИЯХ ГЛУБИННОЙ КУЛЬТУРЫ..... | 290 |
| Ю. Г. МУХИНА МАТЕРИАЛЫ К БИОТЕ АГАРИКОИДНЫХ БАЗИДИОМИЦЕТОВ ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОГО ЗАПОВЕДНИКА..... | 295 |

ПОЧВЕННАЯ ЗООЛОГИЯ

| | |
|---|-----|
| А. Л. АНЦИФЕРОВ ОСОБЕННОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ФАУНЫ ЖУЖЕЛИЦ (COLEOPTERA, CARABIDAE) ЛЕСНЫХ ВЫРУБОК НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ ВТОРИЧНОЙ СУКЦЕССИИ | 301 |
| А. И. БАСТРАКОВ, Л. Б. РЫБАЛОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАССОВЫХ ВИДОВ ЖУЖЕЛИЦ ПО ПОПЕРЕЧНОМУ ПРОФИЛЮ РЕЧНОЙ ДОЛИНЫ РЕКИ БОЛЬШАЯ КОКШАГА | 307 |
| Ю. В. БЛИНОХВАТОВА, Е. А. ЕМБУЛАЕВА, Ю. А. МАЗЕЙ СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ ПОЧВООБИТАЮЩИХ РАКОВИННЫХ АМЕБ В СОСНОВЫХ ЛЕСАХ В РАЗНЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ МАСШТАБАХ ИССЛЕДОВАНИЯ | 312 |
| У. А. БУЛАТОВА МИКРОСТАЦИОНАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАКОВИННЫХ АМЕБ В ПОДСТИЛКЕ ТИМИРЯЗЕВСКИХ СОСНЯКОВ (ТОМСКАЯ ОБЛ.) | 317 |
| Л. В. ВАНЯВИНА ФЕНОЛОГИЯ СЛИТНОБРЮХИХ КОЛЛЕМБОЛ (COLLEMBOLA, SYMPHYPLEONA) В ЛУГОВЫХ И ЛЕСНЫХ БИОТОПАХ | 325 |
| О. Б. ВЫГОНЯЙЛОВА ГЕОФАГИЯ И ПРЕДПОЧТЕНИЕ МАТЕРИАЛА МУРАВЕЙНИКА У ГРЫЗУНОВ | 330 |
| А. А. ГОНЧАРОВ, А. И. КУЗНЕЦОВ, Л. М. ДЬЯКОВ, А. В. ТИУНОВ ТРОФИЧЕСКИЕ СВЯЗИ ПОЧВЕННЫХ ЧЛЕНИСТОНОГИХ С ВОДНЫМИ ЭКОСИСТЕМАМИ В ОКСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ (ПО ДАННЫМ ИЗОТОПНОГО АНАЛИЗА) | 337 |
| Т. В. ДЕГТЯРЕВА СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОЙ МЕЗОФАУНЫ В УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЕ ГОРОДА СТАВРОПОЛЯ ... | 345 |
| Т. Н. КОНАКОВА, А. А. КОЛЕСНИКОВА ФОРМИРОВАНИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГРУППИРОВОК CARABIDAE И STAPHYLINIDAE ПО ГРАДИЕНТУ ВЛАЖНОСТИ В ЕЛОВЫХ ЛЕСАХ РЕСПУБЛИКИ КОМИ | 350 |
| Д. И. КОРОБУШКИН, К. Б. ГОНГАЛЬСКИЙ, А. В. ТИУНОВ СТРУКТУРА СООБЩЕСТВ НАЗЕМНЫХ И ПРИБРЕЖНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ТАЙГИ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА (ПО ДАННЫМ АНАЛИЗА $\delta^{13}\text{C}$ И $\delta^{15}\text{N}$) | 357 |
| А. А. КУДРИН СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ НЕМАТОД В ГРАДИЕНТЕ ВЛАЖНОСТИ ПОЙМЕННЫХ ОСИНОВО- БЕРЕЗОВЫХ ЛЕСОВ РЕСПУБЛИКИ КОМИ | 362 |
| И. В. КУРЬИНА ЭКОЛОГИЯ РАКОВИННЫХ АМЕБ ОЛИГОТРОФНЫХ БОЛОТ ЮЖНОЙ ТАЙГИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ КАК ИНДИКАТОРОВ ВОДНОГО РЕЖИМА | 368 |
| В. Д. ЛЕОНОВ, А. А. РАХЛЕЕВА СОСТАВ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СООБЩЕСТВ МИКРОАРТРОПОД В ЛАНДШАФТНО- ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ПРОФИЛЕ ВЫСОТНОЙ ПОЯСНОСТИ ГОРЫ ВУДЬЯВРЧОРР (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ, ХИБИНСКИЕ ГОРЫ) | 376 |
| С. Н. ЛЯБЗИНА УЧАСТИЕ МУРАВЬЕВ (FORMICIDAE, HYMENOPTERA) В ДЕСТРУКЦИИ ТРУПОВ ЖИВОТНЫХ.... | 383 |
| М. И. МАЙШАНОВА, Ю. П. ДЕМАКОВ, В. А. МАТВЕЕВ, А. В. КОВАЛЕВ ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫБРОСОВ ИЗВЕСТКОВОЙ ПЫЛИ НА ФАУНУ КЛОПОВ И ЖУКОВ СОСНОВОГО БИОГЕОЦЕНОЗА | 386 |
| Э. Р. НУРЛЫГАЯНОВА ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЕННЫХ КОЛЛЕМБОЛ (НЕХАРОДА: COLLEMBOLA) В ЗОНАХ ДЕЙСТВИЯ МЕДЕПЛАВИЛЬНЫХ КОМБИНАТОВ ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ УРАЛА | 395 |
| М. Б. ПАТЮТА СОСТАВ И ЧИСЛЕННОСТЬ ПОЧВЕННОЙ МЕЗОФАУНЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ И ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ | 399 |
| А. Ю. ПОЛЕЖАЕВА ОСОБЕННОСТИ ФАУНЫ ПОЧВЕННЫХ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ (COLEOPTERA) В УСЛОВИЯХ НЕОДНОРОДНОЙ СТРУКТУРЫ РЕЛЬЕФА РЕЧНОЙ ПОЙМЫ | 403 |
| А. М. ПОТАПОВ, А. В. ТИУНОВ СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ИЗОТОПНОГО СОСТАВА УГЛЕРОДА И АЗОТА ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ И $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$) В ТЕЛАХ ПОДСТИЛОЧНЫХ И АТМОБИОНТНЫХ КОЛЛЕМБОЛ | 406 |
| Ю. И. ПРЕЙС, И. В. КУРЬИНА РИЗОПОДНЫЙ АНАЛИЗ В РЕКОНСТРУКЦИИ ВОДНОГО РЕЖИМА БОЛОТНЫХ ЭКОТОПОВ (ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО МЕТОДИЧЕСКОГО ПОДХОДА) | 412 |





УДК.574.2

РАДИОАКТИВНОСТЬ СЪЕДОБНЫХ ГРИБОВ ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

© О. А. БАРСУКОВ*, А. И. ИВАНОВ**, М. А. ПЛОТНИКОВ***

*Пензенский государственный педагогический университет им. В. Г. Белинского,
кафедра теоретической физики и общетехнических дисциплин**Пензенская государственная сельскохозяйственная академия,
кафедра биологии и экологии***Пензенский государственный университет,
кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности
e-mail: m_a_plotnikov@mail.ru

Барсуков О. А., Иванов А. И., Плотников М. А. – Радиоактивность съедобных грибов Пензенской области // Известия ПГПУ им. В.Г. Белинского. 2011. № 25. С. 274–284. – Представлены результаты исследований съедобных грибов, произрастающих на территории Пензенской области, на наличие в их плодовых телах ^{40}K , ^{137}Cs , ^{226}Ra , ^{232}Th и ^{241}Am . На основе рассчитанных коэффициентов накопления выявлены закономерности биоаккумуляции радионуклидов базидиальными макромицетами, а также разработаны рекомендации по заготовке и использованию грибов в пищу.

Ключевые слова: съедобные грибы, радионуклиды, биоаккумуляция.

Barsukov O. A., Ivanov A. I., Plotnikov M. A. – Radioactivity of eatable mushrooms on Penza region // Izv. Penz. gos. pedagog. univ. im. i V.G. Belinskogo. 2011. № 25. P. 274–284. – The article considers the results of researches of eatable mushrooms, which grows on the territory of Penza region, on the availability of ^{40}K , ^{137}Cs , ^{226}Ra , ^{232}Th and ^{241}Am in their fruiting bodies. The regularities of bioaccumulation of radio nuclides by basidiomycetes are exposed on the base of determined accumulation coefficients. Also recommendations are given about laying-in and consume of mushrooms as food.

Keywords: eatable mushrooms, radionuclides, bioadsorbction.

Из трех популярных промыслов «на лоне природы»: охоты, рыбалки и сбора грибов, последний является едва ли не самым массовым. Каждый грибной сезон сопровождается, как правило, тревожными сообщениями в средствах массовой информации об отравлениях, связанных с употреблением в пищу ядовитых грибов, и комментариями о том, как их выявлять. Но информация иного рода – о содержании в грибах радиоактивных примесей, если и встречается в публикациях, то крайне редко, и зачастую носит отрывочный характер [3]. Между тем попадание в организм человека грибов, содержащих радионуклиды в достаточной концентрации, может приводить к тяжелым последствиям для здоровья человека.

Предлагаемая статья содержит результаты натурных исследований содержания радионуклидов в съедобных грибах, произрастающих в лесах центральной зоны европейской части России – в лесах Пензенской обл. Но полученные данные, очевидно, характерны и для смежных областей, составляющих Среднее Поволжье, да и для многих других регионов нашей страны.

Радиоактивность грибов. Согласно радиометрическим наблюдениям, грибы любых видов содержат в качестве сравнительно малых примесей радиоактивные элементы. Различают радионуклиды естественного и искусственного происхождения. К наиболее распространенным в земной коре естественным радионуклидам относятся ^{40}K , ^{226}Ra и ^{232}Th . Они составляют основную долю естественного радиационного фона земного происхождения, участвуют в биогеохимических циклах, в результате чего поступают в живые организмы. К наиболее распространенным искусственным нуклидам относятся ^{137}Cs и ^{241}Am .

Приведем значения периодов полураспада указанных радионуклидов: ^{40}K – $1.25 \cdot 10^9$ лет; ^{226}Ra – 1602 года; ^{232}Th – $1.41 \cdot 10^{10}$ лет; ^{137}Cs – 30 лет; ^{241}Am – 432 года. Отметим большое разнообразие периодов полураспада этих нуклидов: от $\approx 1.41 \cdot 10^{10}$ лет у ^{232}Th до ≈ 30 лет у ^{137}Cs . Период полураспада нуклида ^{226}Ra заметно меньше, чем у нуклидов ^{40}K и ^{232}Th . Однако, ^{226}Ra уже «присутствовал» в раннюю эпоху эволюции Земли, будучи одним из дочерних нуклидов родоначальника уранового ряда – нуклида ^{238}U , период по-

лураспада которого равен $4.51 \cdot 10^9$ лет. А распространенность ^{238}U в природе соизмерима с распространенностью ^{232}Th ; оба нуклида представляют собой малые примеси вещества [1].

Из указанного следует, что рассматриваемые естественные радионуклиды присутствовали на Земле задолго до возникновения биосферы, поэтому вся эволюция жизни протекала под их постоянным воздействием, в результате чего биота (биота – все живые организмы Земли) адаптирована к влиянию этих радиоактивных элементов. Однако, мигрируя по цепям питания с одного трофического уровня на другой, они могут концентрироваться в конечных звеньях, в количествах, способных, как уже отмечалось, представлять опасность для здоровья человека.

В отличие от естественных радионуклидов, искусственные поступили в биосферу недавно, начиная с XX в. Живые организмы не имеют адаптации к их воздействию, которое может проявляться весьма эффективно. Далее будут рассмотрены нуклиды этой категории – ^{137}Cs и ^{241}Am , являющиеся относительно широко распространенными и радиационно опасными.

Из трех перечисленных нуклидов природного происхождения наиболее безопасным в радиационном отношении является ^{40}K . При поражении им клинические признаки лучевой болезни в ранние сроки могут отсутствовать, позже способны проявляться лейкопения, лимфопения, нарушение функций пищеварительного тракта. При интоксикации ^{226}Ra провоцируется лучевое поражение костной ткани – ее деструкция, развитие радиационного остеита, который приводит к повышенной хрупкости и патологическим переломам костей. Характерны поражения костного мозга и развитие остеосарком. Поступление ^{232}Th в организм может привести к различного рода злокачественным новообразованиям во многих органах, особенно в печени.

^{137}Cs при попадании в организм способен вызывать лейкопению, в большом числе случаев – анемию. При длительном воздействии возникают злокачественные новообразования кроветворных тканей, кишечника, почек, печени, легких, надпочечников, молочных желез и подкожной клетчатки, а также сокращается общая продолжительность жизни. Период полувыведения из организма находится в диапазоне от 20 суток до 5 месяцев в зависимости от аккумуляции нуклида тканями, возраста и веса пострадавших и применяемых лекарственных препаратов.

^{241}Am в радиационном отношении еще опаснее. При систематическом воздействии возникают опухоли различных тканей и органов, в особенности страдают кости, печень, почки и легкие. Период полувыведения ^{241}Am из организма может составлять от нескольких недель до нескольких лет [1].

Грибы являются осмотрофами – организмами, впитывающими питательные вещества всей поверхностью тела, поэтому их биоаккумуляционная способность очень велика [2]. По отмеченной причине содержание различных элементов в плодовых телах грибов может превышать таковое в субстрате – питательной среде, на которой произрастает гриб. Опреде-

ление содержания рассматриваемых радионуклидов в базидиальных макромицетах (грибах) важно с целью установления радиоактивного фона грибов и выявления видов-накопителей, что позволяет разработать рекомендации по снижению радиационной опасности, возникающей при употреблении грибов в пищу.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для решения выше указанных задач было определено содержание естественных радионуклидов ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th и радионуклидов искусственного происхождения ^{137}Cs и ^{241}Am в 33-х наиболее популярных у населения видах съедобных грибов, произрастающих в условиях Среднего Поволжья.

По каждому виду собирались не менее трех образцов из удаленных друг от друга участков леса со схожим рельефом, одинаковыми почвенными условиями, преобладанием одного типа растительности и характера увлажнения. Столь малая выборка связана со сложностью сбора большого количества образцов в один короткий временной отрезок, высокой степенью усыхания плодовых тел и большого объема анализируемой навески, для получения которой требуется высушить несколько килограммов грибов.

В полевых условиях плодовые тела очищались от растительных остатков и почвы, в лаборатории подвергались сушке до воздушно-сухого состояния, измельчению, взвешиванию и анализу на наличие исследуемых радионуклидов на гамма-спектрометрическом комплексе СКС-50М, которым располагает Пензенский государственный педагогический университет им. В. Г. Белинского.

Затем вычислялись значения средней удельной активности радионуклидов для каждого вида грибов и соответствующих им субстратов. Поскольку важно знать не только среднее содержание нуклидов в плодовых телах, но и способность грибов к биоадсорбции. Рассчитывался коэффициент накопления перечисленных радиоактивных элементов для каждого вида грибов. Коэффициент накопления равен отношению удельной активности радионуклида в грибе к таковой в субстрате.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Накопление съедобными грибами радионуклидов ^{40}K , ^{226}Ra и ^{232}Th . Полученные результаты измерений по каждому из нуклидов естественного происхождения сведены в три таблицы, в которых грибы ранжированы в порядке убывания коэффициента накопления, используемого для отражения характера биоадсорбции радионуклидов.

Значения средней удельной активности ^{40}K в плодовых телах и субстрате исследуемых грибов и его коэффициент накопления представлены в табл. 1.

Согласно приведенным данным все представленные виды грибов накапливают ^{40}K , что не удивительно, т.к. калий является биогенным элементом и участвует во многих физиологических процессах. Потребность в нем у живых организмов довольно велика. Исследования показали, что ^{40}K в наибольшей степени накапли-

Таблица 1

Особенности накопления ⁴⁰K исследованными видами съедобных грибов

| Вид гриба | Коэффициент накопления | Среднее арифметическое значение активности радионуклида в плодовом теле гриба, Бк/кг | Стандартное отклонение значения активности радионуклида в плодовом теле гриба, Бк/кг | Среднее арифметическое значение активности радионуклида в субстрате, Бк/кг | Стандартное отклонение значения активности радионуклида в субстрате, Бк/кг |
|-------------------------------|------------------------|--|--|--|--|
| <i>Lactarius vellereus</i> | 24.9 | 1844.0 | 293.3 | 74.2 | 13.9 |
| <i>Russula claroflava</i> | 18.6 | 1054.8 | 245.6 | 56.8 | 15.1 |
| <i>Macrolepiota procer</i> | 16.1 | 1215.8 | 114.1 | 75.4 | 7.3 |
| <i>Russula adusta</i> | 12.9 | 1480.2 | 332.9 | 114.4 | 46.6 |
| <i>Lycoperdon pyriforme</i> | 12.0 | 769.3 | 196.7 | 64.0 | 13.9 |
| <i>Tricholoma flavovirens</i> | 9.7 | 613.7 | 119.6 | 63.0 | 13.1 |
| <i>Lactarius necator</i> | 8.9 | 547.4 | 83.1 | 61.6 | 4.6 |
| <i>Russula xerampelina</i> | 8.2 | 536.0 | 207.5 | 65.3 | 18.1 |
| <i>Suillus bovinus</i> | 5.1 | 975.3 | 280.8 | 190.8 | 98.7 |
| <i>Agaricus arvensis</i> | 5.0 | 1360.3 | 145.2 | 274.7 | 47.0 |
| <i>Xerocomus chrysenteron</i> | 5.0 | 618.3 | 27.4 | 123.0 | 27.9 |
| <i>Lepista nuda</i> | 4.5 | 1235.0 | 242.2 | 276.7 | 77.6 |
| <i>Paxillus involutus</i> | 4.4 | 441.5 | 135.1 | 99.3 | 51.6 |
| <i>Leccinum aurantiacum</i> | 4.4 | 428.3 | 63.7 | 98.0 | 28.7 |
| <i>Boletus impolitus</i> | 4.0 | 447.3 | 158.4 | 112.8 | 18.4 |
| <i>Tricholoma portentosum</i> | 3.9 | 259.0 | 69.5 | 65.7 | 8.1 |
| <i>Lepista nebularis</i> | 3.9 | 749.3 | 130.9 | 190.3 | 60.3 |
| <i>Suillus luteus</i> | 3.4 | 624.0 | 66.0 | 184.0 | 49.4 |
| <i>Russula delica</i> | 3.2 | 456.6 | 123.2 | 142.1 | 48.3 |
| <i>Russula foetens</i> | 2.9 | 633.4 | 195.4 | 221.2 | 181.8 |
| <i>Boletus edulis</i> | 2.8 | 170.0 | 61.2 | 60.8 | 20.0 |
| <i>Cortinarius triumphans</i> | 2.8 | 203.7 | 24.8 | 73.0 | 7.0 |
| <i>Boletus erythropus</i> | 2.6 | 397.4 | 170.7 | 154.8 | 94.9 |
| <i>Leccinum scabrum</i> | 2.5 | 511.0 | 143.4 | 201.5 | 70.5 |
| <i>Suillus granulatus</i> | 2.4 | 446.8 | 62.5 | 186.0 | 60.8 |
| <i>Xerocomus badius</i> | 1.9 | 294.3 | 41.0 | 151.0 | 17.3 |
| <i>Armillariella mellea</i> | 1.8 | 461.8 | 179.9 | 257.8 | 38.4 |
| <i>Lactarius torminosus</i> | 1.8 | 312.0 | 53.1 | 176.2 | 81.9 |
| <i>Cantharellus cibarius</i> | 1.7 | 261.7 | 97.7 | 153.3 | 51.6 |
| <i>Lactarius resimus</i> | 1.6 | 194.0 | 22.7 | 124.7 | 48.6 |
| <i>Polyporus squamosus</i> | 1.2 | 392.7 | 106.9 | 332.0 | 57.6 |
| <i>Laetiporus sulphureus</i> | 1.1 | 316.3 | 13.7 | 284.0 | 39.4 |
| <i>Pleurotus cornucopiae</i> | 1.1 | 320.7 | 59.0 | 293.3 | 52.2 |
| Среднее значение | 5.6 | 623.4 | | 151.6 | |

вается *Lactarius vellereus*, *Russula claroflava*, *Macrolepiota procera*, *Russula adusta*, *Lycoperdon pyriforme*, *Tricholoma flavovirens*, *Lactarius necator*, *Russula xerampelina*, *Suillus bovinus*, *Agaricus arvensis* и *Xerocomus chrysenteron*, удельная активность которых более чем в 5 раз выше с соответствующими показателями у субстрата. Наименьший коэффициент накопления (< 2) отмечается у *Pleurotus cornucopiae*, *Laetiporus sulphureus*, *Polyporus squamosus*, *Lactarius resimus*, *Cantharellus cibarius*, *Lactarius torminosus*, *Armillariella mellea* и *Xerocomus badius*.

В табл. 2 представлены значения средней удельной активности ^{226}Ra в плодовых телах и субстрате исследуемых грибов и его коэффициент накопления. При этом по характеру накопления ^{226}Ra грибами картина иная.

Как видно некоторые из исследованных грибов сравнительно слабо адсорбируют ^{226}Ra , к ним относятся *Boletus impolitus*, *Pleurotus cornucopiae*, *Armillariella mellea*, *Laetiporus sulphureus* и *Lactarius torminosus* (коэффициент накопления для них не превышает 1). *Lactarius resimus*, *Lepista nebularis*, *Russula delicata*, *Russula adusta*, *Russula foetens*, *Boletus edulis*, *Leccinum aurantiacum*, *Lycoperdon pyriforme*, *Leccinum scabrum*, *Russula claroflava*, *Polyporus squamosus* и *Paxillus involutus* незначительно адсорбируют ^{226}Ra , коэффициент накопления для этих грибов меньше 2. Значительно сильнее процесс аккумуляции указанного нуклида проявляется у *Cortinarius triumphans*, *Boletus erythropus*, *Xerocomus badius* и *Russula xerampelina* (коэффициент накопления для них равен соответственно 6.5; 4.7; 4.6; 4.1). Радий не является биогенным элементом, поэтому грибы накапливают его меньше чем калий.

Рассмотрим характер накопления съедобными грибами ^{232}Th , значения средней удельной активности которого в плодовых телах и субстрате исследуемых грибов и его коэффициент накопления представлены в табл. 3.

Сравнительный анализ данных табл. 2 и 3 свидетельствует, что процесс аккумуляции ^{232}Th многими грибами выражен существенно слабее, чем ^{226}Ra . Например, коэффициенты накопления ^{232}Th и ^{226}Ra соответственно равны: для *Cantharellus cibarius* 0.9 и 2.8; для *Russula delicata* 0.5 и 1.2; для *Boletus erythropus* 0.4 и 4.7; для *Russula xerampelina* 1.6 и 4.0 и т. д. В сравнительно малом числе случаев наблюдается иная закономерность: коэффициенты накопления для ^{232}Th и ^{226}Ra соизмеримы или даже равны между собой. Это справедливо для *Xerocomus badius*, *Boletus edulis*, *Lactarius resimus* и др.

На рис. 1 сопоставлены значения средней удельной активности в Бк/кг для ^{40}K , ^{226}Ra и ^{232}Th в плодовых телах грибов и субстрате. Их сравнение показывает: содержание ^{40}K в грибах приблизительно в 10 раз больше, чем ^{226}Ra и ^{232}Th . Иная картина получается для субстратов: средняя удельная активность в субстрате ^{40}K больше, чем ^{226}Ra и ^{232}Th в 6.0 и 3.5 раз соответственно. Приведенные данные позволяют вычислить средний коэффициент накопления: для ^{40}K он равен 4.8; для ^{226}Ra – 2.3; для ^{232}Th – 1.4.

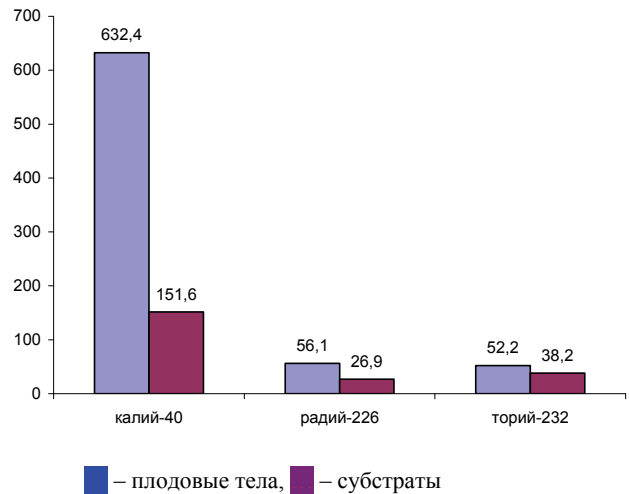


Рис. 1. Сравнение содержания ^{40}K , ^{226}Ra и ^{232}Th в плодовых телах грибов и субстрате.

Для большей наглядности на рис. 2 в виде круговой диаграммы представлено процентное соотношение удельной активности рассматриваемых нуклидов в плодовых телах грибов, а на рис. 3 аналогичные сведения для субстратов.

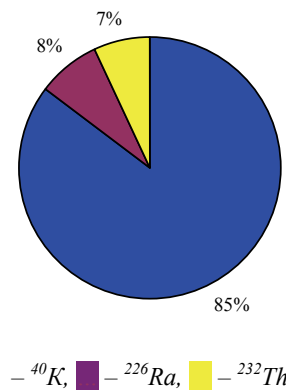


Рис. 2. Процентное соотношение ^{40}K , ^{226}Ra и ^{232}Th в плодовых телах исследованных грибов.

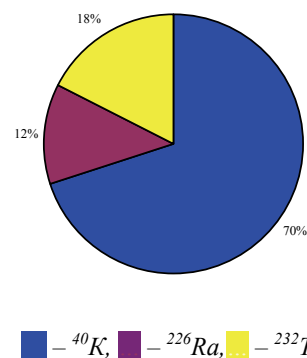


Рис. 3. Процентное соотношение ^{40}K , ^{226}Ra и ^{232}Th в субстратах исследованных грибов.

Таблица 2

Особенности накопления ^{226}Ra исследованными видами съедобных грибов

| Вид гриба | Среднее арифметическое значение активности радионуклида в плодовом теле гриба, Бк/кг | Стандартное отклонение значения активности радионуклида в плодовом теле гриба, Бк/кг | Среднее арифметическое значение активности радионуклида в субстрате, Бк/кг | Стандартное отклонение значения активности радионуклида в субстрате, Бк/кг | Коэффициент накопления |
|-------------------------------|--|--|--|--|------------------------|
| <i>Cortinarius triumphans</i> | 58.7 | 0.6 | 9.0 | 1.0 | 6.5 |
| <i>Boletus erythropus</i> | 149.2 | 34.5 | 32.0 | 12.2 | 4.7 |
| <i>Xerocomus badius</i> | 115.7 | 24.4 | 25.0 | 7.9 | 4.6 |
| <i>Russula xerampelina</i> | 91.3 | 9.3 | 22.3 | 9.2 | 4.1 |
| <i>Macrolepiota procera</i> | 86.2 | 7.9 | 24.6 | 2.3 | 3.5 |
| <i>Suillus bovinus</i> | 63.0 | 27.5 | 18.8 | 7.4 | 3.4 |
| <i>Suillus luteus</i> | 62.0 | 24.3 | 18.6 | 0.5 | 3.3 |
| <i>Agaricus arvensis</i> | 87.3 | 10.5 | 26.7 | 2.5 | 3.3 |
| <i>Tricholoma flavovirens</i> | 38.3 | 15.6 | 22.0 | 5.3 | 3.0 |
| <i>Lepista nuda</i> | 106.0 | 19.0 | 36.0 | 9.5 | 2.9 |
| <i>Cantharellus cibarius</i> | 49.0 | 19.2 | 17.7 | 1.5 | 2.8 |
| <i>Xerocomus chrysenteron</i> | 54.7 | 10.8 | 20.0 | 2.6 | 2.7 |
| <i>Suillus granulatus</i> | 57.2 | 17.6 | 21.0 | 2.5 | 2.7 |
| <i>Tricholoma portentosum</i> | 70.7 | 13.3 | 30.0 | 6.6 | 2.4 |
| <i>Lactarius necator</i> | 92.4 | 13.0 | 40.2 | 12.0 | 2.3 |
| <i>Lactarius vellereus</i> | 57.7 | 13.5 | 26.5 | 5.2 | 2.2 |
| <i>Paxillus involutus</i> | 30.8 | 11.0 | 15.5 | 7.0 | 2.0 |
| <i>Polyporus squamosus</i> | 40.0 | 7.9 | 21.0 | 4.6 | 1.9 |
| <i>Russula claroflava</i> | 34.0 | 4.4 | 18.6 | 7.6 | 1.8 |
| <i>Leccinum scabrum</i> | 42.8 | 13.0 | 23.5 | 7.2 | 1.8 |
| <i>Lycoperdon pyriforme</i> | 44.0 | 15.5 | 26.3 | 4.5 | 1.7 |
| <i>Leccinum aurantiacum</i> | 29.0 | 2.0 | 17.7 | 9.1 | 1.6 |
| <i>Boletus edulis</i> | 39.8 | 15.2 | 27.5 | 2.9 | 1.4 |
| <i>Russula foetens</i> | 33.6 | 10.9 | 24.0 | 8.6 | 1.4 |
| <i>Russula adusta</i> | 39.0 | 9.9 | 31.8 | 5.4 | 1.2 |
| <i>Russula delica</i> | 44.0 | 15.6 | 37.6 | 15.6 | 1.2 |
| <i>Lepista nebularis</i> | 41.5 | 12.6 | 36.0 | 10.7 | 1.2 |
| <i>Lactarius resimus</i> | 20.3 | 3.2 | 19.0 | 4.6 | 1.1 |
| <i>Lactarius torminosus</i> | 17.6 | 9.8 | 17.8 | 9.1 | 1.0 |
| <i>Laetiporus sulphureus</i> | 36.0 | 9.5 | 39.3 | 9.3 | 0.9 |
| <i>Armillariella mellea</i> | 45.5 | 26.3 | 52.3 | 13.7 | 0.9 |
| <i>Pleurotus cornucopiae</i> | 15.7 | 2.5 | 19.0 | 7.2 | 0.8 |
| <i>Boletus impolitus</i> | 28.8 | 7.5 | 41.0 | 16.2 | 0.7 |
| Среднее значение | 55.2 | | 26.0 | | 2.3 |

Таблица 3

Особенности накопления ^{232}Th исследованными видами съедобных грибов

| Вид гриба | Среднее арифметическое значение активности радионуклида в плодовом теле гриба, Бк/кг | Стандартное отклонение значения активности радионуклида в плодовом теле гриба, Бк/кг | Среднее арифметическое значение активности радионуклида в субстрате, Бк/кг | Стандартное отклонение значения активности радионуклида в субстрате, Бк/кг | Коэффициент накопления |
|-------------------------------|--|--|--|--|------------------------|
| <i>Macrolepiota procera</i> | 81.4 | 7.5 | 9.0 | 1.0 | 9.0 |
| <i>Xerocomus badius</i> | 227.7 | 95.9 | 40.3 | 24.3 | 5.6 |
| <i>Cortinarius triumphans</i> | 11.0 | 1.0 | 2.3 | 0.6 | 4.7 |
| <i>Polyporus squamosus</i> | 95.0 | 37.5 | 31.0 | 7.0 | 3.1 |
| <i>Tricholoma flavovirens</i> | 86.0 | 20.1 | 33.0 | 8.5 | 2.6 |
| <i>Xerocomus chrysenteron</i> | 68.0 | 30.8 | 27.0 | 5.6 | 2.5 |
| <i>Russula claroflava</i> | 80.0 | 18.6 | 35.6 | 8.1 | 2.2 |
| <i>Lepista nuda</i> | 44.3 | 21.1 | 36.7 | 9.6 | 2.2 |
| <i>Lepista nebularis</i> | 46.3 | 6.9 | 27.3 | 11.5 | 1.7 |
| <i>Suillus luteus</i> | 60.0 | 8.6 | 37.4 | 9.1 | 1.6 |
| <i>Russula xerampelina</i> | 56.8 | 23.8 | 35.8 | 14.2 | 1.6 |
| <i>Paxillus involutus</i> | 42.8 | 7.5 | 29.5 | 6.8 | 1.4 |
| <i>Tricholoma portentosum</i> | 42.3 | 10.3 | 29.7 | 3.2 | 1.4 |
| <i>Russula adusta</i> | 57.8 | 35.8 | 40.6 | 8.0 | 1.4 |
| <i>Suillus granulatus</i> | 55.0 | 8.6 | 39.2 | 6.8 | 1.4 |
| <i>Suillus bovinus</i> | 64.3 | 9.7 | 48.3 | 2.2 | 1.3 |
| <i>Agaricus arvensis</i> | 62.0 | 11.1 | 47.0 | 9.2 | 1.3 |
| <i>Lactarius necator</i> | 45.2 | 10.4 | 34.4 | 5.6 | 1.3 |
| <i>Boletus edulis</i> | 39.0 | 9.9 | 32.5 | 11.8 | 1.2 |
| <i>Leccinum aurantiacum</i> | 51.7 | 11.7 | 45.3 | 6.0 | 1.1 |
| <i>Lactarius resimus</i> | 34.3 | 11.7 | 31.7 | 11.0 | 1.1 |
| <i>Laetiporus sulphureus</i> | 26.7 | 3.5 | 25.0 | 7.0 | 1.1 |
| <i>Armillariella mellea</i> | 30.8 | 11.4 | 32.3 | 3.0 | 1.0 |
| <i>Pleurotus cornucopiae</i> | 30.7 | 7.2 | 32.3 | 7.4 | 0.9 |
| <i>Cantharellus cibarius</i> | 57.3 | 15.5 | 63.3 | 9.7 | 0.9 |
| <i>Boletus impolitus</i> | 44.5 | 16.6 | 50.0 | 4.2 | 0.9 |
| <i>Lycoperdon pyriforme</i> | 27.7 | 6.5 | 34.0 | 7.9 | 0.8 |
| <i>Lactarius vellereus</i> | 44.8 | 6.7 | 63.8 | 9.6 | 0.7 |
| <i>Lactarius torminosus</i> | 29.4 | 14.7 | 47.2 | 7.7 | 0.6 |
| <i>Russula delica</i> | 28.1 | 11.2 | 57.1 | 28.6 | 0.5 |
| <i>Boletus erythropus</i> | 17.2 | 4.9 | 48.6 | 9.8 | 0.4 |
| <i>Russula foetens</i> | 24.2 | 8.8 | 70.0 | 28.1 | 0.3 |
| <i>Leccinum scabrum</i> | 11.5 | 3.3 | 43.8 | 4.2 | 0.3 |
| Среднее значение | 52.2 | | 38.2 | | 1.8 |

Отметим резкое различие содержания радионуклидов естественного происхождения в грибах и их субстратах. Согласно рис. 2 в грибах преобладающим нуклидом является ^{40}K (85%), а ^{226}Ra и ^{232}Th являются как бы «малой добавкой» к нему (доля каждого из них составляет 8% и 7%, соответственно). В субстратах, как видно на диаграмме рис. 3, на долю ^{40}K приходится 70%, а доли двух других нуклидов в субстратах значительно увеличиваются (для ^{232}Th более чем в два с половиной раза, а для ^{226}Ra – в полтора).

Накопление съедобными грибами радионуклидов ^{137}Cs и ^{241}Am . Одним из последствий Чернобыльской катастрофы для Пензенской области стало загрязнение природных сред нуклидом ^{137}Cs . На территории области возникло так называемое цезиевое пятно «Лунино-Вышелей», где активность рассматриваемого нуклида в почвах превышала в 1989 г. предельно допустимый уровень, равный 1 Ки/км² (помимо этого «большого пятна» в области имеются небольшие участки радиоактивного загрязнения).

Информация о накоплении ^{137}Cs съедобными грибами по области вне «цезиевого пятна» приведена в табл. 4.

Из представленных грибов лидером, как по содержанию, так и по накоплению цезия является *Paxillus involutus*, *Xerocomus badius*, *Tricholoma flavovirens*, *Russula claroflava*, *Boletus edulis* и *Suillus bovinus* также значительно накапливают этот нуклид – более чем в 10 раз. Вообще говоря, на загрязненных территориях перечисленные виды собирать не рекомендуется. Однако, имеются виды грибов не склонные адсорбировать ^{137}Cs . К ним относятся *Laetiporus sulphureus*, *Leccinum aurantiacum*, *Leccinum scabrum*, *Lactarius vellereus*, *Pleurotus cornucopiae*, *Cantharellus cibarius*, *Lactarius torminosus*, *Lactarius resimus*, *Russula delica*, *Boletus impolitus*, *Russula foetens* и *Boletus erythropus*.

Во многих исследованиях появление ^{241}Am в биосфере приписывается Чернобыльской катастрофе, однако нуклид с такой большой атомной массой не может синтезироваться из ^{235}U и ^{238}U , которые являются основными компонентами ядерного топлива. По-видимому, он является следствием наземных и атмосферных ядерных взрывов, проводимых в прошлом. Как известно, ядерные испытания сопровождаются образованием множества свободных нейтронов, поглощаемых ядрами плутония. Например, возможна реакция $^{239}_{94}\text{Pu}(n, \gamma) \longrightarrow ^{240}_{94}\text{Pu}(n, \gamma) \longrightarrow ^{241}_{94}\text{Pu}(n, \gamma) \longrightarrow ^{241}_{95}\text{Am}$.

За годы испытания ядерного оружия в атмосферу было выброшено 360 ТБк ^{241}Pu , так что процесс образования ядер америция путем последовательных превращений ядер плутония весьма вероятен.

Ядерное облако после взрыва поднимается на стратосферные высоты, где преобладают ветры широтных направлений, что приводит к его перемещению вокруг земного шара. Происходит постепенное выпадение на земную поверхность частиц облака. Все

короткоживущие изотопы, выпавшие из облака, к нашему времени давно распались, а долгоживущий ^{241}Am еще многие века будет присутствовать в биосфере. Наличие америция в почве приводит в частности к его аккумуляции грибами. Об этом можно судить по данным табл. 5.

Коэффициент накопления менее 1 (табл. 5) наблюдается у *Boletus impolitus*, *Boletus erythropus*, *Lactarius torminosus*, *Boletus edulis*, *Lactarius resimus*, *Macrolepiota procera*, *Pleurotus cornucopiae*, *Agaricus arvensis*, *Lactarius vellereus*, *Leccinum scabrum* и *Armillariella mellea*, т.е. они не накапливают америций. Такие виды, как *Xerocomus badius*, *Paxillus involutus*, *Tricholoma flavovirens* и *Russula claroflava* «склонны» к поглощению этого нуклида (коэффициент накопления для них превышает 6), поэтому эти грибы не рекомендуются употреблять в пищу.

Радиационный фон грибов. Если сложить удельную активность ^{40}K , ^{226}Ra и ^{232}Th в каждом исследованном виде гриба, то получим значение суммарной удельной активности радионуклидов, «заложеной» в данный вид природой (табл. 6). Эта величина является его нормальным радиационным фоном. В среднем для рассмотренных видов она равняется 678.1 Бк/кг воздушно-сухой массы. Добавкой к ней являются искусственные нуклиды. В среднем радиационный фон увеличивается до 2783.6 Бк/кг за счет ^{137}Cs и ^{241}Am . Поразительно, что эти два радионуклида увеличивают среднее значение радиационного фона исследуемых грибов в 4.5 раза!

Ухудшение экологической обстановки способно повысить естественный радиационный фон и, как следствие, увеличить содержание нуклидов в грибах. Помимо этого, в результате аварий на атомных объектах, испытаний ядерного оружия, захоронения ядерных отходов в круговорот веществ могут включаться искусственные радионуклиды, вносящие свой вклад в общий радиационный фон. Аккумуляция грибами этих «дополнительных» радионуклидов будет усугублять опасность для здоровья населения в результате употребления в пищу грибных блюд.

На рис. 4 представлено процентное соотношение ^{40}K , ^{137}Cs , ^{226}Ra , ^{232}Th и ^{241}Am в плодовых телах исследованных грибов. В исследованных грибах основной вклад в общий фон принадлежит ^{137}Cs – 65%, это значение будет уменьшаться с каждым годом, по мере распада данного нуклида. Еще 2% добавляет ^{241}Am , его распад будет протекать очень медленно (учитывая его сравнительно большой период полураспада). И лишь 33% составляет доля естественных нуклидов; их распад растянется на тысячелетия.

На рис. 5 представлено процентное соотношение ^{40}K , ^{137}Cs , ^{226}Ra , ^{232}Th и ^{241}Am в субстратах исследованных грибов. В субстрате соотношение радионуклидов совсем иное. Здесь лидирует ^{40}K , а доля ^{137}Cs вдвое меньше; доли ^{226}Ra , ^{232}Th и ^{241}Am приблизительно одинаковы.

Таблица 4

Особенности накопления ¹³⁷Cs исследованными видами съедобных грибов

| Вид гриба | Среднее арифметическое значение активности радионуклида в плодовом теле гриба, Бк/кг | Стандартное отклонение значения активности радионуклида в плодовом теле гриба, Бк/кг | Среднее арифметическое значение активности радионуклида в субстрате, Бк/кг | Стандартное отклонение значения активности радионуклида в субстрате, Бк/кг | Коэффициент накопления |
|-------------------------------|--|--|--|--|------------------------|
| <i>Paxillus involutus</i> | 34304.3 | 5333.7 | 87.8 | 29.0 | 390.9 |
| <i>Xerocomus badius</i> | 6183.7 | 1801.7 | 102.3 | 60.2 | 60.4 |
| <i>Tricholoma flavovirens</i> | 3428.0 | 524.5 | 140.3 | 24.0 | 24.4 |
| <i>Russula claroflava</i> | 2008.6 | 494.2 | 108.0 | 36.2 | 18.6 |
| <i>Boletus edulis</i> | 772.8 | 284.9 | 67.0 | 39.6 | 11.5 |
| <i>Suillus bovinus</i> | 145.8 | 34.9 | 14.0 | 3.7 | 10.4 |
| <i>Russula xerampelina</i> | 764.8 | 88.2 | 124.0 | 34.2 | 6.2 |
| <i>Lactarius necator</i> | 496.4 | 179.5 | 94.4 | 22.5 | 5.3 |
| <i>Russula adusta</i> | 803.0 | 256.0 | 167.2 | 103.3 | 4.8 |
| <i>Cortinarius triumphans</i> | 118.0 | 11.1 | 35.0 | 3.5 | 3.4 |
| <i>Suillus luteus</i> | 44.0 | 19.5 | 14.6 | 3.1 | 3.0 |
| <i>Agaricus arvensis</i> | 15.0 | 1.7 | 5.7 | 2.1 | 2.6 |
| <i>Suillus granulatus</i> | 37.6 | 18.4 | 16.4 | 2.1 | 2.3 |
| <i>Lepista nuda</i> | 213.7 | 109.5 | 102.3 | 91.6 | 2.1 |
| <i>Tricholoma portentosum</i> | 274.0 | 31.6 | 145.3 | 16.7 | 1.9 |
| <i>Lepista nebularis</i> | 185.8 | 30.7 | 117.8 | 26.8 | 1.6 |
| <i>Polyporus squamosus</i> | 24.7 | 2.5 | 17.7 | 5.1 | 1.4 |
| <i>Lycoperdon pyriforme</i> | 12.7 | 3.1 | 9.7 | 2.1 | 1.3 |
| <i>Xerocomus chrysenteron</i> | 37.7 | 19.6 | 31.3 | 4.5 | 1.2 |
| <i>Armillariella mellea</i> | 28.0 | 5.7 | 24.8 | 7.9 | 1.1 |
| <i>Macrolepiota procera</i> | 92.6 | 8.6 | 90.4 | 9.6 | 1.0 |
| <i>Laetiporus sulphureus</i> | 12.0 | 2.6 | 13.3 | 3.5 | 0.9 |
| <i>Leccinum aurantiacum</i> | 12.7 | 5.0 | 14.7 | 4.5 | 0.9 |
| <i>Leccinum scabrum</i> | 11.3 | 4.0 | 16.0 | 4.4 | 0.7 |
| <i>Lactarius vellereus</i> | 55.7 | 11.8 | 83.3 | 9.6 | 0.7 |
| <i>Pleurotus cornucopiae</i> | 9.7 | 2.3 | 16.0 | 1.0 | 0.6 |
| <i>Cantharellus cibarius</i> | 23.7 | 6.9 | 50.0 | 20.1 | 0.5 |
| <i>Lactarius torminosus</i> | 11.6 | 6.1 | 35.2 | 4.4 | 0.3 |
| <i>Lactarius resimus</i> | 10.0 | 3.6 | 51.0 | 28.5 | 0.2 |
| <i>Russula delica</i> | 21.6 | 7.3 | 119.8 | 110.6 | 0.2 |
| <i>Boletus impolitus</i> | 11.8 | 4.9 | 79.3 | 26.1 | 0.1 |
| <i>Russula foetens</i> | 6.6 | 1.3 | 52.4 | 28.7 | 0.1 |
| <i>Boletus erythropus</i> | 13.2 | 3.0 | 127.0 | 31.5 | 0.1 |
| Среднее значение | 1520.9 | | 65.9 | | 17.0 |

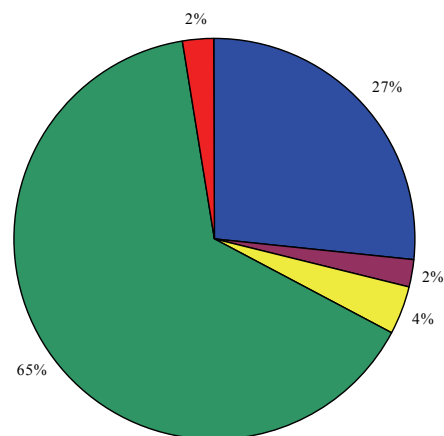
Таблица 5

Особенности накопления ²⁴¹Am исследованными видами съедобных грибов

| Вид гриба | Среднее арифметическое значение активности радионуклида в плодовом теле гриба, Бк/кг | Стандартное отклонение значения активности радионуклида в плодовом теле гриба, Бк/кг | Среднее арифметическое значение активности радионуклида в субстрате, Бк/кг | Стандартное отклонение значения активности радионуклида в субстрате, Бк/кг | Коэффициент накопления |
|-------------------------------|--|--|--|--|------------------------|
| <i>Xerocomus badius</i> | 648.3 | 93.7 | 38.0 | 34.7 | 17.1 |
| <i>Paxillus involutus</i> | 380.5 | 71.5 | 40.3 | 18.3 | 9.5 |
| <i>Tricholoma flavovirens</i> | 302.3 | 22.1 | 41.0 | 20.0 | 7.4 |
| <i>Russula claroflava</i> | 224.0 | 47.0 | 32.6 | 11.4 | 6.9 |
| <i>Cortinarius triumphans</i> | 81.7 | 6.4 | 15.0 | 2.6 | 5.4 |
| <i>Russula adusta</i> | 125.0 | 23.9 | 36.4 | 17.8 | 3.4 |
| <i>Polyporus squamosus</i> | 38.7 | 19.7 | 12.0 | 3.0 | 3.2 |
| <i>Xerocomus chrysenteron</i> | 50.3 | 24.5 | 19.3 | 2.1 | 2.6 |
| <i>Lepista nuda</i> | 273.3 | 155.6 | 111.3 | 54.9 | 2.5 |
| <i>Russula xerampelina</i> | 91.0 | 16.8 | 45.3 | 17.6 | 2.0 |
| <i>Russula foetens</i> | 42.8 | 22.5 | 23.0 | 8.5 | 1.9 |
| <i>Laetiporus sulphureus</i> | 22.0 | 7.0 | 12.7 | 4.2 | 1.7 |
| <i>Lactarius necator</i> | 63.0 | 20.5 | 37.4 | 12.6 | 1.7 |
| <i>Lepista nebularis</i> | 27.0 | 6.3 | 17.3 | 7.5 | 1.6 |
| <i>Lycoperdon pyriforme</i> | 57.7 | 14.6 | 39.7 | 7.4 | 1.5 |
| <i>Suillus bovinus</i> | 60.0 | 14.8 | 42.0 | 21.1 | 1.4 |
| <i>Russula delica</i> | 51.9 | 20.5 | 37.1 | 15.2 | 1.4 |
| <i>Tricholoma portentosum</i> | 50.7 | 9.0 | 40.3 | 14.6 | 1.3 |
| <i>Cantharellus cibarius</i> | 37.3 | 10.1 | 30.0 | 3.6 | 1.2 |
| <i>Suillus luteus</i> | 50.0 | 7.3 | 42.0 | 8.0 | 1.2 |
| <i>Leccinum aurantiacum</i> | 33.7 | 4.9 | 31.3 | 6.4 | 1.1 |
| <i>Suillus granulatus</i> | 46.6 | 7.1 | 45.6 | 3.4 | 1.0 |
| <i>Armillariella mellea</i> | 59.3 | 16.9 | 66.5 | 6.9 | 0.9 |
| <i>Leccinum scabrum</i> | 52.3 | 18.0 | 59.3 | 13.7 | 0.9 |
| <i>Lactarius vellereus</i> | 30.3 | 6.7 | 40.0 | 10.1 | 0.8 |
| <i>Agaricus arvensis</i> | 44.3 | 8.3 | 59.3 | 17.1 | 0.7 |
| <i>Pleurotus cornucopiae</i> | 26.7 | 4.2 | 39.7 | 8.6 | 0.7 |
| <i>Macrolepiota procera</i> | 45.4 | 10.9 | 75.0 | 6.0 | 0.6 |
| <i>Lactarius resimus</i> | 24.3 | 7.5 | 43.0 | 11.5 | 0.6 |
| <i>Boletus edulis</i> | 20.1 | 6.4 | 36.8 | 24.7 | 0.5 |
| <i>Lactarius torminosus</i> | 24.6 | 6.5 | 60.2 | 21.7 | 0.4 |
| <i>Boletus impolitus</i> | 15.8 | 7.6 | 39.0 | 14.6 | 0.4 |
| <i>Boletus erythropus</i> | 19.6 | 3.8 | 57.0 | 7.5 | 0.3 |
| Среднее значение | 94.6 | | 41.4 | | 2.5 |

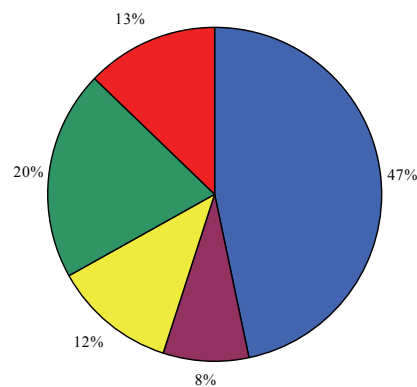
Таблица 6
Суммарная удельная активность
исследуемых радионуклидов
в изучаемых видах грибов

| Вид гриба | Суммарная удельная активность ^{40}K , ^{226}Ra и ^{232}Th , Бк/кг | Суммарная удельная активность ^{137}Cs , ^{241}Am , Бк/кг | Суммарная удельная активность всех исследуемых нуклидов, Бк/кг |
|-------------------------------|---|---|--|
| <i>Paxillus involutus</i> | 515.0 | 34684.8 | 35199.8 |
| <i>Xerocomus badius</i> | 637.7 | 6832.0 | 7469.7 |
| <i>Tricholoma flavovirens</i> | 738.0 | 3730.3 | 4468.3 |
| <i>Russula claroflava</i> | 1169.0 | 2232.7 | 3401.7 |
| <i>Russula adusta</i> | 1577.4 | 928 | 2505.4 |
| <i>Lactarius vellereus</i> | 1946.5 | 86.0 | 2032.5 |
| <i>Lepista nuda</i> | 1385.3 | 487 | 1872.3 |
| <i>Agaricus arvensis</i> | 1509.6 | 59.3 | 1568.9 |
| <i>Russula xerampelina</i> | 684.0 | 855.7 | 1539.7 |
| <i>Macrolepiota procera</i> | 1383.4 | 138.0 | 1521.4 |
| <i>Suillus bovinus</i> | 1102.6 | 205.7 | 1308.3 |
| <i>Lactarius necator</i> | 684.9 | 559.3 | 1244.2 |
| <i>Lepista nebularis</i> | 837.0 | 212.8 | 1049.8 |
| <i>Boletus edulis</i> | 248.8 | 792.8 | 1041.6 |
| <i>Lycoperdon pyriforme</i> | 841.0 | 70.4 | 911.4 |
| <i>Suillus luteus</i> | 746.0 | 94.0 | 840.0 |
| <i>Xerocomus chrysenteron</i> | 741.0 | 88.0 | 829.0 |
| <i>Russula foetens</i> | 691.2 | 49.4 | 740.6 |
| <i>Tricholoma portentosum</i> | 372.0 | 324.7 | 696.7 |
| <i>Suillus granulatus</i> | 559.0 | 84.4 | 643.4 |
| <i>Leccinum scabrum</i> | 565.3 | 63.5 | 628.8 |
| <i>Armillariella mellea</i> | 538.1 | 87.3 | 625.4 |
| <i>Russula delica</i> | 528.7 | 73.5 | 602.2 |
| <i>Boletus erythropus</i> | 563.9 | 33.0 | 596.9 |
| <i>Polyporus squamosus</i> | 527.7 | 63.4 | 591.1 |
| <i>Leccinum aurantiacum</i> | 509.0 | 46.3 | 555.3 |
| <i>Boletus impolitus</i> | 520.6 | 27.6 | 548.2 |
| <i>Cortinarius triumphans</i> | 273.4 | 199.7 | 473.1 |
| <i>Cantharellus cibarius</i> | 368.0 | 61.0 | 429.0 |
| <i>Laetiporus sulphureus</i> | 379.0 | 34.0 | 413.0 |
| <i>Pleurotus cornucopiae</i> | 367.1 | 36.4 | 403.5 |
| <i>Lactarius torminosus</i> | 359.0 | 36.4 | 395.4 |
| <i>Lactarius resimus</i> | 248.6 | 34.3 | 282.9 |
| Среднее значение | 730.8 | 1615.5 | 2346.3 |



— ^{40}K ■ — ^{137}Cs ■ — ^{226}Ra ■ — ^{232}Th ■ — ^{241}Am

Рис. 4. Процентное соотношение ^{40}K , ^{137}Cs , ^{226}Ra , ^{232}Th и ^{241}Am в плодовых телах исследованных грибов.



— ^{40}K ■ — ^{137}Cs ■ — ^{226}Ra ■ — ^{232}Th ■ — ^{241}Am

Рис. 5. Процентное соотношение ^{40}K , ^{137}Cs , ^{226}Ra , ^{232}Th и ^{241}Am в субстратах исследованных грибов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании приведенных результатов исследованные съедобные грибы Пензенской обл. можно подразделить на три группы:

1. Грибы, безопасные в радиационном отношении (не накапливают ^{137}Cs и ^{241}Am , слабо аккумулируют или не адсорбируют ^{40}K , ^{226}Ra и ^{232}Th). В эту группу входят *Armillariella mellea*, *Cantharellus cibarius*, *Lactarius resimus*, *Lactarius torminosus* и *Russula delica*.

2. Грибы, относительно безопасные в радиационном отношении (слабо аккумулируют ^{137}Cs или ^{241}Am , величина коэффициента накопления не превышает 3, также слабо адсорбируют ^{40}K , ^{226}Ra и ^{232}Th). Из наиболее употребляемых видов к ним можно отнести *Leccinum aurantiacum*, *Leccinum scabrum*, *Suillus granulatus* и *Suillus luteus*.

3. Грибы, особо опасные в радиационном отношении (помимо ^{40}K , ^{226}Ra и ^{232}Th , аккумулируют ^{137}Cs и ^{241}Am в значительных количествах) – *Paxillus involutus*,

Russula claroflava, *Tricholoma flavovirens* и *Xerocomus badius*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баженов В.А., Булдаков Л.А., Василенко И.Я. и др. Вредные химические вещества // Радиоактивные вещества: Справ. / Под ред. Филатова В.А. и др. СПб.: Химия, 1990. 464 с.
2. Гарибова Л.В., Лекомцева С.Н. Основы микологии: Морфология и систематика грибов и грибоподобных организмов. Учебное пособие. М.: Товарищество научных изд. КМК, 2005. 220 с.
3. Дементьев Д.В. Оценка интенсивности накопления техногенных радионуклидов некоторыми видами грибов и кустарников в лесных экосистемах центральной части Красноярского края. Красноярск, 2007. 100 с.