

Метадалогія навукі

- Мычко Д. И.* Физические величины в химии 3

Праблемы і метады сучаснай навукі

- Грушевский В. В.,
Липневич И. В.* Плёнки Ленгмюра—Блоджетт как пример наноразмерных органических структур. Способы получения 11

Методыка выкладання

- Гарбар Е. Е.* Развитие умений работы с текстом 19

У дапамогу маладому педагогу

- Лебедев Н. А.* Теория эволюции: значение, основные принципы и методы исследований 25

Адкрыты ўрок

- Семченко Н. Н.* Урок по теме «Обратимость химических реакций». X класс 32
Ильина Н. А. ДНК-конструктор 35
Садовская М. В. Получение и применение насыщенных одноатомных спиртов. План-конспект учебного занятия по химии. XI класс 36
Чульба Г. В. Тема: «Хвощи и плауны». Урок биологии с использованием интерактивных методов 43

Даследчая дзейнасць

- Мазец Ж. Э.,
Корзан В. А.,
Голубовская Е. Г.,
Шиш С. Н.* Изучение влияния электромагнитного излучения на живые организмы (из опыта организации исследовательской работы школьников) 48
Мануленко О. В. Урок по теме «Строение и размножение папоротников». VII класс 54

Факультатыўныя заняткі

- Сидоренко Е. Р.* Урок-викторина для учащихся VII—VIII классов, факультативный курс «Дикая природа Беларуси». Птичий час 62
Ильина Н. А. Молекулярная машина для сборки пептидов 64

Пазакласная работа

- Капецкая Г. А.* Использование интеллектуальных конкурсов в подготовке учащихся к турнирам юных химиков 65

Хімічны эксперымент

- Стёпин С. Г.,
Стёпина М. А.* Замораживание водных растворов. Исследовательская работа учащегося 70

Мычко Д. И. Парацельс — врач, алхимик и философ эпохи Возрождения (2-я стр. обложки)
Ильина Н. А. Открытие двойной спирали ДНК (1953) (3-я стр. обложки)

Рэдактар *А. Ф. Копышава*, карэктар *Л. М. Сцяпанова*,
кам'ютарны набор, макет і вёрстка *В. Ю. Лагун*.

Выхад у свет 22.11.2013. Фармат 60×84 1/8. Друк афсетны.
Панера афсетная. Ум. друк. арк. 7,44. Ул.-выд. арк. 7,5. Тыраж 1157. Заказ № 76. Цана свабодная.

Паштовы адрас рэдакцыі часопіса «Біялогія і хімія»:
вул. Будзённая, 21, 220070, г. Мінск; тэл.: 297-93-19, 209-55-16.

Надрукавана ў друкарні РУП «Выдавцтва «Адукацыя і выхаванне»».
ЛП № 02330/327 ад 19.01.2012. Вул. Захарова, 59, 220088, г. Мінск.

Изучение влияния электромагнитного излучения на живые организмы

(из опыта организации исследовательской работы школьников)

*Ж. Э. Мазец, доцент кафедры ботаники и основ сельского хозяйства Белорусского государственного педагогического университета имени М. Танка, кандидат биологических наук,
В. А. Корзан, студентка V курса факультета естествознания БГПУ, учитель химии,
Е. Г. Голубовская, магистрант БГПУ,
С. Н. Шиш, аспирант отдела биохимии и биотехнологии растений ЦБС НАН Беларуси*

В данной статье рассматриваются вопросы, связанные с особенностями организации научно-исследовательской работы с учащимися, обсуждаются проблемы и пути решения, отбор объектов и методов исследования. Для организации научно-исследовательской работы со школьниками крайне важен выбор актуальной тематики и объекта исследования. Эти вопросы должны быть согласованы так, чтобы учащийся понимал их суть и проникся важностью предстоящих экспериментов. На примере одного из вариантов научно-исследовательской работы со школьниками, а именно предпосевного электромагнитного воздействия на семена трёх лекарственных и пряно-ароматических культур, обсуждается выбор оптимальных объектов исследования и показателей для обсуждения.

При организации научного исследования нами была выбрана проблема влияния электромагнитных излучений (ЭМИ) на живые организмы; она является достаточно актуальной, так как электрические, электрохимические, электробиологические процессы являются необходимой частью процессов функционирования живых организмов. Поэтому исследование реакций биообъектов на внешние электрические сигналы начались практически одновременно с созданием человеком таких сигналов.

На сегодняшний день имеется большое количество экспериментальных работ по исследованию влияния электромагнитного излучения на биологические системы — от макромолекул до живого организма в целом.

Биологические эффекты электромагнитного излучения являются фундаментальной научной проблемой, носящей отчётливо практико-ориентированный характер. Вероятно, нет ни одного внешнего фактора, который имел бы такое мощное воздействие на живые организмы, как электромагнитное излучение. Миллиметровые волны (КВЧ-излучение) начали осваиваться в 1965–1966 годах, когда российские учёные под руководством академика Н. Д. Девяткова и профессора М. В. Голанта разработали генераторы, продуцирующие электромагнитные волны. С этого времени эти

волны начали использоваться в медицине, а затем в биологии. Это были низкоинтенсивные нетепловые волны, верхний предел которых не превышал удельной мощности 10 мВ/см^2 . Поэтому по количеству адсорбированной энергии этот диапазон отнесли к слабому или даже сверхслабому воздействию.

Доказано, что КВЧ-излучение миллиметрового диапазона существенно влияет на различные физиологические процессы всего живого, причём активизация или ингибирование данных процессов зависит от длины волны, мощности облучения и времени обработки. Эффект зависит от величины стрессовой реакции, вызывая неспецифические ответные реакции организма.

Данная тема представляет большой научный и практический интерес и при её широком внедрении в сельском хозяйстве может дать значительный экономический эффект. Возможные области применения микроволновой энергии в сельском хозяйстве обнаружены сравнительно недавно, и переход от экспериментальной проверки результатов к широкому хозяйственному применению ещё не произошёл. Итогом воздействия в оптимальных дозах является более полное раскрытие генетического и физиологического потенциала растений, выражающееся в повышении урожая и его качества.

Широкое использование лекарственных и пряно-ароматических растений в качестве сырья для изготовления экологически чистых и безопасных фитопрепаратов и сырья для пищевой промышленности является весьма актуальным направлением современных исследований. Это обусловлено существующим несоответствием физиологического качества посевного материала требованиям интенсивных технологий возделывания лекарственных и пряно-ароматических культур и состоит в необходимости увеличения адаптивных свойств семян к неблагоприятным условиям, определением оптимальных способов пробуждения семян. Данная информация необходима для того, чтобы наладить эффективное производство фитосырья, выращенного в условиях нашей страны.

Объекты и методы исследований

Нами были выбраны: пряно-ароматическое растение майоран (*Origanum majorana*) и лекарственные растения: календула лекарственная (*Calendula officinalis*) и иссоп лекарственный (*Hyssopus officinalis* L.).

Надземная часть майорана содержит 0,3–0,5 % эфирного масла цветущих растений на сырую и 0,7–3,5 % — на сухую массу. Молодые побеги майорана богаты рутином (до 0,13 %), содержат аскорбиновую кислоту (до 0,45) и каротин (до 0,006). Кроме того, в растении содержатся дубильные и пектиновые вещества, пентозаны. Эфирное масло обладает специфическим запахом кардамона и подобным тимьяну, но более тонким и сладким, характерным для данного растения острым пряным вкусом. Наибольшее содержание эфирного масла наблюдается в период массового цветения. В состав эфирного масла входят терпинен, сабинен, α -терпинеол, борнеол, тимол и др. Вещество-носитель чрезвычайно сильного аромата растения до сих пор неизвестно. На Ближнем Востоке майоран используется в качестве приправы, при этом смешивается с солью и кунжутом.

В Древнем Египте, Элладе и Риме растение ценилось как пряное, лекарственное и декоративное (для венков). В XXI веке майоран используют в основном как пряность, его добавляют к салатам, супам, рыбным и овощным блюдам в свежем или сушёном виде, а также при консервировании. Из надземной части

цветущего растения добывают эфирное масло. Порошок из сухих листьев входит в состав перечных смесей.

Майоран улучшает пищеварение, показан при метеоризме, оказывает мочегонное и седативное действие. В медицине некоторых стран растение применяют при заболеваниях дыхательных путей и органов пищеварения. Использование майорана показано при диетическом питании желудочных больных. В народной медицине он известен как желудочное, тонизирующее, противокатаральное и ранозаживляющее средство. Совместно с другими лекарствами майоран применяли при параличах, неврастении, бронхиальной астме и насморке. Растение использовали внутрь в форме настоя и наружно — для ванн и примочек как ранозаживляющее средство.

Это ценный медонос, особенно во второй половине лета, когда при наступлении сухой жаркой погоды жухнут другие растения.

Широким спектром своих лечебных свойств календула обязана содержащимся в её составе веществам. В качестве сырья используются цветочные корзинки календулы, собранные после полного расцветания. Цветки календулы содержат около 3 % каротиноидов (каротин, ликопин, виолаксантин, рубиксантин), флавоноиды (нарциссин, рамнетин, изорамнетин-3-триглюкозид, изокверцетин и др.). Именно благодаря им препараты из календулы имеют сильную фармакологическую активность. Доказано их сильное противовоспалительное и антимикробное воздействие при местном использовании. Наличие каротиноидов влияет на насыщенность окраса лепестков: чем больше каротиноидов, тем ярче цветок. К каротиноидам относятся лютеин, тритерпеновые сапонины (2–10 %) и полисахариды (до 15 %). Лютеин — очень ценное вещество, поскольку укрепляет зрение и особенно полезен тем, кто работает за компьютером. В соцветиях ноготков содержатся до 2678 мг/100 г аскорбиновой кислоты, калий, кальций, магний, ряд микроэлементов и др. Также в цветочных корзинках содержатся ферменты — органические катализаторы и фитонциды (до 0,09 %). В корнях календулы содержится инулин. Семена растения содержат жирное масло, которое представлено глицеридами лауриновой и пальмитиновой кислот, а также небольшое количество алкалоидов неизвестного состава. Благодаря этим

веществам календулы и нашла такое широкое применение в официальной и народной медицине.

Иссоп (*Hyssopus officinalis* L.) — многолетнее травянистое эфирно-масличное растение или полукустарник. Растёт в Средиземноморье и Азии. В настоящее время распространён в России, Америке и Европе. Культивируется во Франции и Венгрии, а также в Албании и странах бывшей Югославии. Иссоп лекарственный широко используется с лекарственной целью как в народной, так и в традиционной медицине. В качестве сырья употребляют листья и верхушки растений. Иссоп содержит эфирное масло: в листьях 0,6–1,15 %, в соцветиях 0,9–1,98 %. Кроме того, в траве содержатся 8 % дубильных веществ, гликозиды, гесперидин, диосмин, иссопин, смолы, камедь, олеаноловая и урсоловая кислоты, а в цветках — флавоноид диосмин, иссопин. Эфирное масло содержит приблизительно 50 % пинокамфона, пинена, лимонена. Иссоп богат также аскорбиновой кислотой — около 170 мг в 100 г свежих листьев. В листьях иссопа — высокое содержание фитонцидов.

Таким образом, три исследуемых объекта были достойными того, чтобы обратить на них внимание. Однако посмотрим, какие из них оказались удачными для исследовательской работы со школьниками.

Для изучения электромагнитного воздействия на семена майорана садового (*Majorana hortensis*), календулы лекарственной (*Calendula officinalis*) и иссопа лекарственного (*Hyssopus officinalis* L.) были отобраны три режима электромагнитного воздействия СВЧ-диапазона: режим 1 (54–78 ГГц); режимы 2 и 3 (64–66 ГГц) продолжительностью 20, 12 и 8 мин соответственно. Электромагнитное воздействие производилось в Институте ядерных проблем БГУ на лабораторной установке для микроволновой обработки семян различных сельскохозяйственных культур в широком частотном диапазоне (от 37 до 120 ГГц) с плавной регулировкой мощности от 1 до 10 мВт.

В ходе исследований были получены данные по влиянию этих воздействий на процессы набухания семян, проницаемость мембран, энергию прорастания, всхожесть и морфометрические параметры на ранних этапах онтогенеза.

Для оценки интенсивности процесса набухания семена взвешивались с интервалом 1–2 часа в течение суток.

Определение проницаемости мембран в семенах

Проницаемость мембран определяли по выходу веществ (белки, нуклеотиды) из набухающих семян бобовых. Семена в количестве 25 штук помещали в 50 мл дистиллированной воды на 18 ч при 25 °С, затем воду сливали и измеряли интенсивность флуоресценции вышедшего вещества в ультрафиолетовой части спектра (длина волны — 322 нм) на спектрофотометре Agilent 8453 (США).

Определение проницаемости мембран в корнях проростков

Проницаемость плазматических мембран клеток корней определяли по выходу свободных нуклеотидов. У четырнадцати дневных проростков отсекали корни и брали навески 0,5 г в четырёх повторяющихся вариантах. Помещали в стеклянные пробирки, несколько раз промывали дистиллированной водой и затем заливали 5 мл этой воды. Навески растительной ткани инкубировали в течение часа при температуре 20 °С. Изменение проницаемости мембран для свободных нуклеотидов регистрировали по оптической плотности инкубационной среды на спектрофотометре при длине 260 нм.

Согласно ГОСТу 12038-84, всхожесть — это способность семян давать нормально развитые проростки за определённый срок (предусмотренный для каждой культуры) при оптимальных условиях проращивания. Процент всхожести устанавливают отношением нормально проросших семян к их общему количеству, взятому для проращивания. Энергия прорастания характеризует дружность прорастания семян, т. е. количество семян, нормально проросших за более короткий срок, чем тот, который установлен для каждой культуры. Оценка прорастания семян включала в себя измерения массы и длины корней и проростков, а также расчёт всхожести и энергии прорастания.

Результаты и их обсуждение

В ходе исследований влияния ЭМИ оценивалось влияние трёх изучаемых режимов на процессы набухания семян календулы, так как они достаточно крупные. Опыт с семена-

ми майорана и иссопа провести в данном случае не удалось, так как они очень мелкие.

Процессы роста в семени начинаются с набухания семян. По скорости набухания семян можно судить о целостности семенных покровов. На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что физическое воздействие изменяет проницаемость покровов, поскольку скорость набухания у семян одного сорта в одинаковых условиях различна. В результате ускорения процесса набухания в клеточных органеллах быстрее активизируются окислительно-восстановительные ферменты, усиливающие дыхание и гидролиз белков, углеводов, жиров и других органических соединений, запасающих тканей эндосперма, перисперма и (или) семядолей зародыша. В итоге образуются простые водорастворимые соединения, доступные для поглощения клетками развивающегося зародыша. Кроме того, набухание семян сопровождается активированием фитогормонов, регулирующих их прорастание, а также освобождением энергии, которая используется в биохимических процессах зародыша и проростка (синтез пластических веществ, формирование клеточных органелл, деление клеток и др.).

Анализ влияния ЭМ-обработки показал, что интенсивность процесса набухания на 16,4 % была выше контрольных значений в случае режима 2 и на 4,7 % ниже контроля в случае режима 3 через три часа набухания (рис. 1).

Таблица 1 — Уровень выхода низкомолекулярных веществ через семенные покровы *Calendula officinalis*

Вариант	Контроль	Режим 1	Режим 2	Режим 3
D, ед	0,338 ± 0,002	0,308 ± 0,001	0,31 ± 0,006	0,336 ± 0,01

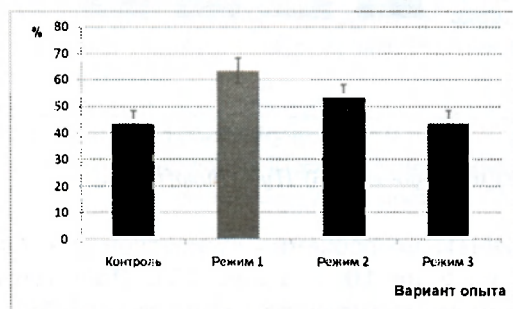


Рисунок 2 — Влияние низкоинтенсивного электромагнитного излучения на лабораторную всхожесть *Calendula officinalis* сорта Махровый-2000

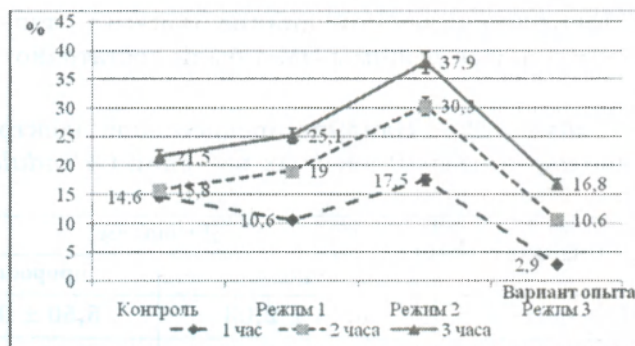


Рисунок 1 — Интенсивность процесса набухания семени *Calendula officinalis* сорта Махровый-2000

Проницаемость клеточных мембран семян определяли по выходу электролитов (катионы и анионы) при помощи спектрофотометра. По изменению выхода электролитов определяется нарушение коллоидно-осмотических свойств цитоплазмы и её покровов, которое, в первую очередь, сказывается на увеличении её проницаемости.

На основании полученных данных (табл. 1) видим, что контрольные семена имеют в два раза большую проницаемость мембран, чем обработанные. Изменение проницаемости является показателем реакции у растения на внешние воздействия. Быстрый выход электролитов как реакция на стресс может привести к снижению жизнеспособности семян в результате стремительного расходования необходимых элементов.

Анализ выхода низкомолекулярных веществ показал, что данный показатель у набухших семян календулы в случае режимов 1 и 2 снижен и отсутствуют достоверные различия в режиме 3 относительно контроля (табл. 1).

В ходе исследований установлено, что сдвиги, произошедшие в процессах проницаемости семян календулы под влиянием трёх режимов ЭМИ, повлияли на всхожесть семян. Так, в случае режимов 1 и 2 этот показатель был выше контроля на 20 % и 10 % соответственно, а в режиме 3 остался на уровне контрольных значений.

Морфометрический анализ показал, что все изучаемые режимы ЭМИ были достаточно

стрессогенными, отмечалось торможение роста корней и проростков (табл. 2).

Таблица 2 — Влияние предпосевной электромагнитной обработки семян на морфометрические параметры 10-дневных растений *Calendulaofficinalis* сорта Махровый-2000

Вариант	Длина, см		Масса, г	
	корней	проростков	корней	проростков
Контроль	5,44 ± 2,03	5,50 ± 0,052	24,25 ± 5,59	79,08 ± 9,70
Режим 1	3,37 ± 2,26	2,30 ± 2,14	17,05 ± 5,35	72,70 ± 26,30
Режим 2	5,40 ± 2,63	5,28 ± 2,24	26,13 ± 12,44	77,07 ± 36,07
Режим 3	4,54 ± 2,45	4,99 ± 1,72	23,92 ± 5,59	85,08 ± 23,30

В результате опытов было установлено положительное влияние различных режимов обработки на энергию прорастания и всхожесть *Hyssopusofficinalis*L. Так, установлено, что режим 1 на 47 % увеличивал всхожесть иссопа, тогда как режимы 2 и 3 стимулировали данный показатель несколько меньше — на 19 % и 9 % соответственно.

Оценка морфометрических характеристик — длины проростков и корней *Hyssopusofficinalis*L. — показала, что у 11-дневных растений длина корней и проростков больше по отношению к контрольным образцам у растений, обработанных режимом 2, у 17- и

21-дневных проростков — режимами 1 и 2, у 41-дневных проростков — режимами 2 и 3 (рис. 3). При воздействии режимом 1 наиболее существенно увеличивается масса корня по отношению к контрольным образцам 11- и 17-дневных растений (на 32 % и 18 % соответственно), а масса 11-дневных проростков была выше у растений, обработанных режимами 2 и 3 (на 11 % и 3 % соответственно), у 17-дневных проростков преобладает масса растений, прошедших обработку режимом 1 (на 10 %), при воздействии режимами 2 и 3 наиболее существенно увеличивается масса вегетативных органов 41-дневных растений.

А

Б

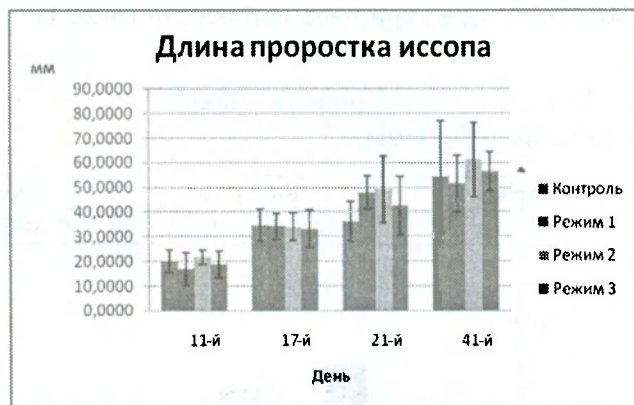
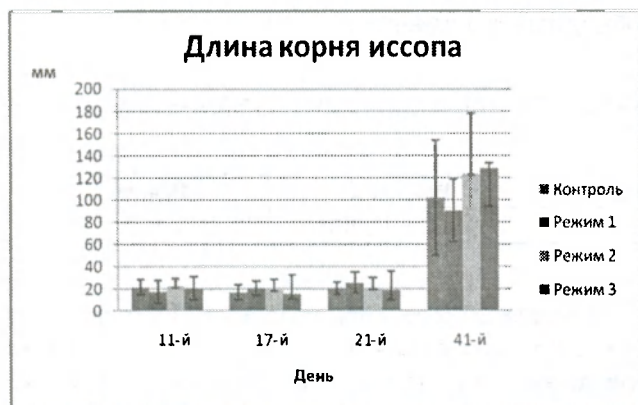


Рисунок 3 — Влияние ЭМИ СВЧ на длину корня (А) и проростка (Б) *Hyssopusofficinalis*

Согласно ГОСТу 12038-84, всхожесть семян *Majorana hortensis* измеряется на 15-й день после посадки, а энергия прорастания — на 4-й. Анализ лабораторных исследований показал, что энергия прорастания майорана садового возрастала под влиянием всех режи-

мов ЭМИ, но особенно существенно в случае режима 2 на 10 % (рис. 4А). Лабораторная всхожесть данного растения также была на 11 % выше контрольных значений (рис. 4Б). Однако после 13-го дня контрольные и опытные растения стали чахнуть.

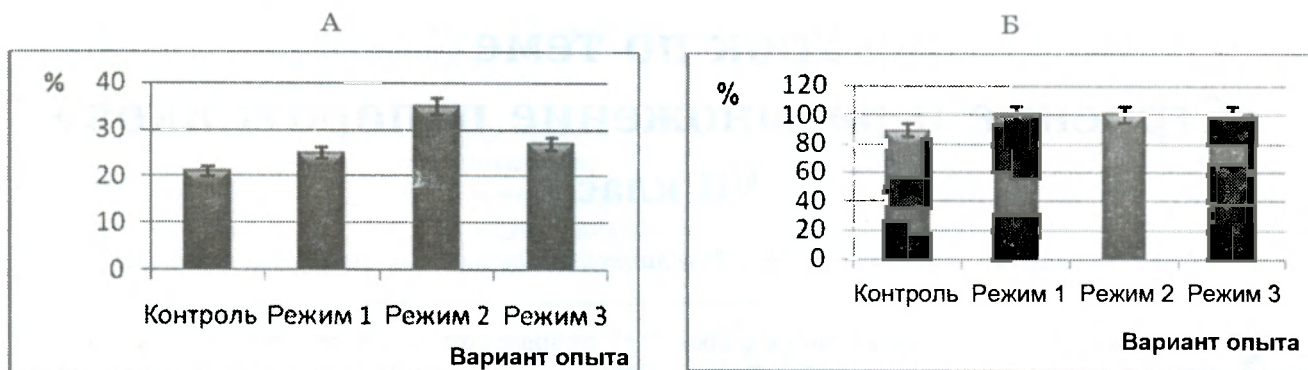


Рисунок 4 — Влияние низкоинтенсивного электромагнитного излучения на энергию прорастания (А) и всхожесть (Б) *Majorana hortensis*

Таким образом, наиболее приемлемыми объектами для научно-исследовательской работы со школьниками оказались календула

и иссоп лекарственные, на которых можно производить ряд доступных и значимых экспериментов с учащимися.

Список используемой литературы

1. *Алексейчук, Г. Н.* Физиологическое качество семян сельскохозяйственных культур и методы его оценки / Г. Н. Алексейчук, Н. А. Ламан. — Минск : Право и экономика, 2005. — 46 с.
2. *Гаммерман, А. Ф.* Лекарственные растения / А. Ф. Гаммерман, Т. Н. Кадаев, А. А. Яценко-Хмелевский. — М. : Высш. шк., 1984. — 400 с.
3. *Дудченко, Л. Г.* Пряно-ароматические и пряно-вкусовые растения: справочник / Л. Г. Дудченко [и др.]; отв. ред. К. М. Сытник. — К. : Наукова думка, 1989. — 304 с.
4. *Игнатъева, А. В.* Исследование систем управления: учеб. пособие для вузов / А. В. Игнатъева [и др.]. — М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2000. — 157 с.
5. *Кабашникова, Л. Ф.* Способ ранней диагностики эффективности многокомпонентных капсулирующих составов для обработки семян: метод. указания / Л. Ф. Кабашникова. — Минск : Право и экономика, 2003. — 31 с.
6. *Казаринов, К. Д.* Биологические эффекты КВЧ-излучения низкой интенсивности / К. Д. Казаринов // Итоги науки и техники. Серия Биофизика. — 1990. — Т. 27. — С. 1–104.
7. *Леус, Н. Ф.* Влияние микроволнового поля на некоторые химические показатели зерна пшеницы и ячменя / Н. Ф. Леус, С. Г. Коломийчук, Л. Г. Калинин, В. П. Тучный, Е. А. Левченко // Хранение и переработка зерна. — 2001. — № 1. — С. 41–44.
8. *Сабитов, Р. А.* Основы научных исследований: учеб. пособие / Р. А. Сабитов; Челябин. гос. ун-т. — Челябинск, 2002. — 138 с.
9. *Полина, Ю. В.* Влияние различных частотных режимов низкоинтенсивного электромагнитного излучения и стресса на морфофункциональное состояние надпочечников / Ю. В. Полина: автореф. ... на соискание уч. степени кандидата медицинских наук по специальности 03.00.25 — гистология, цитология, клеточная биология. — 2009. — 19 с.
10. http://www.research.mifp.ru/course/course_5-20.html — «Введение в научное исследование». — Дата доступа 18.10.2012.
11. *Reshetnyak, S. A.* Mechanisms of Interaction of Electromagnetic Radiation with a Biosystem / S. A. Reshetnyak [etc.] // Laser Physics. — Vol. 6. — No. 4. — 1996. — P. 621–653.
12. www.intechopen.com / Electromagnetic Radiation and Life: Bioelementological Point of View / A. Kh. Tamбиеv and A. V. Skalny. — Дата доступа 02.12.2012.